

МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА"
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ
МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

РУКОВОДСТВО
ПО ТУШЕНИЮ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ
В РЕЗЕРВУАРАХ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

МОСКВА 2000

МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Главное управление Государственной противопожарной службы
Всероссийский ордена "Знак Почета"
научно-исследовательский институт противопожарной обороны
Московский институт пожарной безопасности

СОГЛАСОВАНО

Начальник ВНИИПО МВД России
генерал-майор внутренней службы

Н.П. Копылов

« 3 » 11 1999 г.

УТВЕРЖДЕНО

Начальник ГУГПС МВД России
генерал-лейтенант внутренней службы

Е.А. Серебrenников

« 12 » 12 1999 г.

РУКОВОДСТВО
ПО ТУШЕНИЮ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ
В РЕЗЕРВУАРАХ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

СОГЛАСОВАНО

Начальник МИПБ МВД России
генерал-майор внутренней службы

Е.Е. Кириуханцев

« 13 » 11 1999 г.

МОСКВА 2000

Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. - М.: ГУГПС-ВНИИПО-МИПБ, 1999.

Руководство содержит сведения, отражающие современные представления о процессах развития пожара и тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках, об организации работ при различных способах подачи пенных средств и обеспечении безопасности личного состава пожарной охраны.

С выходом настоящего Руководства утрачивают силу следующие документы:

Указания по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. - М.: ГУПО-ВНИИПО, 1973.;

Рекомендации по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. - М.: ВНИИПО, 1991.;

Рекомендации по предупреждению и тушению пожаров в резервуарах с понтоном и плавающей крышей. - М., 1982. (в части тушения пожара);

Наставление по использованию передвижной пожарной техники для тушения пожаров горючих жидкостей в резервуарах подслонным способом. - М.: ВНИИПО-ВИПТШ, 1995.;

Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности и тактике тушения пожаров в резервуарах на свайных основаниях для условий Западной Сибири и Крайнего Севера. - Тюмень, 1987.

Предназначено для начальствующего состава Государственной противопожарной службы, преподавателей и слушателей пожарно-технических учебных заведений, специалистов ведомств, организаций и предприятий нефтяной отрасли.

Разработано авторским коллективом в составе: *канд. техн. наук И.Ф. Безродного, канд. техн. наук В.А. Меркулова, канд. техн. наук А.В. Шарикова* (ВНИИПО МВД России); *канд. техн. наук Е.Е. Кириуханцева, д-ра техн. наук А.Ф. Шароварникова, д-ра техн. наук В.П. Сучкова, канд. техн. наук С.С. Воеводы, канд. техн. наук Ю.М. Сверчкова* (МИПБ МВД России); *канд. техн. наук В.П. Молчанова, Ю.И. Панкова, канд. техн. наук А.Н. Гилетича, Ю.И. Дешевых, В.А. Колганова* (ГУГПС МВД России).

Внесены и подготовлены к утверждению отделом пожарной охраны объектов ГУГПС МВД России.

Утверждены начальником ГУГПС МВД России 12 декабря 1999 г. Введены в действие с 01.01.2000 г.

ВВЕДЕНИЕ

Организация тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках основана на оценке возможных вариантов возникновения и развития пожара. Пожары в резервуарах характеризуются сложными процессами развития, как правило, носят затяжной характер и требуют привлечения большого количества сил и средств для их ликвидации.

В Руководстве рассмотрены особенности развития пожаров в резервуарах, огнетушащее действие пены средней и низкой кратности при подаче ее сверху и под слой горючего, приведены нормативные интенсивности подачи пены из отечественных и известных зарубежных пенообразователей, а также рекомендации по организации работы оперативного штаба на пожаре.

Основным средством тушения пожаров в резервуарах является пена средней и низкой кратности, подаваемая на поверхность горючей жидкости. Вместе с тем СНиП 2.11.03-93 "Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы" [1] допускает применение подслонного способа подачи пены, а также других способов и средств тушения пожаров в резервуарах, обоснованных результатами научно-исследовательских работ и согласованных в установленном порядке. Для тушения нефти и нефтепродуктов

применяются отечественные и зарубежные пеногенераторы и пенообразователи, прошедшие сертификацию и имеющие рекомендации по их применению и хранению.

Настоящее Руководство представляет собой обобщенный и переработанный вариант документов [2-8], дополненный новыми требованиями к организации тушения пожаров в резервуарах пеной низкой кратности, подаваемой в слой горючей жидкости или на ее поверхность. Рассмотрены факторы, усложняющие процесс тушения, а также особенности тушения пожара в резервуарах в условиях низких температур, даны практические рекомендации. Определены меры безопасности личного состава.

При разработке документа использованы результаты экспериментальных и теоретических исследований по обеспечению пожарной безопасности резервуарных парков, проведенных во ВНИИПО МВД России, МИПБ (ВИПТШ) МВД России, на полигонах УГПС республик Башкортостан (г. Октябрьский), Татарстан (г. Альметьевск), Красноярского края (г. Норильск), Рязанской (Рязанский НПЗ), Тюменской (г. Новый Уренгой), Оренбургской, Астраханской, Самарской, Пермской областей, и учтены предложения практических работников УГПС МВД (ГУВД, УВД) России, опыт тушения пожаров в резервуарах и резервуарных парках в России и ряде стран СНГ.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Резервуарный парк - группа (группы) резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов и размещенных на участке 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, установленных в котлованах или выемках.

Интенсивность подачи огнетушащего вещества - количество огнетушащего вещества, подаваемого на единицу площади (объема) в единицу времени.

Нормативная интенсивность подачи огнетушащего вещества (пены) - интенсивность подачи огнетушащего вещества (пены), соответствующая требованиям нормативной документации.

Охлаждение резервуара - подача воды на орошение резервуара стационарными системами охлаждения или пожарными стволами от передвижной пожарной техники, водопровода высокого давления.

Линейная скорость выгорания - изменение высоты слоя горючей жидкости в единицу времени в процессе выгорания.

Линейная скорость прогрева - изменение толщины гомотермического слоя в единицу времени.

"Карман" - объем, в котором горение и прогрев жидкости, а также тепломассообмен при подаче воздушно-механической пены происходит независимо от остальной массы горючего в резервуаре.

Инертность пены - способность пены противостоять "загрязнению" горючей жидкостью в процессе прохождения ее через слой нефти или нефтепродукта либо при контакте с ним.

Биологически "мягкие" пенообразователи - пенообразователи, биоразлагаемость которых составляет более 80 %.

Биологически "жесткие" пенообразователи - пенообразователи, биоразлагаемость которых составляет не более 40 %.

Кратность пены - отношение объема пены к объему раствора пенообразователя, содержащегося в ней. В зависимости от величины кратности пену подразделяют:

на пену низкой кратности (кратность не более 20);

пену средней кратности (кратность от 20 до 200);

пену высокой кратности (кратность более 200).

Время свободного развития пожара - интервал времени от момента возникновения пожара до момента подачи огнетушащих веществ.

Уровень взлива - высота открытой поверхности горючей жидкости в резервуаре относительно его основания.

Вскипание - процесс вскипания горючей жидкости из-за присутствия в ней либо попадания в нее капель воды, которые испаряются в прогретом слое горючего. При этом возможно увеличение объема прогретого слоя жидкости в 4-5 раз.

Выброс - интенсивный поток горючей жидкости из резервуара в результате механического вытеснения ее паром, образованным при вскипании донной воды.

Гомотермический (прогретый) слой - толщина слоя нефти или нефтепродукта, прогретого в результате горения жидкости в резервуаре до температуры кипения или близкой к ней.

Развитие пожара - увеличение геометрических размеров зоны горения, опасных факторов пожара и усиление вторичных проявлений опасных факторов пожара в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.

Гидродинамическая мягкая волна - мощный поток нефти или нефтепродукта, образующийся при разрыве (раскрытии) стенки резервуара.

1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРАХ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

1.1. Возникновение пожара

1.1.1. Возникновение пожара в резервуаре зависит от следующих факторов: наличия источника зажигания, свойств горючей жидкости, конструктивных особенностей резервуара, наличия взрывоопасных концентраций внутри и снаружи резервуара. Краткая характеристика резервуаров и резервуарных парков представлена в прил. 1.

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, технологические режимы эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. Взрыв в резервуаре приводит к подрыву (реже срыву) крыши с последующим горением на всей поверхности горючей жидкости. При этом, даже в начальной стадии, горение нефти и нефтепродуктов в резервуаре может сопровождаться мощным тепловым излучением в окружающую среду, а высота светящейся части пламени составлять 1-2 диаметра горящего резервуара. Отклонение факела пламени от вертикальной оси при скорости ветра около $4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ составляет 60-70°.

1.1.2. Факельное горение может возникнуть на дыхательной арматуре, местах соединения пенных камер со стенками резервуара, других отверстиях или трещинах в крыше или стенке резервуара при концентрации паров нефтепродукта в резервуаре выше верхнего концентрационного предела распространения пламени (ВКРПР).

Если при факельном горении наблюдается черный дым и красное пламя, то это свидетельствует о высокой концентрации паров горючего в объеме резервуара, и опасность взрыва незначительная. Сине-зеленое факельное горение без дымообразования свидетельствует о том, что концентрация паров продукта в резервуаре близка к области воспламенения и существует реальная опасность взрыва.

1.1.3. На резервуаре с плавающей крышей возможно образование локальных очагов горения в зоне уплотняющего затвора, в местах скопления горючей жидкости на плавающей крыше.

1.1.4. При хранении нефти и нефтепродуктов в условиях низких температур возможно зависание понтона или плавающей крыши при откачке продукта из резервуара, что может привести к падению их с последующим возникновением пожара.

1.1.5. Условиями для возникновения пожара в обваловании резервуаров являются: перелив хранимого продукта, нарушение герметичности резервуара, задвижек, фланцевых соединений, наличие пропитанной нефтепродуктом теплоизоляции на трубопроводах и резервуарах.

1.2. Развитие пожара

1.2.1. Дальнейшее развитие пожара зависит от места его возникновения, размеров начального очага горения, устойчивости конструкций резервуара, климатических и метеорологических условий, оперативности действий персонала объекта, работы систем противопожарной защиты, времени прибытия пожарных подразделений.

1.2.2. На основе анализа пожаров и аварий, происшедших как у нас в стране, так и за рубежом, а также материалов научных исследований пожары в резервуарах и резервуарных парках могут развиваться по следующим вариантам (рис. 1.2) [9, 10].

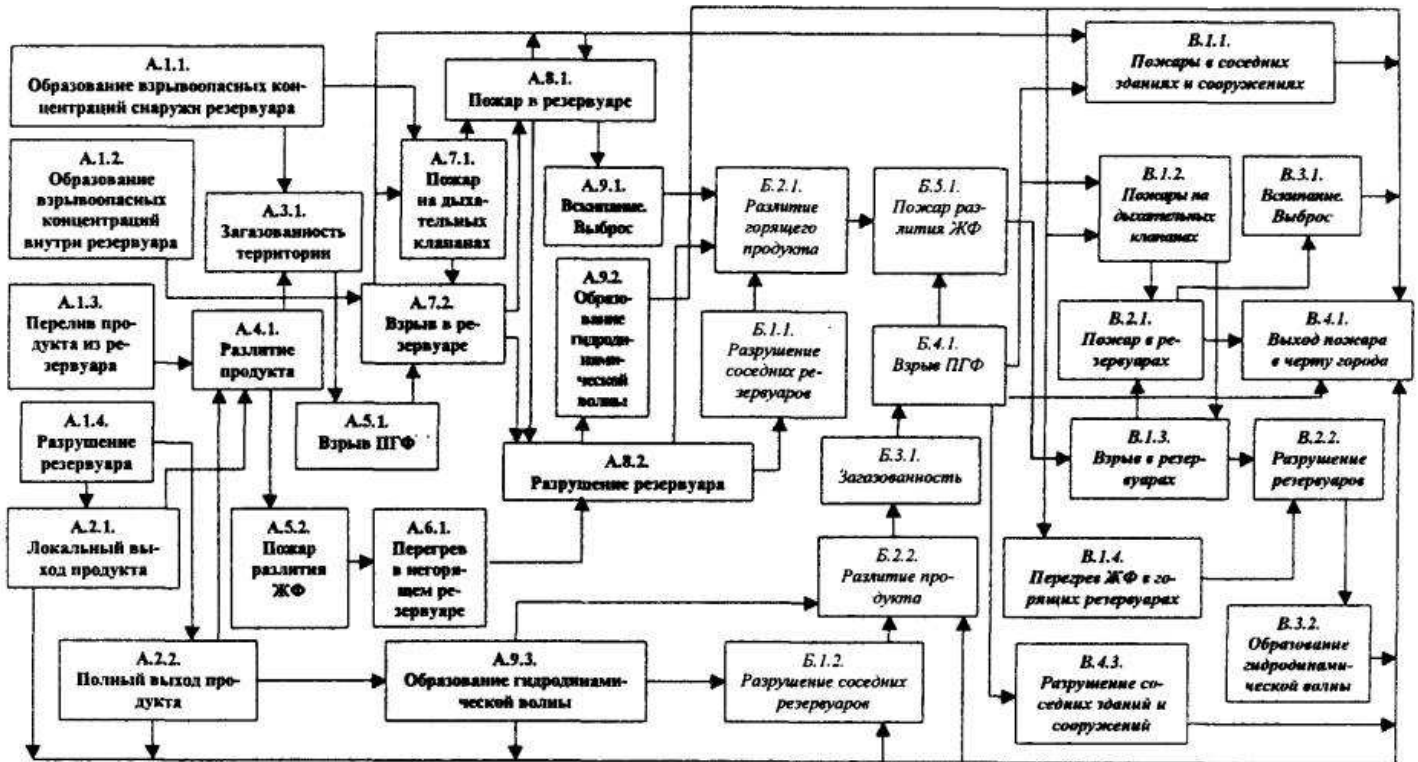


Рис. 1.2. Схема вероятных сценариев развития пожара в резервуарном парке

Пожары подразделяются на следующие уровни:

первый (А) - возникновение и развитие пожара в одном резервуаре без влияния на соседние;

второй (Б) - распространение пожара в пределах одной группы;

третий (В) - развитие пожара с возможным разрушением горящего и соседних с ним резервуаров, переходом его на соседние группы резервуаров и за пределы резервуарного парка.

1.2.3. На резервуарах с плавающей крышей в результате теплового воздействия локального очага горения происходит разрушение герметизирующего затвора, а полная потеря плавучих свойств и затопление крыши в реальных условиях может произойти через один час.

При низком уровне нефтепродукта, когда горение происходит под понтоном или плавающей крышей, условия тушения пожара усложняются. Проникновению пены на свободную поверхность нефтепродукта препятствуют корпус понтона (плавающей крыши) и элементы герметизирующего затвора.

1.2.4. В железобетонном резервуаре в результате взрыва происходит разрушение части покрытия. Горение на участке образовавшегося проема сопровождается обогревом железобетонных конструкций покрытия. Через 20-30 мин возможно обрушение конструкций и увеличение площади пожара.

1.2.5. Развитие пожара в обваловании характеризуется скоростью распространения пламени по разлитому нефтепродукту, которая составляет для жидкости, имеющей температуру ниже температуры вспышки, - $0,05 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а при температуре жидкости выше температуры вспышки - более $0,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. После 10-15 мин воздействия пламени происходит потеря несущей способности маршевых лестниц, выход из строя узлов управления коренными задвижками и хлопущами, разгерметизация фланцевых соединений, нарушение целостности конструкции резервуара, возможен взрыв в резервуаре.

1.2.6. Одним из наиболее важных параметров, характеризующих развитие пожара в резервуаре, является его тепловой режим. В зависимости от физико-химических свойств горючих жидкостей возможен различный характер распределения температур в объеме жидкости. При горении керосина, дизельного топлива, индивидуальных жидкостей значение температуры; экспоненциально снижается от температуры кипения на поверхности до температуры хранения в глубинных слоях. Характер кривой распределения температуры горючей жидкости изменяется с увеличением времени горения [12].

При горении мазута, нефти, некоторых видов газового конденсата и бензина в горячем образуете прогретый до температуры кипения топлива гомотермический слой [11, 12], увеличивающийся с течением времени.

Линейные скорости выгорания и прогрева нефти и нефтепродуктов во многом зависят от скорости ветра, обводненности продукта, характера обрушения крыши, организации охлаждения стенок резервуара. Значения скоростей выгорания и прогрева горючих жидкостей, необходимые для проведения расчетов, приведены в табл. 1.1.

С увеличением скорости ветра до $8-10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ скорость выгорания горючей жидкости возрастает на 30-50 %. Сырая нефть и мазут, содержащие эмульсионную воду, могут выгорать с большей скоростью, чем указано в табл. 1.1.

Накопление тепловой энергии в горячем оказывает значительное влияние на увеличение расходов пенных средств. Кроме того, увеличение времени свободного развития пожара повышает опасность его распространения на соседние резервуары, способствует

образованию факторов, усложняющих тушение, создает угрозу вскипания, выброса.

1.2.7. Горение нефти и нефтепродуктов в резервуарах может сопровождаться вскипанием и выбросами. Вскипание горючей жидкости происходит из-за наличия в ней взвешенной воды, которая при прогреве горячей жидкости выше 100 °С испаряется, вызывая вспенивание нефти или нефтепродукта. Вскипание может произойти примерно через 60 мин горения при содержании влаги в нефти (нефтепродукте) более 0,3 %. Вскипание также может произойти в начальный период пенной атаки при подаче пены на поверхность горючей жидкости с температурой кипения выше 100 °С [3]. Этот процесс характеризуется бурным горением вспенившейся массы продукта.

При горении жидкости на верхнем уровне вливания возможен перелив вспенившейся массы через борт резервуара, что создает угрозу людям, увеличивает опасность деформации стенок горящего резервуара и перехода огня на соседние резервуары и сооружения.

Таблица 1.1

Линейная скорость выгорания и прогрева углеводородных жидкостей

Наименование горючей жидкости	Линейная скорость выгорания, м·ч ⁻¹	Линейная скорость прогрева горючего, м·ч ⁻¹
Бензин	До 0,30	До 0,10
Керосин	До 0,25	До 0,10
Газовый конденсат	До 0,30	До 0,30
Дизельное топливо из газового конденсата	До 0,25	До 0,15
Смесь нефти и газового конденсата	До 0,20	До 0,40
Дизельное топливо	До 0,20	До 0,08
Нефть	До 0,15	До 0,40
Мазут	До 0,10	До 0,30

1.2.8. Выброс нефти и темных нефтепродуктов из горящего резервуара происходит при достижении поверхности слоя донной (подтоварной) воды гомотермическим (прогретым) слоем горючей жидкости. Этот слой, соприкасаясь с водой, нагревает ее до температуры значительно большей, чем температура кипения. При этом происходит бурное вскипание воды с выделением большого количества пара, который выбрасывает находящуюся над слоем воды горящую жидкость за пределы резервуара.

Обычно выбросу предшествуют внешние признаки - усиление горения, изменение цвета пламени, усиление шума при горении, могут также наблюдаться отдельные потрескивания (хлопки), вибрация верхних поясов стенки резервуара. Как правило, выброс носит пульсирующий характер, причем интенсивность его, т. е. увеличение высоты и объема факела пламени, нарастает в самом процессе выброса. Толщина слоя донной (подтоварной) воды, как правило, на мощность выброса влияния не оказывает. Ориентировочное время наступления возможного выброса можно определить по формуле

$$T = (H - h) / (W + u + V),$$

где T - время от начала пожара до ожидаемого момента наступления выброса, ч; H - начальная высота слоя горючей жидкости в резервуаре, м; h - высота слоя донной (подтоварной) воды, м; W - линейная скорость прогрева горючей жидкости, м·ч⁻¹ (табл. 1.1); u - линейная скорость выгорания горючей жидкости, м·ч⁻¹ (табл. 1.1); V - линейная скорость понижения уровня вследствие откачки, м·ч⁻¹ (если откачка не производится, то $V = 0$).

При затоплении плавающей крыши или понтона за величину H следует принимать высоту слоя продукта только над крышей или понтоном (рис. 1.1).

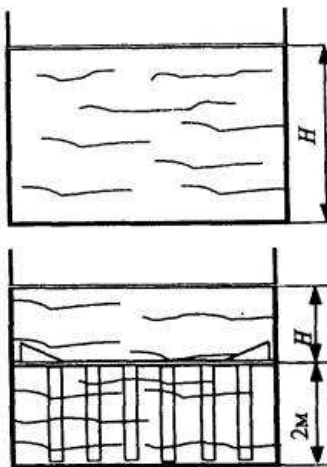


Рис. 1.1. Определение высоты продукта для расчета времени выброса

1.2.9. При пожаре в резервуаре возможно образование "карманов", которые значительно усложняют процесс тушения. "Карманы" могут иметь различную форму и площадь и образуются как на стадии возникновения в результате перекоса понтона, плавающей крыши, частичного обрушения крыши, так и в процессе развития пожара при деформации стенок.

1.2.10. Устойчивость горящего резервуара зависит от организации действий по его охлаждению. При отсутствии охлаждения горящего резервуара в течение 5-15 мин стенка резервуара деформируется до уровня вливания горючей жидкости.

2. ОГNETУШАЩИЕ ВЕЩЕСТВА И СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ

2.1. Огнетушащее действие пены

2.1.1. Основным средством тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках является воздушно-механическая пена средней и низкой кратности.

Огнетушащее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горючего от факела пламени, снижении вследствие этого скорости испарения жидкости и сокращения количества горючих паров, поступающих в зону горения, а также в охлаждении горячей жидкости. Роль каждого из этих факторов в процессе тушения изменяется в зависимости от свойств горячей жидкости, качества пены и способа ее подачи.

2.1.2. При подаче пены одновременно происходит разрушение пены от факела пламени и нагретой поверхности горючего.

Накапливающийся слой пены экранирует часть поверхности горючего от лучистого теплового потока пламени, уменьшает количество паров, поступающих в зону горения, снижает интенсивность горения. Одновременно выделяющийся из пены раствор пенообразователя охлаждает горючее. Кроме того, в процессе тушения в объеме горючего происходит конвективный теплообмен, в результате которого температура жидкости выравнивается по всему объему, за исключением "карманов", в которых теплообмен происходит независимо от основной массы жидкости.

Для современных резервуаров типа РВС выравнивание температуры по всему объему горячей жидкости при нормативной интенсивности подачи раствора пенообразователя происходит в течение 15 мин тушения при подаче пены сверху и в течение 10 мин при подаче под слой горючего. Это время необходимо принимать в качестве расчетного при определении запаса пенообразователя для тушения нефти и нефтепродуктов воздушно-механической пеной. Нормативный запас пенообразователя согласно СНиП 2.11.03-93 следует принимать из условия обеспечения трехкратного расхода раствора пенообразователя на один пожар.

Дальность растекания пены средней кратности по поверхности горючей жидкости обычно не превышает 25 м.

2.1.3. При подаче пены в нижний пояс резервуара, непосредственно в слой горючей жидкости (подслойный способ тушения пожара), используются пены низкой кратности, которые получают из фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей. Применение фторсодержащих пенообразователей является необходимым условием, поскольку пена на их основе инертна к воздействию углеводородов в процессе длительного подъема пены на поверхность нефтепродукта. Применение пены, получаемой на основе обычных пенообразователей для подачи под слой горючей жидкости, недопустимо, так как при прохождении через слой горючей жидкости она насыщается парами углеводородов и теряет огнетушащую способность.

Быстрой изоляции горячей поверхности пеной способствуют саморастекающаяся из пены водная пленка раствора пенообразователя, имеющая поверхностное натяжение ниже натяжения горючей жидкости, а также конвективные потоки, которые направлены от места выхода пены к стенкам резервуара. В результате конвективного теплообмена снижается температура жидкости в прогретом слое до среднеобъемной. Вместе с тем интенсивные восходящие потоки жидкости приводят к образованию на поверхности локальных участков горения, в которых скорость движения жидкости достигает максимальных значений. Эти участки, приподнятые над остальной поверхностью и называемые "бурунами", играют важную роль в процессе тушения. Чем выше "бурун", тем больше пены необходимо накопить для покрытия всей поверхности горячей жидкости. Для снижения высоты "буруна" пена подается через пенные насадки с минимальной скоростью.

Пена, всплывающая на поверхность через слой горючего, способна обтекать затонувшие конструкции и растекаться по всей поверхности горючего. Значительное снижение интенсивности горения достигается через 90-120 с момента появления пены на поверхности. В это время наблюдаются отдельные очаги горения у разогретых металлических конструкций резервуара и в местах образования "бурунов". В дальнейшем, в течение 120-180 с происходит полное прекращение горения.

После прекращения подачи пены при полной ликвидации горения на всей поверхности горючей жидкости образуется устойчивый пенный слой толщиной до 10 см, который в течение 2-3 ч защищает поверхность горючей жидкости от повторного воспламенения.

2.1.4. Вода для приготовления раствора пенообразователя не должна содержать примесей нефтепродуктов.

Для приготовления раствора из отечественных пенообразователей в системах подслоного тушения запрещается использовать воду с жесткостью более 30 мг-экв л⁻¹.

Использование оборотной воды для приготовления раствора пенообразователя не допускается.

2.2. Нормативные интенсивности подачи пенных средств

2.2.1. Нормативные интенсивности подачи раствора пенообразователя являются одним из наиболее важных показателей в расчете сил и средств, требуемых для тушения пожара в резервуаре, определения запаса пенообразователя.

2.2.2. Главными факторами, определяющими нормативную интенсивность подачи раствора пенообразователя, являются:

- физико-химические свойства горючего;
- физико-химические свойства пенообразователя и самой пены;
- условия горения и тепловой режим в зоне пожара к моменту начала пенной атаки;
- способ и условия подачи пены на тушение.

2.2.3. В табл. 2.1 и 2.2 приведены нормативные интенсивности подачи раствора пенообразователя для тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Характеристики отечественных и зарубежных пенообразователей, имеющих сертификат соответствия, представлены в прил. 2.

2.2.4. При расчете сил и средств нормативная интенсивность выбирается по табл. 2.1 и 2.2 с учетом времени свободного развития пожара.

Таблица 2.1

Нормативные интенсивности подачи пены средней кратности для тушения пожаров в резервуарах

Вид нефтепродукта	Нормативная интенсивность подачи раствора пенообразователя, л·м ⁻² ·с ⁻¹	
	Фторированные пенообразователи	Пенообразователи общего назначения
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп} = 28$ °С и ниже и ГЖ, нагретые выше $T_{всп}$	0,05	0,08
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп}$ болс 28 °С	0,05	0,05
Стабильный газовый конденсат	0,12	0,30
Бензин, керосин, дизельное топливо, полученные из газового конденсата	0,10	0,15

Таблица 2.2

Нормативная интенсивность подачи пены низкой кратности для тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах

Вид нефтепродукта	Нормативная интенсивность подачи раствора пенообразователя, л·м ⁻² ·с ⁻¹					
	Фторсодержащие пенообразователи (за исключением АFFF и FFFP)		Фторсинтетические пенообразователи типа АFFF		Фторпротеиновые пенообразователи типа FFFP	
	на поверхность	в слой	на поверхность	в слой	на поверхность	в слой
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп} = 28$ °С и ниже	0,08	0,12	0,07	0,10	0,07	0,10
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп}$ болс 28 °С	0,06	0,10	0,05	0,08	0,05	0,08

Стабильный конденсат	газовый	0,10	0,20	0,10	0,12	0,10	0,14
Бензин, керосин, дизельное топливо, полученные из газового конденсата		0,08	0,12	0,08	0,10	0,08	0,10

Нормативную интенсивность подачи раствора пенообразователя при подаче пены на поверхность горючей жидкости следует увеличивать в 1,5 раза при свободном развитии пожара от 3 до 6 ч; в 2 раза при свободном развитии пожара от 6 до 10 ч и в 2,5 раза при свободном развитии пожара более 10 ч.

2.2.5. Для определения количества пеногенераторов, требуемых для тушения пожара, следует использовать номограмму прил. 3.

2.2.6. Пену средней кратности следует получать с помощью пеногенераторов типа ГПС, а низкой кратности - с помощью стволов низкократной пены. Тактико-техническая характеристика отечественной пеногенерирующей аппаратуры и техники приведена в прил. 4 (табл. 1).

2.2.7. При тушении пожаров горючих жидкостей в обваловании допускается применение пены низкой кратности, получаемой из синтетических пенообразователей общего и специального назначения. Нормативная интенсивность подачи раствора синтетического пенообразователя общего назначения должна составлять $0,15 \text{ л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

2.3. Применение других веществ и способов пожаротушения

2.3.1. При тушении пожаров в резервуарах с вязкими и легкозастывающими продуктами (мазут, масла и нефть) возможно применение распыленной воды для охлаждения поверхностного слоя горячей жидкости до температуры ниже их температуры вспышки. Необходимым условием тушения распыленной водой является низкая среднееобъемная температура горючего (ниже температуры вспышки). Интенсивность подачи распыленной воды следует принимать $0,2 \text{ л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

2.3.2. Для тушения проливов в обваловании и межсвайном пространстве под резервуаром, локальных очагов горения на задвижках, фланцевых соединениях, в зазоре между стенкой резервуара и плавающей крышей допускается применение огнетушащих порошковых составов с интенсивностью подачи для нефти и нефтепродуктов $0,3 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, для газового конденсата - $0,5 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$. Главную роль в механизме тушения порошками играет ингибирование пламени. Порошки не обладают охлаждающим действием. Поэтому после тушения пламени возможно повторное воспламенение горючего. Чтобы это предотвратить, целесообразно применять комбинированные методы тушения, сочетая подачу порошков с подачей пенных средств:

основное тушение пеной с дотушиванием порошком отдельных очагов горения;

основное тушение порошком небольших очагов горения, затем подача пены для предотвращения повторного воспламенения.

Интенсивность во всех случаях такая же, как и при индивидуальном использовании этих веществ.

Применение комбинированного метода тушения требует дополнительных сил и средств. Поэтому он целесообразен, как правило, в тех случаях, когда тушение одним огнетушащим веществом не достигается.

Основные характеристики огнетушащих порошков общего назначения приведены в прил. 5.

2.4. Особенности тушения пожаров в резервуарах подслонным способом

2.4.1. Тушение пожара подачей пены в основание резервуара может быть осуществлено двумя способами. Первый заключается в подаче низкократной пены снизу на поверхность горячей жидкости через эластичный рукав, который защищает пену от непосредственного контакта с нефтепродуктом. Такая защита пены необходима, поскольку для ее получения применяется обычный пенообразователь общего назначения. Второй способ - подача низкократной пены непосредственно в слой горючей жидкости - стал возможным после появления фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей, пены которых инертны к нефти и нефтепродуктам. Он является более надежным и простым в исполнении.

Преимущество подслонного способа перед традиционным, где пену подают сверху, заключается в защищенности пеногенераторов и пенопроводов от взрыва паровоздушной смеси. Важно, что при реализации подслонного способа личный состав пожарных подразделений и техника находятся за обвалованием и меньше подвергаются непосредственной опасности от выброса или вскипания горячей нефти.

2.4.2. При ликвидации пожаров в резервуарах, оборудованных системой подслонного тушения, подача пены низкой кратности осуществляется непосредственно в слой нефтепродукта через пенопроводы системы пожаротушения, находящиеся в нижней части резервуара, с помощью передвижной пожарной техники.

Система подслонного тушения включает протяженную линию трубопроводов для подачи пенообразующего раствора к пеногенераторам и далее низкократной пены по пенопроводам через стенку резервуара внутрь, непосредственно в нефтепродукт, через систему пенных насадков.

2.4.3. Тушение пожаров подачей пены в слой горючего возможно только при использовании специальных пенообразователей, обладающих инертностью к нефтепродуктам и способных образовывать пленку на поверхности горючей жидкости.

Нормативные интенсивности подачи раствора пенообразователя выбираются в соответствии с табл. 2.2.

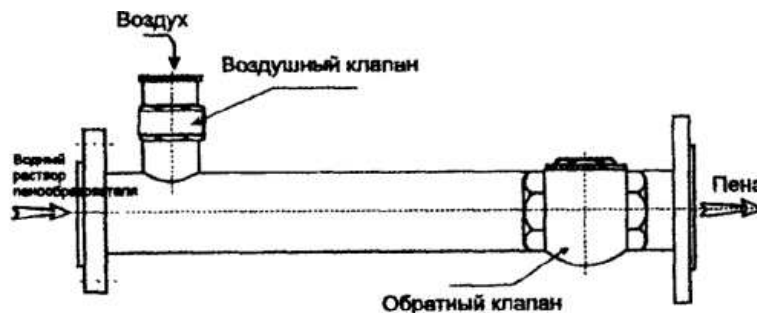


Рис. 2.1. Общий вид высоконапорного пеногенератора для получения пены низкой кратности



Рис. 2.2. Схема внутреннего устройства пеногенератора

2.4.4. Пена низкой кратности образуется в высоконапорных пеногенераторах, устанавливаемых за обвалованием. Общий вид высоконапорного пеногенератора для подачи пены низкой кратности в слой горючего представлен на рис. 2.1 и 2.2. Тактико-технические характеристики пеногенераторов приведены в прил. 4.

3. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРАХ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

3.1. Общие требования

3.1.1. Тушение пожаров в резервуарах и резервуарных парках представляет собой боевые действия, направленные на ликвидацию пожара.

Организация тушения пожаров в резервуарах и резервуарных парках должна осуществляться с учетом требований Боевого устава пожарной охраны (БУПО), а также настоящего Руководства.

3.1.2. Управление боевыми действиями при тушении пожара предусматривает: оценку обстановки и создание соответствующей требованиям БУПО штатной структуры управления боевыми действиями на месте пожара;

определение компетенции оперативных должностных лиц и их персональной ответственности при выполнении поставленных задач;

планирование действий по тушению пожара, в том числе определение необходимых сил и средств, принятие решений по организации боевых действий;

постановку задач перед участниками тушения пожара, обеспечение контроля и необходимого реагирования на изменение обстановки на пожаре;

осуществление в установленном порядке учета изменения обстановки на пожаре, применения сил и средств для его тушения, а также регистрацию необходимой информации, в том числе диспетчером и с помощью технических средств штатной службы управления гарнизоном;

проведение других мероприятий, направленных на обеспечение эффективности боевых действий по тушению пожара.

3.1.3. Непосредственное руководство тушением пожара осуществляется руководителем тушения пожара (РТП), прибывшим на пожар старшим должностным лицом пожарной охраны (если иное не установлено другими документами). РТП на принципах единоначалия управляет личным составом, участвующим в боевых действиях по тушению пожара, а также привлеченными силами.

Указания РТП обязательны для исполнения должностными лицами и гражданами на территории, где осуществляются боевые действия по тушению пожара.

Никто не вправе вмешиваться в действия РТП или отменять его распоряжения при тушении пожара.

3.1.4. Руководитель тушения пожара обязан:

обеспечивать управление боевыми действиями на пожаре непосредственно или через оперативный штаб;

установить границы территории, на которой осуществляются боевые действия по тушению пожара, порядок и особенности указанных действий;

провести разведку пожара и определить решающее направление боевых действий;

сообщать диспетчеру гарнизона пожарной охраны необходимую информацию об обстановке на пожаре;

организовывать связь на пожаре;

определить его номер (ранг), вызвать силы и средства в количестве, достаточном для ликвидации пожара;

организовать требуемое охлаждение горящего и соседних с ним резервуаров;

определить способ тушения горящего резервуара;

создать на месте оперативный штаб тушения пожара с обязательным включением в его состав представителей администрации и инженерно-технического персонала объекта и, при необходимости, других служб;

определить боевые участки и назначить их начальников;

организовать подготовку пенной атаки, назначить расчеты личного состава и ответственных лиц из начальствующего состава для обеспечения работы средств тушения (ГПС, ГНП, переносных мониторов);

принимать решения об использовании на пожаре специальных служб гарнизона пожарной охраны;

лично и с помощью специально назначенных работников объекта и пожарной охраны обеспечить выполнение правил охраны труда, доводить до участников тушения пожара информацию о возникновении угрозы для их жизни и здоровья;

при угрозе вскипания, выброса или разрушения горящего резервуара создать второй рубеж защиты по обвалованию соседних резервуаров с установкой пожарных машин на удаленные водосточники и прокладкой резервных рукавных линий с подсоединением стволов и пеногенераторов;

обеспечивать в установленном порядке взаимодействие со службами жизнеобеспечения (энергетической, водопроводной, скорой медицинской помощи и др.), привлекаемыми в установленном порядке к тушению пожара;

выполнять обязанности, возлагаемые в соответствии со статьями 56, 62-64 БУПО на оперативный штаб, если указанный штаб на пожаре не создается.

3.1.5. При разведке пожара кроме выполнения общих задач, изложенных в БУПО, необходимо определить:

продолжительность пожара в резервуаре к моменту прибытия пожарных подразделений и характер разрушения резервуара;

количество и вид ЛВЖ и ГЖ в горящем и соседних резервуарах, уровни заполнения, наличие водяной подушки (подтоварной воды);

возможность вскипания и выброса;

состояние обвалований, угрозу повреждения смежных сооружений при выбросах или разрушениях резервуара, пути возможного растекания жидкостей с учетом рельефа местности;

места установки пеноподъемников, пеномониторов;

наличие и состояние производственной и ливневой канализации, смотровых колодцев и гидрозатворов; возможность отвода воды из обвалования и ее повторного использования для охлаждения резервуаров; возможность откачки нефти (нефтепродуктов) из горящего резервуара и заполнения его водой, паром, инертными газами; наличие, состояние и возможность использования установок и средств пожаротушения, водоснабжения и пенообразующих веществ;

возможность откачки или дренажа донной воды из горящего резервуара;

возможность быстрой доставки пенообразователя с соседних объектов.

3.1.6. В зависимости от вида пожара в резервуаре, имеющейся пожарной техники и ПТВ, средств пожаротушения, наличия и состояния стационарных систем пожаротушения РТП должен определиться со способом тушения пожара.

Пенная атака для тушения пожара в резервуаре должна осуществляться одним из следующих способов:

подачей пены средней кратности с помощью пеноподъемников, техники, приспособленной для ее подачи, или стационарных пенокамер в случае их работоспособности;

подачей пены низкой кратности на поверхность горючей жидкости с помощью мониторов;

подачей пены низкой кратности в слой горючей жидкости (при наличии системы подслоного тушения).

3.1.7. Подготовку к пенной атаке необходимо проводить в короткие сроки. РТП лично контролирует места установки пожарной техники, ход подготовки пенной атаки, определяет места установки пеноподъемников, проверяет правильность расчетных данных для проведения пенной атаки.

3.1.8. Все операции по откачке нефтепродукта из горящего и соседних резервуаров должны проводиться только с разрешения администрации объекта и по согласованию с РТП. Рекомендации по откачке и оценка ее влияния на эффективность тушения и взрывоопасность соседних с горящим резервуаров даны в прил. 8.

3.2. Организация работы оперативного штаба

3.2.1. Организация работы оперативного штаба тушения пожаров в резервуарах и резервуарных парках осуществляется согласно требованиям БУПО.

Место штаба должно находиться с наветренной стороны, вне зоны активного воздействия лучистой энергии пожара, и обеспечивать хороший обзор очага пожара и смежных резервуаров.

3.2.2. Оперативный штаб, кроме выполнения общих задач, обязан:

координировать работу всех служб, участвующих в тушении пожара;

постоянно уточнять расчетное количество сил и средств для проведения пенной атаки в зависимости от типа пенообразователя, способа подачи пены в очаг горения, времени свободного горения,

определить расчетом величину давления на насосах пожарных машин, подающих раствор пенообразователя к пеногенераторам или пеномониторам;

определить расчетом величину давления на насосах пожарных машин, подающих пенообразователь во всасывающую или напорную линию пожарных машин, обеспечивающих работу пеногенераторов или пеномониторов;

организовать связь на пожаре, обеспечивающую четкое и бесперебойное управление силами и средствами, их взаимодействие, а также взаимодействие с администрацией и службами объекта;

организовать бесперебойное водоснабжение места пожара;

организовать необходимый запас огнетушащих веществ, резерв пожарной техники и пожарно-технического вооружения;

контролировать состояние горящего и соседних с ним резервуаров, их герметичность, наличие и возможность образования "карманов", особенности поведения конструкций, состояние коммуникаций и задвижек на участке пожара;

определить максимально допустимое время ввода сил и средств для охлаждения соседних с горящим резервуаров;

оценить взрывоопасность соседних резервуаров в соответствии с прил. 6;

по рабочим документам, имеющимся в резервуарном парке, и путем опроса операторов и другого персонала резервуарного парка установить обводненность продукта в горящем резервуаре, наличие донной воды;

определить возможность и расчетное время вскипания или выброса, а также направления, по которым возможно растекание горючей жидкости;

при длительном горении организовать работу тыла, предусмотрев создание групп по направлениям работы (подача пены и воды, доставка пенообразователей и ГСМ, связь, ремонт техники);

при угрозе разрушения горящего резервуара, выброса, вскипания создать второй рубеж защиты с установкой пожарных автомобилей на дальние водосточники и прокладкой резервных рукавных линий с подключенными стволами и пеногенераторами, сосредоточить вспомогательную технику (бульдозеры, самосвалы, экскаваторы, скреперы), обеспечить доставку песка, организовать работы по сооружению заградительных валов и отводных канав для ограничения размеров возможного растекания горячей жидкости;

установить и объявить личному составу сигналы начала и прекращения подачи пены, сигнал на отход при наличии угрозы разрушения резервуара, вскипания или выброса горячей жидкости из резервуара;

определить необходимость удаления воды из обвалования горящего и соседних с ним резервуаров, пути отвода и возможность использования ее для охлаждения резервуаров;

определить необходимость откачки горючей жидкости из горящего и соседних с ним резервуаров;

определить место расположения лагеря для резерва личного состава, обеспечив его питанием, пунктами отдыха, санитарной обработки и медицинской помощи.

3.2.3. Оперативный штаб пожаротушения обязан поддерживать постоянную связь с администрацией объекта и представителями региональных органов МЧС через их представителей в составе штаба, обеспечить выполнение необходимых аварийных работ и получение информации, требующейся для принятия правильного решения по тушению пожара, защите соседних резервуаров и ближайших сооружений.

3.2.4. Оперативный штаб тушения пожара обязан вести учет сил и средств, фиксировать расстановку их по боевым участкам, вести документацию, предусмотренную БУПО.

3.3. Охлаждение резервуаров

3.3.1. Первоочередной задачей в действиях пожарных подразделений при тушении пожаров в резервуарах типа РВС является организация охлаждения горящего и соседних резервуаров с применением водяных стволов и (или) стационарных установок охлаждения.

Охлаждение горящего резервуара следует производить по всей длине окружности стенки резервуара, а соседних с ним - по длине полуокружности, обращенной к горящему резервуару. Допускается не охлаждать соседние с горящим резервуары в том случае, если угроза распространения на них пожара отсутствует.

Интенсивность подачи воды на охлаждение резервуаров принимается по табл. 3.1.

Нормативные интенсивности подачи воды на охлаждение

Способ орошения	Интенсивности подачи воды на охлаждение, л·с ⁻¹ на метр длины окружности резервуара типа РВС		
	горящего	негорящего соседнего	при пожаре в обваловании
Стволами от передвижной пожарной техники	0,8	0,3	1,2
Для колец орошения:			
при высоте РВС более 12 м	0,75	0,3	1,1
при высоте РВС 12 м и менее	0,5	0,2	1,0

3.3.2. Первые стволы подаются на охлаждение горящего резервуара, а затем на охлаждение соседних, находящихся на удалении от горящего не более двух минимальных расстояний между резервуарами (прил. 1, табл. 3), с учетом направления ветра и теплового излучения (прил. 7). Для охлаждения горящего резервуара первые стволы необходимо подать на наветренный и подветренный участки стенки резервуара. Охлаждение резервуаров объемом 5000 м³ и более целесообразно осуществлять лафетными стволами.

Охлаждение соседних резервуаров необходимо производить, начиная с того, который находится с подветренной стороны от горящего резервуара.

Необходимо предусмотреть один лафетный ствол для защиты дыхательной арматуры на соседнем резервуаре, находящемся с подветренной стороны от горящего.

3.3.3. Количество стволов определяется расчетом, исходя из интенсивности подачи воды на охлаждение (табл. 3.1), но не менее трех для горящего резервуара и не менее двух для негорящего.

3.3.4. При пожарах в подземных железобетонных резервуарах струями воды охлаждается дыхательная и другая арматура, установленная на крышах соседних железобетонных резервуаров.

3.3.5. При горении в обваловании охлаждение стенки резервуара, находящейся непосредственно в зоне воздействия пламени, осуществляется из лафетных стволов. Кроме того, необходимо охлаждать узлы управления коренными задвижками, хлопушами, а также фланцевые соединения.

3.3.6. На затяжных пожарах для охлаждения горящего и соседних с ним резервуаров допускается использовать воду, скопившуюся в обваловании.

3.3.7. В период пенной атаки необходимо охлаждать всю поверхность нагретых стенок резервуара и более интенсивно в местах установки пеноподъемников. После того как интенсивность горения в резервуаре будет снижена, водяные струи следует направлять на стенки резервуара на уровне горячей в нем жидкости и несколько ниже этого уровня для охлаждения верхних слоев горючего. Охлаждать резервуары необходимо непрерывно до ликвидации пожара и их полного остывания.

3.4. Подготовка и проведение пенной атаки

3.4.1. Для подготовки пенной атаки необходимо:
назначить из числа наиболее опытных лиц начальствующего состава пожарной охраны начальника боевого участка по подготовке и проведению пенной атаки;

сосредоточить на месте пожара расчетное количество сил и средств. Запас пенообразователя и воды принимается трехкратным при расчетном времени тушения 15 мин - при подаче пены сверху и 10 мин - при подаче пены под слой горючего;

собрать схему подачи пены. Принципиальные схемы боевого развертывания приведены в прил. 4;

провести тщательную проверку собранной схемы подачи пены, опробовать работу техники;

о начале и прекращении пенной атаки объявить по громкоговорящему устройству и продублировать по радиосвязи. Все сигналы на пожаре должны отличаться от сигнала на эвакуацию.

3.4.2. Подача пены средней или низкой кратности на поверхность горючей жидкости должна осуществляться с помощью пеноподъемников, стационарных пенокамер или пенных лафетных стволов. Подача огнетушащих веществ должна осуществляться преимущественно из-за обвалования.

Пеноподъемники Трофимова допускается использовать для тушения резервуаров объемом не более 700 м³.

3.4.2.1. При тушении пеной средней кратности необходимо установить пеноподъемник (пеноподъемники) с расчетным количеством пеногенераторов с наветренной стороны, провести тщательную проверку собранной схемы подачи пены (стрела пеноподъемника с пеногенераторами должна находиться выше стенки резервуара не менее чем на 0,5 м), опробовать работу техники и визуально определить качество пены. Определение качества пены производится при отведенной гребенке с пеногенераторами в сторону от горящего резервуара. Если в течение 2-3 мин не получается качественной пены, следует выяснить причины и устранить их. Учитывая дальность растекания пены для тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах емкостью 10000 м³ и более, пеногенераторы ГПС следует подавать с помощью АКП-30, АКП-50 или аналогичной техники.

Необходимо предусмотреть один лафетный или ручной ствол для защиты пеноподъемников с пеногенераторами при проведении пенной атаки.

3.4.2.2. При тушении нефти и нефтепродуктов пеной средней кратности в подземных железобетонных резервуарах количество пеногенераторов ГПС определяется из условия подачи пены с нормативной интенсивностью на всю площадь резервуара независимо от площади проемов, образующихся в его покрытии. Тушение отдельных очагов горения у колонн и в "карманах", образовавшихся при обрушении плит покрытия и стен, осуществлять с помощью водопенных стволов (ВПС). Количество ВПС определяет РТП, исходя из сложившейся на пожаре обстановки. Подача пены в горящий железобетонный резервуар должна производиться непосредственно от стенки резервуара с наветренной стороны.

3.4.2.3. При тушении пеной низкой кратности следует использовать пенные лафетные стволы или мониторы, устанавливаемые на обваловании или перед ним. Проверка качества пены осуществляется аналогично п. 3.3.2.1.

3.4.2.4. Тушение пожара в резервуарах с понтоном следует осуществлять как в резервуарах со стационарной крышей без понтона. Расчетная площадь горения принимается равной всей площади резервуара.

3.4.2.5. В резервуаре с плавающей крышей расчетная площадь горения и тактические приемы тушения определяются площадью пожара.

На резервуарах с плавающей крышей в начальной стадии пожара при горении нефти или нефтепродукта в зазоре между стенкой резервуара и краем плавающей крыши к тушению следует приступать немедленно, независимо от количества прибывших сил и средств. При этом пену следует подавать равномерно в кольцевое пространство между стенкой резервуара и барьером крыши. Для подачи пены могут быть использованы как стационарно установленные пеногенераторы, так и переносные пенные стволы. Последние необходимо подавать с площадок стационарных лестниц и обходных площадок, снабженных спасательными веревками, с наветренной стороны резервуара.

При развитии пожара за пределами кольцевого пространства тушение должно производиться как в обычных резервуарах со

стационарной крышей. Расчетная площадь горения в этом случае принимается равной всей площади резервуара.

3.4.3. Тушение нефти и нефтепродуктов подслоиным способом производится в резервуарах, оборудованных системой подслоиногo пожаротушения.

При использовании системы подслоиногo пожаротушения следует применять только фторированные пленкообразующие пенообразователи.

3.4.3.1. При тушении методом подачи пены под слой горючего РТП кроме требований, перечисленных в п. 3.2.1, обязан: назначить расчеты личного состава и ответственных лиц из начальствующего состава для обеспечения работы и обслуживания системы подслоиногo тушения и пультов управления задвижками;

проверить наличие жесткой опоры у пеногенераторов;

при подаче пены в технологический трубопровод закрыть задвижки и обеспечить поступление пены в горящий резервуар.

3.4.3.2. При проведении пенной атаки необходимо:

по команде РТП открыть задвижки на пенопроводах; на насосе пожарного автомобиля, подающего пенообразователь в напорную линию, установить давление, превышающее давление воды на смесителе на 0,05-0,1 МПа; осуществить подачу пены всеми расчетными средствами непрерывно до полного прекращения горения;

откачку нефтепродукта из горящего резервуара прекратить, если она до этого момента производилась.

3.4.3.3. Горение проливов продукта в обваловании резервуарного парка ликвидируется в первую очередь в местах расположения пенопроводов систем подслоиногo пожаротушения путем немедленной подачи огнетушащих веществ.

3.4.4. Пенную атаку необходимо проводить одновременно всеми расчетными средствами непрерывно до полного прекращения горения.

Для предупреждения повторного воспламенения нефти или нефтепродукта подачу пены в резервуар необходимо продолжать не менее 5 мин после прекращения горения.

Если в течение 15 мин при подаче пены сверху и 10 мин при подаче пены под слой горючей жидкости с начала пенной атаки интенсивность горения не снижается, то следует прекратить подачу пены и выяснить причины.

Тушение может быть не достигнуто из-за недостаточной интенсивности подачи раствора пенообразователя, а также плохого качества пены вследствие:

низкого напора перед пенными стволами;

засорения сеток или смесителей;

недостаточной концентрации пенообразователя в растворе;

расположения пенных стволов пеноподъемников в факеле пламени.

3.4.5. В случае продолжения пожара в резервуаре в закрытых для подачи пены зонах горение (по решению РТП) может быть ликвидировано с помощью ручных порошковых и пенных стволов, подаваемых через борт резервуара, или другими способами (подачей в "карман" инертных газов, водяного пара, воды аэрозольного распыла).

3.4.6. При тушении факельного горения на технологической арматуре или над отверстиями (щелями) резервуара следует применять пенные или водяные струи, подаваемые из лафетных стволов.

3.4.7. Горение нефтепродуктов в обваловании, межвайном пространстве, фланцевых соединениях, на узлах управления задвижками следует ликвидировать с помощью лафетных или ручных стволов, мониторов.

3.4.8. Одновременно с администрацией объекта принимаются меры к прекращению истечения жидкости из резервуара или трубопроводов путем перекрытия ближайших к аварийному участку задвижек и хлопущ на резервуарах. Эффективным приемом для ликвидации горения жидкости, вытекающей из поврежденных задвижек и трубопроводов, является закачка воды (при наличии такой возможности) в поврежденный трубопровод.

3.4.9. В случае пожара в обваловании или при интенсивном обогреве соседних резервуаров целесообразно подать пену на поверхность горючей жидкости в них с помощью стационарных систем пожаротушения.

3.4.10. Тушение пожаров в резервуарах без подрыва стационарной крыши необходимо осуществлять с помощью стационарных пенных камер, установленных на резервуарах, или системы подслоиногo тушения (при ее наличии). При невозможности использования стационарных систем необходимо производить вырезку отверстий в стенке резервуара.

3.5. Особенности тушения пожаров

3.5.1. Специфика боевых действий подразделений ГПС по тушению пожаров в резервуарах и резервуарных парках, как правило, зависит от условий возникновения и развития пожара, к которым относятся:

образование "карманов", в которые не может быть подана пена;

образование прогретого слоя горючей жидкости толщиной 1 м и более;

низкая температура окружающей среды;

горение в обваловании;

одновременное горение двух и более резервуаров.

3.5.2. При наличии "карманов" необходимо провести специальные мероприятия, позволяющие обеспечить одновременную подачу огнетушащих средств как на открытую поверхность горючего, так и в область "кармана". Одним из способов обеспечения подачи пены в "карман" является проведение работ по вскрытию стенки горящего резервуара.

3.5.2.1. Специальные мероприятия проводятся по решению оперативного штаба.

3.5.2.2. Перед началом работ по вскрытию стенки необходимо провести мероприятия, исключающие или значительно уменьшающие опасность выброса и вскипания. Прогретый слой может быть ликвидирован при подаче пены с нормативной интенсивностью в течение 5-10 мин, а также различными видами перемешивания.

3.5.2.3. Разлившийся в обваловании нефтепродукт, а также участок возле резервуара, где будут проводиться огневые работы, следует покрыть слоем пены; пенные стволы держать в постоянной готовности.

Нижняя кромка отверстия должна располагаться выше уровня горючей жидкости не менее чем на 1 м (это положение определяется визуально по степени деформации стенки, выгоранию слоя краски). Газорезчик должен быть одет в теплоотражательный костюм. Баллоны с кислородом и горючим газом устанавливаются за пределами обвалования и защищаются от теплового воздействия. Шланги для подачи кислорода и горючего газа защищаются с помощью распыленных водяных струй.

3.5.3. Пенную атаку необходимо проводить одновременно с подачей стволов как на открытую поверхность, так и в "карман".

3.5.4. В отдельных случаях можно ликвидировать "карманы" путем закачки нефтепродукта (воды, если горит светлый нефтепродукт) или откачки его с последующим тушением.

3.5.5. Тушение пожара при низком уровне нефти или нефтепродукта под понтоном или плавающей крышей, лежащих на стойках, может быть достигнуто одним из следующих способов:

подачей пены на поверхность горючей жидкости через отверстия (окна), вырезанные в стенке резервуара под понтоном (плавающей крышей) выше уровня жидкости;

закачкой нефти или нефтепродукта (воды, если горит светлый нефтепродукт) поднять уровень продукта выше опорных стоек и осуществить тушение в обычном порядке.

3.5.6. В отдельных случаях для тушения пожара в замкнутом объеме резервуара можно использовать пар, инертные газы, если существует возможность их подачи, в комбинации с охлаждающими средствами тушения.

3.5.7. При горении нескольких резервуаров и недостатке сил и средств для их одновременного тушения все имеющиеся силы и средства необходимо сосредоточить на тушении одного резервуара, расположенного с наветренной стороны, или того, который больше всего угрожает соседним негорящим резервуарам.

3.4.8. Тушение пожаров в резервуарах в условиях низких температур усложняется тем, что, как правило, увеличивается время сосредоточения достаточных сил и средств для проведения пенной атаки. Рекомендации по тушению пожаров в условиях низких температур изложены в прил. 6.

3.5.9. Тушение темных нефтепродуктов, при горении которых образовался гомотермический (прогретый) слой значительной толщины, целесообразно осуществлять введением поочередно пенных стволов. Непосредственно перед пенной атакой территорию между пеноподъемниками и резервуаром покрыть слоем пены, а охлаждение горящего резервуара осуществлять из-за обвалования. Кроме того, принять меры по защите пеноподъемников и рукавных линий водяными струями.

При этом РТП необходимо выполнить условие безопасности, которое выражается как:

$$H_p > 3H_{np},$$

где H_p - высота свободной стенки резервуара, м; H_{np} - толщина прогретого слоя горючей жидкости, м.

Величина H_{np} определяется по формуле

$$H_{np} = W \tau,$$

где W - линейная скорость прогрева горючего, м·ч⁻¹; τ - время свободного горения, ч.

Несоблюдение этого условия может привести к переливу вспенившегося нефтепродукта через борт резервуара. В этом случае пену необходимо подавать из-за обвалования. При этом требуется обеспечить расчетное количество сил и средств для тушения пожара по площади обвалования.

Для предупреждения возможных выбросов при длительном горении нефти и темных нефтепродуктов необходимо принимать меры по удалению слоя донной (подтоварной) воды. Для этого могут быть использованы трубопроводы резервуара.

3.5.10. При угрозе выброса или вскипания на месте пожара сосредоточить необходимое количество бульдозеров, самосвалов, скреперов и другой необходимой техники.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

4.1. Разработка планов пожаротушения

4.1.1. На каждый объект хранения нефти и нефтепродуктов следует разрабатывать план пожаротушения с учетом действующих нормативных документов.

Расчет необходимых для ликвидации пожара сил и средств в плане пожаротушения проводится в трех вариантах.

4.1.2. Первый вариант (нормативный) предусматривает тушение пожара передвижной пожарной техникой:

в наземных вертикальных резервуарах с понтоном или без него, с плавающей крышей и в подземных резервуарах по площади горизонтального сечения наибольшего резервуара;

в горизонтальных резервуарах по площади резервуара в плане;

для наземных резервуаров объемом до 400 м³, расположенных на одной площадке, по площади в пределах обвалования этой группы, но не более 300 м².

Интенсивность подачи раствора пенообразователя для расчета сил и средств выбирается по табл. 2.1 или 2.2 с учетом времени свободного развития пожара.

4.1.3. Второй вариант предусматривает тушение пожара в резервуаре, на запорной арматуре и в обваловании одновременно. При локальном разрушении резервуара площадь растекания нефтепродукта определяется границами обвалования, а в случае полного разрушения - по формуле

$$F = K_a \cdot V_p,$$

где F - прогнозируемая площадь растекания нефтепродукта, м²; K_a - коэффициент затопления, м²·м⁻³; V_p - объем хранимой жидкости в резервуаре, м³.

Величина коэффициента затопления принимается в зависимости от расположения резервуара на местности: 5 - в низине или на ровной площадке; 12 - на возвышенности.

4.1.4. Третий вариант предусматривает тушение пожара в случае его распространения на другие резервуары. Для парка стальных наземных резервуаров этот вариант должен предусматривать вероятность горения всех резервуаров, находящихся в одном обваловании; для парка подземных резервуаров - исходя из особенностей парка и хранящихся жидкостей, но не менее одной трети резервуаров.

4.1.5. Вариант распространения пожара на всю территорию объекта, а также с выходом за его пределы, должен составляться совместно с представителями МЧС и предусматривать привлечение сил и средств не только пожарной охраны, но и сил и средств МЧС.

4.1.6. На каждый резервуар составляются схемы и таблицы с указанием мест установки пеноподъемников или пеномониторов, количества пенных стволов, требуемого запаса пенообразователя и воды.

4.1.7. Нормативный запас пенообразователя, воды и пеноподающая техника, как правило, должны находиться на территории объекта. В отдельных случаях, при наличии в городе или на объекте нескольких резервуарных парков, а также если резервуарный парк оборудован стационарной системой пожаротушения, расчетный запас пенообразователя для тушения пожара передвижными средствами может находиться в другом месте, но при этом время их сосредоточения на месте пожара не должно превышать 1 ч с момента сообщения.

4.1.8. Определить требуемое количество и порядок привлечения для организации тушения пожаров грузовых автомобилей, самосвалов, бульдозеров, экскаваторов, поливочных автомобилей (для подвоза пенообразователя), а также другой техники. Эти вопросы должны быть согласованы с руководством предприятий, имеющих такую технику, и утверждены главой администрации города (населенного пункта или района).

4.1.9. При разработке планов пожаротушения необходимо определить максимально допустимое время ввода сил и средств для охлаждения соседних резервуаров (прил. 7, рис. 1).

Резервуары подлежат охлаждению в зависимости от концентрации паров внутри в следующем порядке; в области взрывоопасных значений;

ниже нижнего концентрационного предела распространения пламени;
выше верхнего концентрационного предела распространения пламени.

Взрывоопасность среды в облучаемом пламенем пожара резервуаре определяется по рис. 2 прил. 7.

4.1.10. При наличии систем подслоного тушения в планах пожаротушения должны быть предусмотрены схемы боевого развертывания в зависимости от имеющейся пожарной техники.

Для устойчивой работы системы подслоного тушения необходимо использовать пожарные рукава, прошедшие испытания под давлением согласно действующим документам.

4.1.11. При недостатке в гарнизоне пожарной охраны сил и средств следует определить порядок привлечения сил и средств ближайших гарнизонов и опорных пунктов тушения пожаров, техники с других объектов, а при необходимости - сил и средств пожарной охраны соседних субъектов Российской Федерации, согласовав это с соответствующим УГПС, ОГПС. Согласовать порядок вызова и участия сил МЧС, воинских частей, работников милиции, медицинских служб, добровольных пожарных дружин объектов.

4.1.12. Корректировка планов тушения пожаров в резервуарных парках должна проводиться ежегодно, а также при проведении реконструкции резервуарного парка, изменении численности объектовых пожарных частей и подразделений и их технического оснащения.

4.2. Подготовка личного состава

4.2.1. Подготовка личного состава гарнизона пожарной охраны к тушению пожаров в резервуарах и резервуарных парках проводится на занятиях по служебной и боевой подготовке, пожарно-тактических учениях и занятиях в соответствии с приказами, указаниями МВД России, ГУГПС МВД России.

4.2.2. На теоретических занятиях личный состав знакомится с конструкцией резервуаров защищаемого объекта, основными свойствами хранимых продуктов, возможными видами пожаров в резервуарах и резервуарных парках и способами их тушения, мерами безопасности при ведении боевых действий.

На практических занятиях личный состав отрабатывает действия по формированию навыков по сборке схем боевого развертывания для проведения пенной атаки, взаимодействию боевых участков, слаженности действий при боевом развертывании и тушении пожара в резервуарах и резервуарных парках согласно имеющимся планам пожаротушения и требованиям настоящего Руководства.

4.2.3. Пожарно-тактические учения проводятся в соответствии с методическими указаниями по пожарно-тактической подготовке и плану пожаротушения.

Обучение РТП и начальствующего состава пожарных частей действиям при пожаре в резервуарном парке, оценке обстановки на пожаре при различных вариантах его развития и принятию правильных решений целесообразно проводить с использованием ЭВМ.

4.2.4. При проведении учений отрабатываются:

действия персонала по своевременному сообщению о пожаре и функционированию служб объекта;

своевременность сбора сил и средств и их взаимодействие;

взаимодействие пожарной охраны со службами объекта и населенного пункта;

схемы боевого развертывания для проведения пенной атаки;

взаимодействие с привлекаемыми подразделениями МЧС России и другими формированиями;

схемы расстановки пожарной техники;

порядок работы оперативного штаба;

действия личного состава на боевых участках;

действия по защите дыхательной и другой арматуры соседних резервуаров;

действия пожарных и других лиц при подаче специальных сигналов;

схемы подачи воды на охлаждение горящего и соседних с ним резервуаров;

подготовка и проведение пенной атаки;

действия по отводу воды из обвалования горящего резервуара и ее возможному использованию для охлаждения.

4.2.5. При наличии пожарных полигонов с резервуарами или их фрагментами ПТУ отрабатываются действия личного состава при реальном тушении горящего резервуара, обычно на его фрагменте, при этом можно давать различные вводные, учитывающие особенности тушения с усложняющими факторами.

4.3. Взаимодействие пожарной охраны со службами объекта и населенного пункта

4.3.1. Взаимодействие при тушении пожара осуществляется на основании планов локализации и ликвидации пожароопасных ситуаций и пожаров (далее по тексту - планов), которые должны разрабатываться администрацией объекта и согласовываться со всеми участниками взаимодействия. Участниками взаимодействия являются:

подразделения пожарной охраны;

администрация объекта;

службы жизнеобеспечения объекта и населенного пункта;

организации, осуществляющие водоснабжение объекта;

организации, осуществляющие подачу электроэнергии;

организации газового хозяйства населенного пункта или объекта;

другие службы, привлекаемые в установленном порядке к тушению пожара.

4.3.2. Координация деятельности служб и постановка задач на проведение работ, связанных с ликвидацией пожара, возлагается до прибытия пожарных подразделений на администрацию объекта. После прибытия пожарных подразделений координация их деятельности возлагается на РТП и оперативный штаб пожаротушения, если иное не оговорено планом ликвидации аварии.

4.3.3. В планах указывается:

система оповещения о возникшем пожаре и взаимном обмене информацией;

состав и дислокация сил и средств, выделяемых участниками взаимодействия при получении сообщения при пожаре;

порядок привлечения и организация связи между участниками взаимодействия;

первоочередные действия каждого участника взаимодействия при получении сигнала о пожаре;

особенности территории, дорог, водообеспечения;

особенности технологических процессов промышленных и других предприятий, оказывающих влияние на обстановку на пожаре и его ликвидацию;

организация материально-технического обеспечения тушения пожара и обеспечения аварийно-восстановительных работ для ликвидации последствий пожара;

перечень и особенности юридических аспектов по вопросам привлечения сил и средств организаций и предприятий различных форм собственности к решению задач по тушению пожара и ликвидации его последствий;

ответственность сторон-участников взаимодействия.

4.3.4. Отработку совместных действий с привлечением всех предполагаемых участников взаимодействия рекомендуется

осуществлять в рамках проведения пожарно-тактических учений.

5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. При тушении пожара необходимо обеспечить выполнение требований "Правил по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Российской Федерации" [14] и настоящего Руководства. Дополнительные меры безопасности должны быть предусмотрены в плане пожаротушения с учетом характерных особенностей объекта и развития пожара.

5.2. Перед началом боевого развертывания руководитель тушения пожара обязан:

выбрать и указать личному составу наиболее безопасные и кратчайшие пути прокладки рукавных линий, переноса оборудования и инвентаря;

установить автомобили, оборудование и расположить личный состав на безопасном расстоянии с учетом возможного вскипания, выброса, разлива горячей жидкости и положения зоны задымления, а также, чтобы они не препятствовали расстановке прибывающих сил и средств. Избегать установки техники с подветренной стороны;

установить единые сигналы для быстрого оповещения людей об опасности и известить о них весь личный состав, работающий на пожаре (аварии), и определить пути отхода в безопасное место. Сигнал на эвакуацию личного состава при возникновении угрозы разрушения резервуара, вскипания или выброса горячей жидкости из резервуара следует подавать с помощью sireны от пожарного автомобиля по приказу РТП или оперативного штаба тушения пожара. Сигнал на эвакуацию личного состава должен принципиально отличаться от всех других сигналов на пожаре;

в целях обеспечения безопасности личного состава и техники при угрозе выброса устанавливать пожарные машины (за исключением техники, используемой для подачи огнетушащих веществ) с наветренной стороны не ближе 100 м от горящего резервуара;

в процессе подготовки к тушению пожара назначить наблюдателей за поведением горящего и соседних с ним резервуаров;

5.3. При проведении боевого развертывания запрещается:

начинать его до полной остановки пожарного автомобиля;

надевать на себя лямку присоединенного к рукавной линии пожарного ствола при подъеме на высоту;

переносить инструмент, обращенный рабочими поверхностями (режущими, колющими) по ходу движения;

поднимать на высоту рукавную линию, заполненную водой;

подавать воду в рукавные линии до выхода ствольщиков на исходные позиции.

5.4. Не допускается пребывание личного состава:

непосредственно не задействованного в тушении пожара в зоне возможного поражения при выбросе и вскипании;

на кровлях аварийных или соседних резервуаров, если это не связано с крайней необходимостью,

на покрытии горящего железобетонного резервуара.

5.5. Личный состав пожарной охраны, обеспечивающий подачу огнетушащих веществ на тушение и охлаждение резервуаров, должен работать в теплоотражательных костюмах, а при необходимости - под прикрытием распыленных водяных струй.

5.6. Подъем личного состава на крыши соседних с горящим наземных резервуаров и покрытия железобетонных заглубленных резервуаров не допускается. В исключительных случаях с разрешения оперативного штаба допускается пребывание на крышах резервуаров лиц, специально проинструктированных для выполнения работ по защите дыхательной и другой арматуры от теплового излучения.

5.7. При выполнении работ в зонах с повышенной тепловой радиацией необходимо предусмотреть своевременную замену личного состава.

5.8. При возникновении опасности образования загазованных зон необходимо:

контролировать зоны загазованности;

ограничить доступ людей и запретить работу техники в предполагаемой зоне загазованности;

организовать оповещение загазованной зоны с использованием предупредительных и запрещающих знаков.

5.9. Личный состав и иные участники тушения пожара обязаны следить за изменением обстановки: процессом горения, поведением конструкций, состоянием технологического и пожарного оборудования и, в случае возникновения опасности, немедленно предупредить всех работающих на этом участке и руководителя тушения пожара.

5.10. Категорически запрещается ствольщикам находиться в обваловании горящего резервуара при наличии проливов нефти или нефтепродукта, не покрытого слоем пены, и при отсутствии работающих пеногенераторов или пенных стволов в местах работы личного состава.

5.11. При угрозе выброса необходимо немедленно подать условный сигнал и вывести личный состав в безопасное место.

5.12. При работе с пенообразователем или его раствором личный состав должен быть обеспечен защитными очками или щитками.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы / Госстрой России. - М.: ГП ЦПП, 1993.
2. Указания по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. - М.: ГУПО-ВНИИПО, 1973.
3. Рекомендации по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. - М.: ВНИИПО, 1991.
4. Рекомендации по предупреждению и тушению пожаров в резервуарах с понтоном и плавающей крышей. - М., 1982.
5. Наставление по использованию передвижной пожарной техники для тушения пожаров горючих жидкостей в резервуарах подслонным способом. - М.: ВНИИПО-ВИПТШ, 1995.
6. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности и тактике тушения пожаров в резервуарах на свайных основаниях для условий Западной Сибири и Крайнего Севера. - Тюмень, 1987.
7. Определение нормативного запаса пенообразователя для тушения горючих жидкостей в резервуарах: Рекомендации. - М.: ВНИИПО, 1986.
8. Оптимизация параметров огнетушащей эффективности пенных средств для тушения пожаров углеводородных жидкостей: Методические рекомендации. - М.: ВНИИПО, 1988.
9. Тушение нефти и нефтепродуктов: Пособие / *Безродный И.Ф., Гилетич А.Н., Меркулов В.А.* и др. - М.: ВНИИПО, 1996.
10. *Молчанов В.П., Сучков В.П.* Варианты развития пожара в хранилищах нефтепродуктов // Пожарное дело. - 1994. - N 11.
11. *Блинов В.И., Худяков Г.Н.* Диффузионное горение жидкостей. - М.: АН СССР, 1961.
12. *Абдурагимов И.М., Андросов А.С., Исаева Л.К., Крылов Е.В.* Процессы горения. - М.: ВИПТШ, 1984.
13. Программа подготовки личного состава частей и подразделений Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Российской Федерации. - М., 1996.
14. Указания по тактической подготовке начальствующего состава пожарной охраны МВД СССР. - М., 1988.
15. Правила по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Российской Федерации. ПОТ РО-78-001-96. - М., 1996.

16. Инструкция взаимодействия между ГПС и службами жизнеобеспечения (со специальными службами города, района), а также подразделениями пожарной охраны министерств и ведомств.

17. Методика проведения тактико-специального учения по управлению силами и средствами при ликвидации аварий с последующим пожаром. - М.: ВНИИПО, 1995.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЕРВУАРОВ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ

Для хранения нефти и нефтепродуктов в отечественной практике применяются резервуары металлические, железобетонные, из синтетических материалов, льдогрунтовые.

Наиболее распространены, как у нас в стране, так и за рубежом, стальные резервуары. В соответствии с требованиями документа [1] применяются следующие типы стальных резервуаров:

вертикальные цилиндрические со стационарной конической или сферической крышей вместимостью до 20 000 м³ (при хранении ЛВЖ) и до 50 000 м³ (при хранении ГЖ);

вертикальные цилиндрические со стационарной крышей и плавающим понтоном вместимостью до 50 000 м³;

вертикальные цилиндрические с плавающей крышей вместимостью до 120 000 м³.

Геометрические характеристики основных типов стальных резервуаров приведены в табл. 1.

Стенки вертикальных стальных резервуаров состоят из металлических листов, как правило, размером 1,5×3 м или 1,5×6 м. Причем толщина нижнего пояса резервуара колеблется в пределах от 6 мм (РВС-1000) до 25 мм (РВС-120000) в зависимости от вместимости резервуара. Толщина верхнего пояса составляет от 4 до 10 мм. Верхний сварной шов с крышей резервуара выполняется ослабленным с целью предотвращения разрушения резервуара при взрыве паровоздушной смеси внутри замкнутого объема резервуара.

Для хранения относительно небольших количеств нефтепродуктов применяются горизонтальные стальные резервуары емкостью до 1000 м³. Кроме стальных резервуаров в ряде случаев применяются также железобетонные.

В зависимости от назначения резервуары подразделяются на группы. К первой группе относятся резервуары, предназначенные для хранения жидкостей при избыточном давлении до 0,07 МПа включительно и температуре до 120 °С. Ко второй группе относятся резервуары, работающие под давлением более 0,07 МПа.

Таблица 1

Геометрические характеристики резервуаров типа РВС

№ п/п	Тип резервуара	Высота резервуара, м	Диаметр резервуара, м	Площадь зеркала горячего, м ²	Периметр резервуара, м
1	РВС-1000	9	12	120	39
2	РВС-2000	12	15	181	48
3	РВС-3000	12	19	283	60
4	РВС-5000	12	23	408	72
5	РВС-5000	15	21	344	65
6	РВС-10000	12	34	918	107
7	РВС-10000	18	29	637	89
8	РВС-15000	12	40	1250	126
9	РВС-15000	18	34	918	107
10	РВС-20000	12	46	1632	143
11	РВС-20000	18	40	1250	125
12	РВС-30000	18	46	1632	143
13	РВС-50000	18	61	2892	190
14	РВС-100000	18	85,3	5715	268
15	РВС-120000	18	92,3	6691	290

Резервуары могут устанавливаться подземно или наземно. Подземными называют резервуары, заглубленные в грунт или обсыпанные грунтом, когда наивысший уровень хранимой в нем жидкости находится не менее чем на 0,2 м ниже минимальной планировочной отметки прилегающей площадки, а также резервуары, имеющие обсыпку не менее чем на 0,2 м выше допустимого уровня нефтепродукта в резервуаре и шириной не менее 3 м. Наземными называют резервуары, у которых днище находится на одном уровне или выше минимальной планировочной отметки прилегающей площадки в пределах 3 м от стенки резервуара. В районах Крайнего Севера с вечной мерзлотой практикуется установка резервуаров на свайных основаниях.

Все резервуары оборудуются дыхательной арматурой для выравнивания давления внутри резервуара с окружающей средой при закачке или откачке нефти или нефтепродукта, приемно-отпускными устройствами, а при необходимости, особенно при хранении нефти и темных нефтепродуктов, системами размыва донных отложений. Вентиляционные патрубки на резервуарах для нефтепродуктов с температурой вспышки менее 120 °С оборудуются огневыми преградителями.

Приемно-отпускные устройства резервуаров для хранения светлых и темных нефтепродуктов могут отличаться по конструкции. В первом случае приемно-отпускное устройство состоит из приемно-отпускного патрубка, хлопуши, механизма управления хлопушей, который включает лебедку и трос, перепускное устройство и подводный трубопровод. Во втором случае вместо хлопуши имеется подъемная труба, которая является продолжением приемно-отпускного патрубка и соединена с последним при помощи шарнира.

Хлопуша представляет собой металлическую заслонку, установленную на приемно-отпускном патрубке. Заслонка крепится на шарнире и перекрывает патрубок под действием собственной массы. Открытие заслонки происходит либо под давлением закачиваемой жидкости, либо с помощью механизма управления. Механизм управления состоит из троса и лебедки, которая может иметь ручной привод для трубопроводов малых диаметров (до 350 мм) или электрический во взрывобезопасном исполнении для трубопроводов диаметром свыше 350 мм. Давление открывания заслонки хлопуши определяется весом самой заслонки и гидростатическим давлением столба жидкости в резервуаре. Центр оси механизма управления хлопуши располагается обычно на 900 мм выше оси приемно-отпускного патрубка, на котором крепится хлопуша.

Резервуары, предназначенные для хранения вязких нефтепродуктов, часто оборудуются системами обогрева и покрываются теплоизоляционным негорючим материалом. В качестве теплоизоляционных материалов могут применяться кирпич, асбоцемент, шлаковата, пеностекло. Подогрев хранимой жидкости в резервуарах с помощью внутренних обогревателей производится насыщенный паром или горячей водой.

На крышах резервуаров кроме дыхательной арматуры размещаются также световые и технологические люки для проведения замеров и технического обслуживания, а на плавающих крышах, кроме того, устройства для удаления атмосферных осадков через гибкий шланг или шарнирную трубу и подвижную лестницу.

Резервуарные парки для хранения нефти и нефтепродуктов представляют собой сложные инженерно-технические сооружения и состоят из резервуаров, как правило, объединенных в группы, систем трубопроводов и других сооружений. Для сокращения потерь

нефтепродуктов при их откачке и закачке группы резервуаров со стационарными крышами могут оборудоваться газоуравнительными системами. Эти системы представляют собой сеть газопроводов, соединяющих через огнепреградители паровоздушные пространства резервуаров между собой. В газоуравнительную систему входят также газгольдер, сборник конденсата, насос для перекачки конденсата и конденсатопровод. Для отключения газового пространства отдельных резервуаров от общей сети имеются перекрывные вентили и задвижки на линиях газопроводов, отходящих от резервуаров.

Резервуары, в которых возможно образование донных отложений (осадков), ведущее к уменьшению их полезного объема, оборудуются системами гидроразмыва. Системы гидроразмыва донных отложений включают в себя: насосную установку для подачи воды в систему, зачистной трубопровод диаметром 150-300 мм к гидрожеткортной установке, гидрожеткортную установку, состоящую из эжектора, передвижной электропомпы и гидромониторов, трубопровод отвода парафинововодяной смеси.

Склады нефти и нефтепродуктов в зависимости от вместимости резервуарных парков и вместимости отдельных резервуаров делятся на следующие категории [1] (табл. 2).

Единичный номинальный объем резервуаров, допустимая номинальная вместимость группы резервуаров и минимальное расстояние между резервуарами в одной группе определяются по документу [1] и представлены в табл. 3.

Таблица 2

Категории складов для хранения нефти и нефтепродуктов

Категория склада	Максимальный объем одного резервуара, м ³	Общая вместимость резервуарного парка, м ³
I	-	Св. 100000
II	-	Св. 20 000 до 100 000 вкл.
IIIa	До 5000	Св. 10 000 до 20 000 вкл.
IIIб	До 2000	Св. 2000 до 10 000 вкл.
IIIв	До 700	До 2000 вкл.

Таблица 3

Основные характеристики групп резервуаров

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, расположенными в одной группе
С плавающей крышей	50 000 и более	Независимо от вида жидкости	200 000	30м
	Менее 50 000	То же	120 000	0,5D, но не более 30 м
С понтоном	50000	То же	200 000	30м
	Менее 50 000	То же	120 000	0,65D, но не более 30 м
Со стационарной крышей	50 000 и менее	Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки выше 45 °С	120 000	0,75D, но не более 30 м
Со стационарной крышей	50 000 и менее	То же, с температурой вспышки 45 °С и ниже	80000	0,75D, но не более 30 м

По назначению резервуарные парки могут быть подразделены на следующие виды:

- товарно-сырьевые базы для хранения нефти и нефтепродуктов;
- резервуарные парки перекачивающих станций нефте- и нефтепродуктопроводов;
- резервуарные парки хранения нефтепродуктов различных объектов.

Резервуарные парки первого вида характеризуются, как правило, значительными объемами хранимых жидкостей, а также тем, что в одной резервуарной группе хранятся нефтепродукты, близкие или одинаковые по составу и своим пожароопасным свойствам. В резервуарных парках второго вида все резервуары чаще всего имеют нефть или нефтепродукт одного вида.

В соответствии с требованиями СНиП 2.11.03-93 [1] наземные резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов объемом 5000 м³ и более оборудуются системами автоматического пожаротушения.

На складах категории IIIa при наличии не более двух наземных резервуаров объемом 5000 м³ допускается предусматривать тушение пожара этих резервуаров передвижной пожарной техникой при условии оборудования резервуаров стационарно установленными генераторами пены и сухими трубопроводами (с соединительными головками для присоединения пожарной техники и заглушками), выведенными за обвалование.

Стационарными установками охлаждения оборудуются наземные резервуары объемом 5000 м³ и более.

В автоматических системах тушения пожаров в резервуарах применяется пена средней кратности с верхним способом подачи, а также пена низкой кратности с верхним или подслоинным способом подачи. Автоматическая установка включает насосную станцию, в которой размещаются водопитатели (насосы), емкость с пенообразователем и дозатор. Насосная станция подает водный раствор пенообразователя по системе трубопроводов к защищаемым резервуарам. Сеть растворопроводов выполняется кольцевой и располагается за пределами обвалования резервуаров вдоль автомобильных дорог и пожарных проездов. Принципиальные схемы защиты резервуаров и оборудования представлены на рис. 1-10.

Резервуары со стационарной крышей без понтона защищаются стационарными и передвижными установками пожаротушения:

с подачей пены средней кратности на поверхность топлива;

подачей низкократной пены сверху;

подачей низкократной пены в нижнюю часть резервуара, как непосредственно в нефтепродукт (подслоинный способ), так и через эластичный рукав с выходом на поверхность горячего.

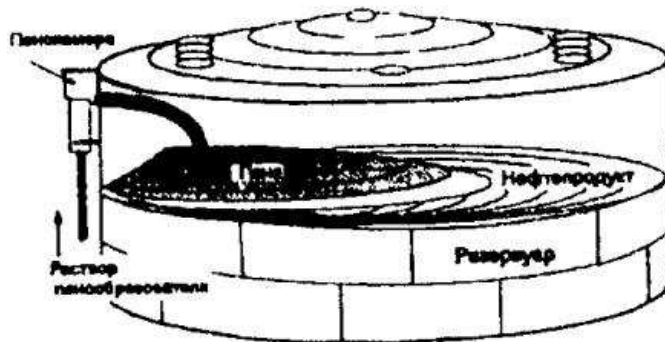


Рис. 1. Стационарная установка пожаротушения с подачей пены средней кратности

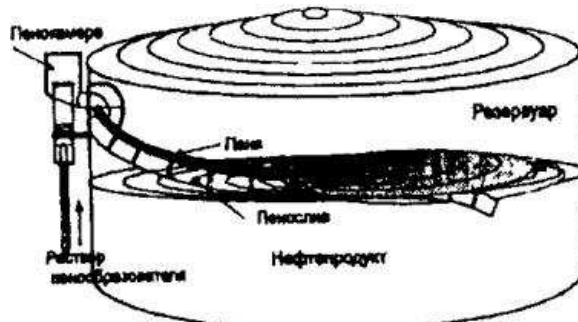


Рис. 2. Применение раздвижных пеносликов для плавной подачи пены на поверхность нефтепродукта

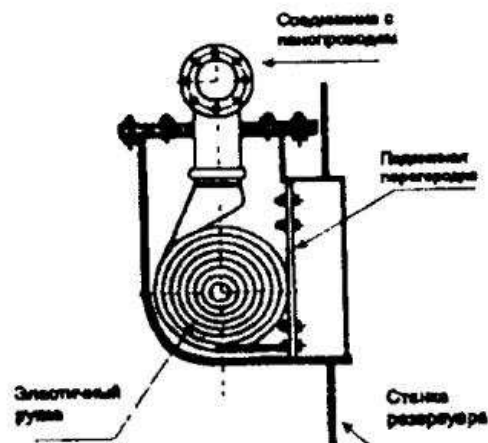
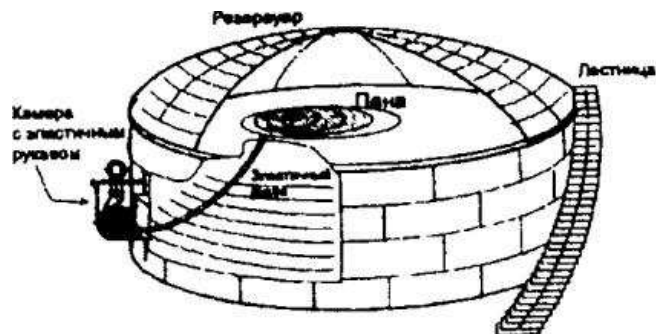


Рис. 3. Стационарная установка пожаротушения с подачей пены в основание резервуара через эластичный рукав на поверхность продукта

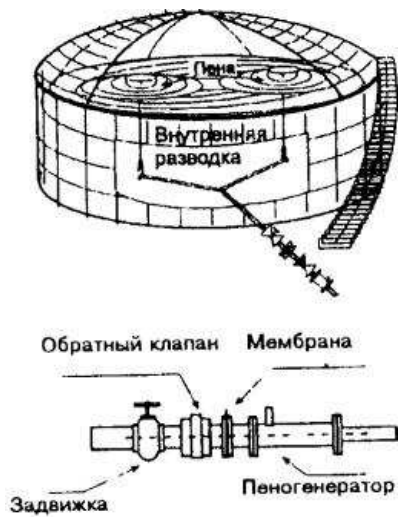


Рис. 4. Стационарная установка пожаротушения с подачей пены низкой кратности в слой горячей жидкости (подслойный способ тушения пожара)

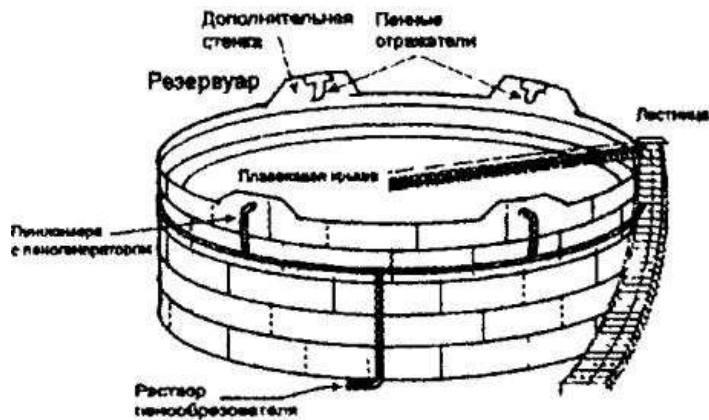


Рис. 5. Защита резервуара с плавающей крышей стационарной установкой пожаротушения с подачей пены низкой кратности

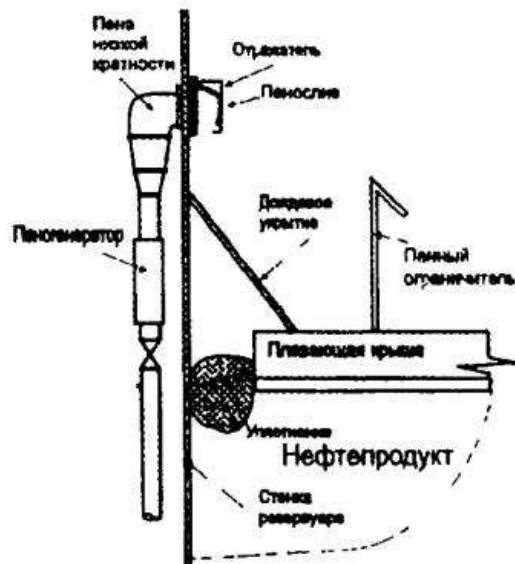


Рис. 6. Пеночамера с пеногенератором для образования и подачи пены низкой кратности в резервуар с плавающей крышей

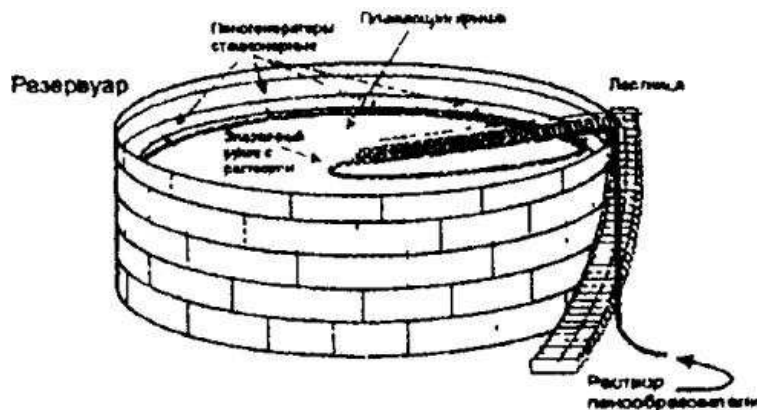


Рис. 7. Защита резервуара пеногенераторами низкократной пены, стационарно размещаемыми на плавающей крыше. Раствор пенообразователя подается вверх по эластичному рукаву

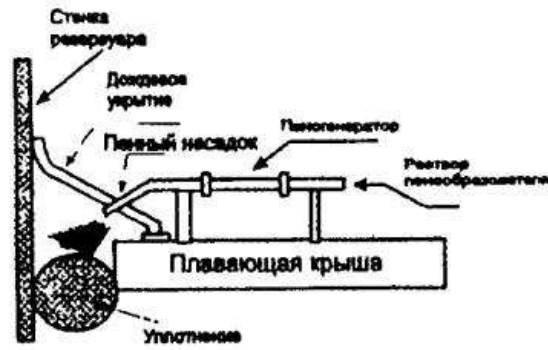


Рис. 8. Расположение пеногенерирующей аппаратуры на плавающей крыше



Рис. 9. Принципиальная схема расположения датчиков-распылителей и емкости с хладоном в автономной системе газового тушения пожара в кольцевом зазоре резервуара с плавающей крышей

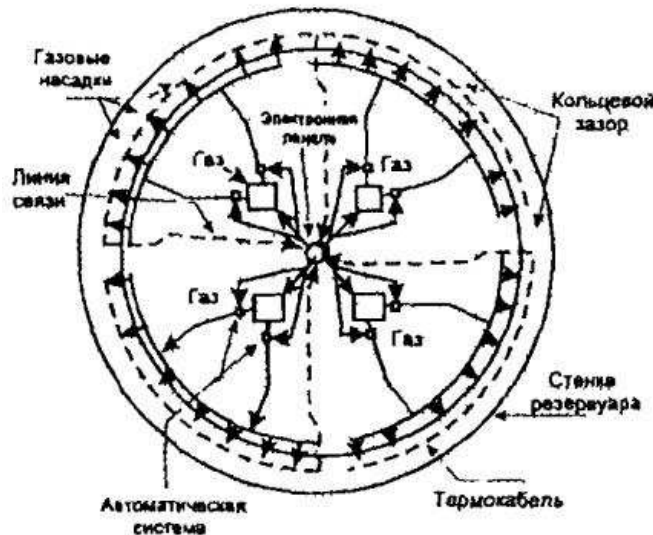


Рис. 10. Схема четырехсекционной автономной автоматической системы газового тушения пожара в кольцевом зазоре резервуара с плавающей крышей

Резервуары с понтоном и стационарной крышей защищаются стационарными и передвижными установками: с подачей пены средней кратности в зазор и на поверхность понтона; подачей низкократной пены только сверху; подачей низкократной пены одновременно сверху и в слой горючего.

Резервуары с плавающей крышей защищаются стационарными и передвижными установками: с подачей пены средней кратности в кольцевой зазор между стенкой резервуара и краем плавающей крыши; подачей низкократной пены одновременно сверху в кольцевой зазор между стенкой резервуара и краем плавающей крыши и в слой горючего; подачей хладона (газа), расположенного в емкостях на плавающей крыше в кольцевой зазор и подачей низкократной пенкообразующей пены в слой горючего.

Тип и число пеногенераторов, устанавливаемых на резервуарах, зависят от способа подачи огнетушащего средства, типа горючей жидкости, конструкции и объема резервуара.

При расчете количества подаваемого раствора пенообразователя ширина кольцевого зазора должна приниматься равной расстоянию от стенки резервуара до кольцевого барьера, предназначенного для удержания пены (рекомендуется принимать равной

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

В зависимости от области применения пенообразователи в России согласно ГОСТ 4.99-83 делятся на две группы: общего и целевого назначения. Пенообразователи общего назначения (ПО-ЗАИ, ПО-ЗНП и другие) имеют углеводородную основу и предназначены для получения пены или растворов смачивателей для тушения пожаров твердых сгораемых материалов (класс А) и горючих жидкостей (класс В).

Пенообразователи целевого назначения (фторированные) используются при тушении нефти, нефтепродуктов и полярных органических жидкостей. В эту же группу включен пенообразователь "Морской", имеющий углеводородную основу. Последний может применяться для получения пены с использованием морской воды и предназначен для тушения горючих жидкостей на судах и объектах морского флота.

По способности разлагаться под действием микрофлоры водоемов и почв пенообразователи делятся на биологически мягкие (биоразлагаемость более 80 %) и биологически жесткие. Биоразлагаемость пенообразователя указывается в его технических характеристиках (табл. 1).

За рубежом пенообразователи в зависимости от поверхностно-активной основы делятся на протеиновые (белковые), фторпротеиновые, синтетические (углеводородные), фторсинтетические пленкообразующие (АFFF) и фторпротеиновые пленкообразующие (FFFP).

Протеиновые пенообразователи состоят из гидролизованного белка с добавками стабилизаторов. Они образуют пену низкой кратности, обладающую высокой теплостойкостью, растекаемостью и предупреждающую повторное воспламенение паров топлива. Эти пенообразователи предназначены для тушения углеводородов. К их недостаткам относится способность смешиваться и загрязняться углеводородами, что требует очень мягкой (плавной) подачи пены на горящую поверхность. Протеиновые пенообразователи в России не нашли применения.

Фторпротеиновые пенообразователи состоят из смеси гидролизованных и стабилизированных белков с органическими олеофобными поверхностно-активными веществами. Наличие фторированных поверхностно-активных веществ позволяет получать пену, устойчивую к загрязнению углеводородами, и подавать ее навесными струями непосредственно на поверхность горячей жидкости. Кроме того, фторпротеиновая пена обладает повышенной огнетушащей способностью и сопротивляемостью к повторному воспламенению, в том числе и при наличии горячих металлических предметов в зоне горения.

Синтетические пенообразователи предназначены для получения пены низкой, средней и высокой кратности. Получаемая из них пена недостаточно устойчива при контакте с нагретыми углеводородами и твердыми предметами. Поэтому за рубежом их не рекомендуют для тушения пожаров в крупных резервуарах и при больших проливах. Пену средней и высокой кратности рекомендуется применять для тушения пожаров в ангарах, корабельных отсеках, машинных залах, галереях и т. д.

Пленкообразующие пенообразователи состоят из смеси углеводородного и фторуглеродного пленкообразующего поверхностно-активного вещества. Фторуглеродный компонент снижает поверхностное натяжение водного раствора пенообразователя до величины, меньшей, чем у нефтепродуктов. Вследствие этого пленка раствора, выделяющегося из пены, растекается по поверхности топлива и резко сокращает скорость его испарения. Кроме того, фторуглеродный компонент пенообразователя придает пене инертность к углеводородным жидкостям, что существенно снижает возможность загрязнения пены топливом и позволяет подавать низкократную пену в очаг пожара навесной струей или в нижнюю часть резервуара под слой нефтепродукта. Огнетушащая эффективность пены из пленкообразующих пенообразователей типа АFFF значительно выше, чем пены из синтетических (углеводородных) пенообразователей.

Фторпротеиновые пленкообразующие пенообразователи типа FFFP предназначены для получения низкократной пены, сочетающей в себе повышенную огнетушащую эффективность, присущую пене из пленкообразующих составов, и надежность, характерную для пены из фторпротеиновых пенообразователей. Такая пена имеет хорошую текучесть, повышенную устойчивость к загрязнению нефтепродуктами, а также сопротивляемость к повторному воспламенению топлива, образует устойчивую изолирующую пленку на поверхности углеводородов, в том числе и при наличии горячих поверхностей, прочно прилипает к металлическим конструкциям. Кроме того, достоинствами пенообразователей являются длительный гарантийный срок хранения, низкая температура замерзания, возможность получения пены с водой любой жесткости, в том числе и с морской, а также совместимость пены с сухими порошками при их отдельной подаче. Сравнительная характеристика огнетушащих свойств различных видов пенообразователей представлена в табл. 1, 2.

Основные регламентируемые параметры пенообразователей и рабочих водных растворов:

- поверхностное натяжение рабочего раствора пенообразователя - не выше $18 \text{ мН}\cdot\text{м}^{-1}$;
 - межфазное поверхностное натяжение на границе с гептаном - не менее $3,0 \text{ мН}\cdot\text{м}^{-1}$;
 - вязкость концентрата пенообразователя при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$ - не более 100 сСт ;
 - пенообразующая способность пенообразователя не должна зависеть от жесткости воды, применяемой для приготовления рабочего раствора;
 - пенообразователь не должен содержать осадка и посторонних примесей;
 - по токсичности пенообразователь должен соответствовать четвертому классу опасности (ГОСТ 12.1.007);
 - температура замерзания - не ниже минус $15 \text{ }^\circ\text{C}$;
 - концентрация рабочего раствора 3 или 6 % (об.);
 - срок хранения концентрата пенообразователя - не менее 10 лет.
- Предпочтительным является применение биологически разлагаемых пенообразователей.

Таблица 1

Технические характеристики пенообразователей

Показатели	Пенообразователи общего назначения					Фторированные пенообразователи				
	ПО-6НП	ПО-ЗАИ	ПО-ЗНП	ТЭАС	ПО-6ТС	FC-203. FC-206 (АFFF)	"Петро- филм" (FFFP)	ПО-6ФП	ПО-6А3Ф	STHAM-EX- АFFF
Плотность при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$, не менее	$1.01\cdot 10^3$	$1.02\cdot 10^3$	$1.1\cdot 10^3$	$1.0\cdot 10^3$	$1.0\text{--}1.2\cdot 10^3$	$1.03\cdot 10^3$	$1.13\cdot 10^3$	$1.0\cdot 10^3$	$1.0\cdot 10^3$	$1.04\cdot 10^3$
Кинематическая вязкость при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{мм}^2\cdot\text{с}^{-1}$	100	10	100	40	40	24	52.1	60	40	50
Температура застывания, $^\circ\text{C}$, не ниже	-8	-3	-3	-8	-3	-20	-40	-5	-5	-10

Температура хранения, °С	+5...+40	+5... +40	+5... +40	+5...+40	+5...+40	-15...+40	-40...+50	+5...+40	+5...+40	-15...+50
Водородный показатель, рН	7.0-10.0	8.0-10.0	7.0-10.5	7.5-9.0	7.8-10.0	8.0	7.2	6.5-10	6.5-10	6.5-8.5
Концентрация рабочего раствора, % (об.)	6	3	3	6	6	3 или 6	3 или 6	6	6	3 или 6
Гарантийный срок хранения, лет, не менее	1.5	1.0	1.5	2.5	1.0	Более 10 лет	Более 10 лет	5	5	Более 10 лет
Биоразлагаемость	Б/м	Б/м	Б/м	Б/м	Б/м	Б/ж	Б/м	Б/м	Б/м	Б/м

Таблица 2

Огнетушащие свойства различных видов пенообразователей

Показатели	Протеиновый	Синтетический	Фторпротеиновый	Фторсинтетический пленкообразующий	Фторпротеиновый пленкообразующий
Скорость тушения	*	***	***	****	****
Сопrotивляемость повторному возгоранию	к	****	*	****	***
Устойчивость углеводов	к	*	*	***	****

Обозначения: * - слабая; ** - средняя; *** - хорошая; **** - отличная.

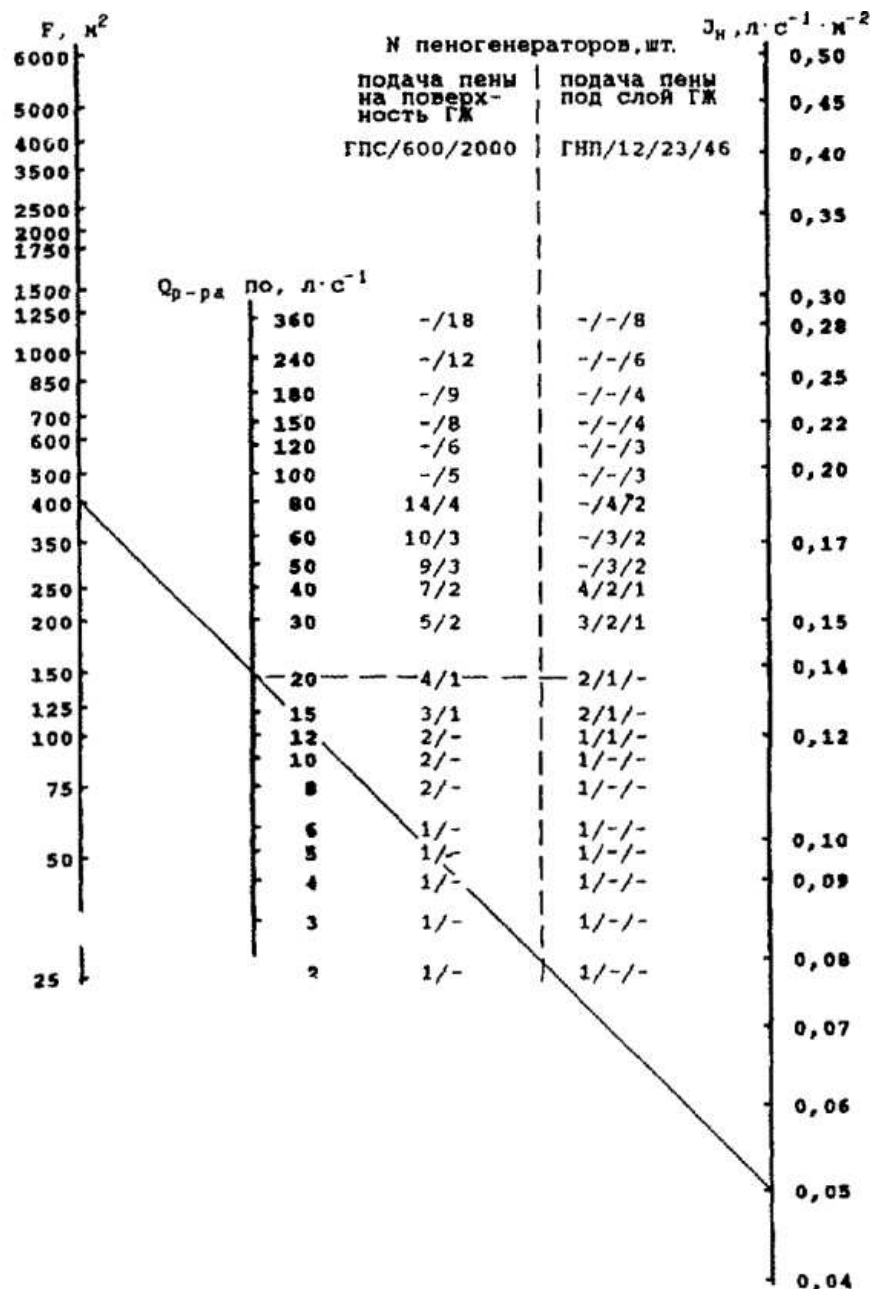
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТИРОВОЧНОГО РАСХОДА РАСТВОРА ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ И КОЛИЧЕСТВА ГЕНЕРАТОРОВ

Номограмма предназначена для определения ориентировочного расхода раствора пенообразователя и количества генераторов для тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах и проливах (рис. 1). Номограмма представляет собой три основных логарифмических шкалы, на которых нанесены площадь горения (F), расход раствора пенообразователя (Q_{p-pa}), интенсивность подачи раствора пенообразователя (J_H). Кроме того, на номограмме имеется пунктирная шкала, на которой нанесены два типа пеногенераторов в зависимости от способа подачи и их количество (N).

Пример пользования номограммой. Определить расход раствора пенообразователя и количество генераторов для тушения РВС-5000 ($H = 11,98$ м; $D = 22,8$ м) с дизельным топливом. Площадь горения (F) составит 408 м^2 .

В соответствии с табл. 2.1 нормативная интенсивность (J_H) при тушении дизельного топлива пеной средней кратности, получаемой из пенообразователя общего назначения, равна $0,05 \text{ л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. На левой шкале находим соответствующее значение площади тушения (F), а на правой - нормативную интенсивность подачи раствора пенообразователя (J_H). Соединив заданные величины, получим точку пересечения со средней шкалой, на которой нанесены значения расхода раствора пенообразователя Q_{p-pa} . Вправо по горизонтали от полученной величины (в нашем примере $Q = 20 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1}$) показаны тип и количество необходимых генераторов пены в зависимости от применяемого способа тушения пожара в резервуаре.



Номограмма по определению ориентировочного расхода раствора пенообразователя и количества пеногенераторов независимо от способа подачи пены
(-) - применение нецелесообразно

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕНОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ И ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНЫ

Для получения пены средней кратности применяются пеногенераторы ГПС-200, ГПС-600, ГПС-600М, ГПС-2000, ГПС-2000М. При подаче пены средней кратности пеногенераторы типа ГПС следует устанавливать в местах, исключая воздействие на них пламени и газообразных продуктов горения. В табл. 1 даны основные характеристики пеногенераторов типа ГПС.

Для получения водного раствора пенообразователя применяются стационарные пеносмесители ПС-5, устанавливаемые на насосах пожарных машин. ПС-5 обеспечивает подачу 5 стволов типа ГПС-600. На ПНС-110 (131) на насосе устанавливается ПС-12, обеспечивающий подачу 6, 9 и 12 стволов типа ГПС-600. На автомобилях пенного тушения вывозятся переносные смесители марок ПС-1, ПС-2, ПС-3, которые устанавливаются в напорную линию.

Для подачи большого количества пенообразователя в рукавные линии используют пенные дозирующие вставки, которые самостоятельно изготавливают гарнизоны пожарной охраны. Дозировка пенообразователя осуществляется путем нагнетания его в напорную линию. Для введения пенообразователя в напорную линию дозирующая вставка, как правило, имеет штуцер с условным проходом 51 мм, манометр, дозирующую шайбу диаметром 10 или 25 мм.

При подаче пенообразователя в напорную рукавную линию необходимо поддерживать разность давлений пенообразователя и воды на вставке в соответствии с табл. 2.

Для каждой дозирующей вставки, изготовленной самостоятельно, должны быть разработаны тарифовочные таблицы по определению разности давлений в зависимости от количества подключенных пеногенераторов.

Длина рукавных линий выбирается так, чтобы при давлении на насосах 0,9 МПа потери давления в рукавных линиях составляли не более 0,3 МПа.

Таблица 1

Характеристики пеногенераторов типа ГПС

Рекомендуемое

Габариты

Пеногенераторы	давление у распылителя, МПа	Расход раствора пенообразователя, л·с ⁻¹	Кратность пены	Максим. расход пенообразователя, л·с ⁻¹	Диаметр пакета		Вес, кг	Дальность пенной струи, м
					Диаметр ссток, мм	Длина, м		
ГПС-200	0,4-0,6	1,6-2	70-100	0,12	183	0,54	2,5	
ГПС-600	0,4-0,6	5-6	70-100	0,36	309	0,725	5	6-8
ГПС-600М	0,4-0,6	5-6	70-100	0,36	310	0,5	3,2	10
ГПС-2000	0,4-0,6	17-20	70-100	1,2	650	1,5	25	6-8
ГПС-2000М	0,4-0,6	17-20	70-100	1,2	506	1,055	12,5	12

Таблица 2

Разность давлений пенообразователя и воды на вставке

Пеногенераторы	Требуемый расход пенообразователя, л·с ⁻¹	Количество пеногенераторов									
		Вставка d=10 мм					Вставка d=25 мм				
		ГПС-600 или ГПС-600М					ГПС-2000 или ГПС-2000М				
расход	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Разность давлений пенообразователя и воды у вставки, атм	0,24	0,96	2,2	3,8	5,38	2,2	0,22	0,5	0,88	1,34	

Примечание. Значения расходов в табл. 2 даны при концентрации пенообразователя в растворе, равной 6 %.

При нормальной работе пеногенераторов пена поступает плотной струей. При неправильной работе пеногенераторов получается пена низкой кратности или вообще не получается. В этих случаях подачу пены следует прекратить и проверить систему дозирования.

Для подачи пены на тушение пожара в резервуарах используются механизированные пеноподъемники "Бронто-Скайлифт 35-3", АКП-30, АКП-50, приспособленная пожарная техника (на базе АЛ-30, АТС-59 с башенным механизмом от АЛ-30), переносной подъемник на базе трехколенной лестницы Л-60 с подачей одного ГПС-2000 или трех ГПС-600, а также стационарные пенные камеры для подачи пены средней кратности от передвижной пожарной техники. Принципиальные схемы боевого развертывания для подачи пены средней кратности представлены на рис. 1.

При тушении пожаров в подземном железобетонном резервуаре, в зазоре между стенкой резервуара и плавающей крышей пена может быть подана с помощью пеногенераторов, установленных вручную на борт резервуара.

Принципиальная схема боевого развертывания при использовании пеноподъемников или приспособленной техники представлена на рис. 1. Дозировка пенообразователя происходит в зависимости от расхода огнетушащего средства.

В связи с недостатком серийно выпускаемой техники для подачи пены в горящий резервуар целесообразно использовать приспособленную технику на базе специальных кранов типа "КАТО", "ФАУН", "ЛИБКНЕР" и других с вылетом стрелы около 50 м. Для вышеперечисленной техники изготавливаются гребенки с патрубками для присоединения ГПС-2000, ГПС-2000М.

При использовании всех типов пеноподъемников необходимо определить максимальную длину рукавных линий для получения качественной пены. Предельное расстояние между водосточником и местом установки пеноподъемника определяется по формуле

$$L = \frac{16,7(H_H - h_{cm} - Z)}{SQ^2},$$

где H_H - напор на насосе, м; h_{cm} - напор у пеногенераторов, м; Z - высота подъема стволов, м; S - сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м; Q - подача воды (раствора пенообразователя), л·с⁻¹.

В зависимости от схемы подачи пены требуемое давление на насосе пожарного автомобиля определяется по формуле: подача пены на поверхность горючей жидкости в резервуар:

$$H_H = h_M + h_n + h_{znc} + z,$$

подача пены на поверхность горючей жидкости в железобетонный резервуар или в обваловку:

$$H_H = h_M + h_n + h_{znc} + z,$$

подача пены низкой кратности при тушении пожара в резервуаре подслонным способом:

$$H_H = h_M + h_{ГНП}.$$

где H_H - давление или напор на насосе, МПа или м вод. ст.; h_M - потери давления (напора) в магистральных линиях, МПа или м вод. ст.; $h_M = n \cdot S_p \cdot Q^2$ - при подаче воды (раствора пенообразователя) по одной магистральной линии; $h_M = n S_p \cdot Q^2 / 4$ - при подаче воды (раствора пенообразователя) по двум магистральным линиям; n - количество рукавов в магистральной линии; S_p - сопротивление одного рукава; h_n - потери давления (напора) в пеноподъемнике; h_{znc} - давление (напор) у пеногенератора, МПа или м вод. ст.; z - высота подъема пеногенераторов; $h_{ГНП}$ - потери давления на генераторе низкократной пены, МПа или м вод. ст.

Давление на насосе пожарной машины не должно превышать значения давления, указанного в паспорте на насос, если требуется больше, то необходимо организовать перекачку.

Пена низкой кратности может подаваться в резервуар как сверху, так и под слой горючего.

Для подачи пены низкой кратности в резервуар сверху от передвижной пожарной техники могут применяться переносные водопенные лафетные стволы как отечественного, так и зарубежного производства. Кроме того, для этой цели могут использоваться стационарные лафетные стволы, а для тушения проливов в обваловании - ручные водопенные стволы. Основные характеристики переносных стволов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Основные характеристики переносных водопенных стволов

Технические характеристики	Марка ствола			
	ПЛС-П20Б	СВПЭ-4	СВПЭ-8	ЛСД-40А
Рабочее давление, МПа (кгс·см ⁻²)	0,6(6)	0,6(6)	0,6(6)	0,6-1,0
Расход раствора пенообразователя, л·с ⁻¹	19	4,8-6,0	13,3-16,0	20-30

Диаметр выходного отверстия насадка, мм	25, 28, 32	-	-	-
Кратность пены	9	4-6	4-6	4-6
Максимальная дальность струн при угле 32°, м	40	18	20	40
Длина ствола, мм	1200	715	845	-
Масса ствола, кг	22	2,8	3,8	95

Для получения и подачи пены низкой кратности под слой горячего в резервуар могут применяться отечественные высоконапорные пеногенераторы типа ГНП и ГНПС. Указанные типы пеногенераторов имеют рабочее давление 0,6-0,9 МПа, кратность получаемой пены составляет не менее 3. Основные характеристики высоконапорных пеногенераторов отечественного производства типа ГНП (разработка ВНИИПО) приведены в табл. 4 и типа ВПГ (разработки МИИБ, НИП "Герда") - в табл. 5.

Принципиальные схемы боевого развертывания при тушении пожаров в резервуарах представлены на рис. 1-3.

Таблица 4

Основные параметры пеногенераторов типа ГНП

Наименование параметра	Значения для типоразмеров		
	ГНП-12 (ГНПС-12)	ГНП-23 (ГНПС-12)	ГНП-46 (ГНПС-12)
Рабочее давление перед стволом, МПа (кгс·см ⁻²)	0,6-0,9-(6-9)	0,6-0,9-(6-9)	0,6-0,9-(6-9)
Кратность пены	Не менее 3	Не менее 3	Не менее 3
Расход огнетушащих средств при 6 % растворе пенообразователя, л·с ⁻¹ :			
раствора ПО	12±2	23±3	46±4
ПО	0,8	1,4	2,8
воды	11,2	21,6	43,2
Длина, мм	1035	1080	1080
Масса, кг	32,1(36,1)	35,0(37,7)	35,0(37,7)

Таблица 5

Основные параметры пеногенераторов типа ВПГ

Наименование параметра	Значения для типоразмеров			
	ВПГ-10	ВПГ-20	ВПГ-40	ВПГ-10/30
Рабочее давление перед стволом, МПа (кгс·см ⁻²)	0,6-0,9-(6-9)	0,6-0,9-(6-9)	0,6-0,9-(6-9)	0,6-0,9-(6-9)
Кратность пены	Не менее 3	Не менее 3	Не менее 3	3-6
Расход огнетушащих средств при 6 % растворе пенообразователя, л·с ⁻¹ :				
раствора ПО	10±2	20±3	40±5	10÷30
ПО	0,6	1,2	2,4	0,6÷1,8
воды	9,4	18,8	37,6	9,4÷28,2

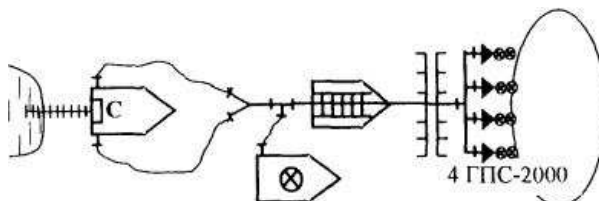


Рис. 1. Принципиальная схема тушения пожара в резервуаре пеной средней кратности с использованием механизированного пеноподъемника

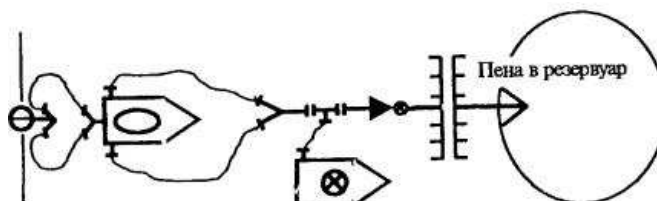


Рис. 2. Принципиальная схема подачи пены низкой кратности при тушении пожара в резервуаре подслоиным методом

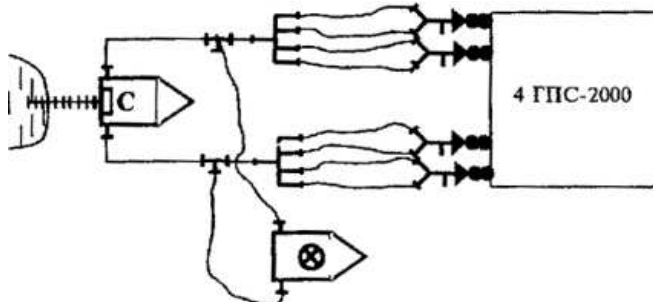


Рис. 3. Принципиальная схема тушения пожара в ЖБР пеной средней кратности

Наименование огнетушащего порошка	Основной состав порошка	Огнетушащая способность по ГОСТ 226952-86, кг·м ⁻²		Завод-изготовитель
ПСБ-ЗМ, ТУ 2149-017-10-968286-95	Бикарбонат натрия, белая сажа, нефелиновый концентрат	0,8		157040, г. Буй Костромской области, ул. Чапаева, 1
Пирант А, ТУ 301-11-10-90	Фосфорно-аммонийные соли, слюда, белая сажа	0,8		Кингисеппское ПО "Фосфорит", г. Кингисепп
ПХК, ТУ 10968286-06-94	Хлорид калия, гидрофобные добавки	1,0		157040, г. Буй Костромской области, ул. Чапаева, 1

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Тушение пожаров в резервуарах и резервуарных парках в условиях низких температур усложняется тем, что, как правило, увеличивается время сосредоточения достаточных сил и средств для проведения пенной атаки. Вода, подаваемая по рукавным линиям, интенсивно охлаждается и, достигая 0 °С, кристаллизуется с отложением льда на стенках рукавной арматуры и рукавов. В результате уменьшения сечения рукавной линии возникает дополнительное сопротивление, что ведет к снижению расхода воды. Воздушно-механическая пена средней кратности в условиях низких температур малоподвижна, быстро замерзает, превращаясь в снежную пористую массу.

При тушении пожаров в условиях низких температур следует:

- применять пожарные стволы с большим расходом, исключить применение перекрывных стволов и стволов-распылителей;
- прокладывать линии из прорезиненных и латексных рукавов больших диаметров, рукавные разветвления и соединительные головки рукавных линий утеплять или защищать от воздействия окружающей среды подручными средствами, в том числе снегом;
- определить места заправки горячей водой и при необходимости заправить ею цистерны;
- перед подачей пены или раствора пенообразователя в линию в момент начала пенной атаки ее необходимо прогреть до температуры выше 5 °С, чтобы исключить возможное образование ледяных пробок или снижение расхода подаваемого раствора пенообразователя или пены вследствие уменьшения сечения подводных линий. В качестве обогревателя можно использовать горячую воду.

Для обогрева кабин пожарных автомобилей, задействованных на пожаре, целесообразно устанавливать дополнительные обогреватели и утеплять кабины.

Для обогрева насосов, расположенных в заднем отсеке, рекомендуется использовать горелки инфракрасного излучения.

Выезд и следование автомобилями ПНС-110 производить с работающим двигателем насосной установки. Для обогрева насосного отсека ПНС-110 в зимнее время необходимо устанавливать специальный кожух, по которому поток теплого воздуха направляется в насосный отсек, или вместо вентилятора, предусмотренного заводом-изготовителем, устанавливать вентилятор, позволяющий изменить направление потока воздуха от радиатора охлаждения в насосный отсек.

Вблизи места пожара целесообразно организовать пункты обогрева личного состава, чаще производить смену людей, обеспечивающих охлаждение резервуаров и работу техники.

Для отыскания крышек колодцев гидрантов, находящихся под снегом, рекомендуется использовать армейские миноискатели.

Для прокладки магистральных линий рекомендуется использовать выполненные из жести ящики с полозьями, в которых "гармошкой" уложены рукава.

Одним из наиболее важных вопросов, возникающих при тушении пожаров в условиях низких температур, является обеспечение бесперебойной подачи воды по рукавным линиям от водоисточника к очагу горения.

Вода, подаваемая по рукавным линиям, интенсивно охлаждается и, достигая 0 °С, кристаллизуется с отложением льда на стенках рукавной арматуры и рукавов и образованием шуги в основном потоке внутри рукава. В результате уменьшения сечения рукавной линии возникает дополнительное сопротивление, что ведет к снижению расхода воды, а в отдельных случаях - к образованию ледяных пробок (промерзанию рукавов), и резко осложняет процесс тушения.

Предельная длина рукавной линии в условиях установившегося течения зависит от начальной температуры воды $t_{вн}$ на входе в рукавную линию, температуры окружающей среды t_a , и может быть рассчитана по формуле

$$L = \frac{\rho_e C_{pe} t_{ен} C_m}{\pi d_n (t_{ен} - t_a) K} \frac{1}{K} = 1,337 \cdot 10^6 \frac{t_{ен} C_m}{d_n (t_{ен} - t_a) K} \frac{1}{K}, \text{ м},$$

где C_m - расход воды, л·с⁻¹; d_n - наружный диаметр рукава, мм; K - коэффициент теплопередачи, Вт·м⁻²·К⁻¹; ρ_e - плотность жидкости, кг·м⁻³; C_{pe} - удельная теплоемкость жидкости, Дж·кг⁻¹·К⁻¹.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРНОЙ ГРУППЕ ОТ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ ФАКЕЛА ПЛАМЕНИ

Прогнозирование выполняют при разработке оперативных планов пожаротушения для оценки максимально допустимого времени ввода сил и средств и первоочередного охлаждения резервуаров, расположенных рядом с горящим, с целью предотвращения возможности взрыва в паровоздушном пространстве или факельного горения паровоздушной смеси, выходящей из мест сообщения газового пространства облучаемого резервуара с атмосферой.

Результаты оценки справедливы для группы однотипных резервуаров при горении жидкости на всей свободной поверхности резервуара в условиях штатных.

Методика прогноза включает два этапа. На первом определяют максимально допустимое время введения сил и средств на охлаждение из условий предотвращения опасности нагрева элементов конструкции облучаемого резервуара выше температуры самовоспламенения паров нефтепродуктов. На втором этапе по взрывоопасности среды в облучаемом резервуаре определяют первоочередность введения стволов для охлаждения резервуаров, особенно при недостатке сил и средств начальной стадии пожара.

Продолжительность нагрева наиболее теплонапряженного элемента конструкции соседнего с горящим резервуара до температуры самовоспламенения паров нефтепродукта можно оценить по номограмме (рис. 1).

Ключ к пользованию номограммой состоит в следующем. Из точки, соответствующей температуре окружающей среды, проводят направляющий луч через шкалу "Отношение расстояния между резервуарами к диаметру горящего" и определяют длительность нагрева стенки до температуры самовоспламенения.

Пример пользования номограммой показан на рис. 1 штрих-пунктиром при следующих исходных данных:
температура окружающего воздуха 0 °С;
отношение расстояния между резервуарами к диаметру горящего составляет 0,45.

Из точки, соответствующей температуре окружающей среды (0 °С), проводим направляющий луч "X", который пересекает шкалу "Отношение расстояния между резервуарами к диаметру горящего" в точке, равной 0,45, и показывает на шкале "Критическое время" 11 мин.

Делаем вывод о том, что с начала пожара до истечения 11 мин должны быть предприняты активные действия по охлаждению соседних резервуаров.

Расчет номограмм выполнен при следующих условиях:

опасная температура нагрева (176 °С) принята равной 0,8 температуры самовоспламенения для топлива ТС-1 (данный нефтепродукт имеет минимальную температуру самовоспламенения);

интегральная плотность излучения при горении дизельного топлива в среднем составляет 73 кВт·м⁻²;

толщина оболочки верхнего пояса резервуара РВС-5000 составляет 5 мм.

Взрывоопасность среды в облучаемом резервуаре со стационарной крышей можно оценить по номограмме (рис. 2).

Для пользования номограммой необходимо подготовить следующие исходные данные:

уровень разлива нефтепродукта в соседних резервуарах;

температуру нефтепродукта в негорящем резервуаре (принимают равной среднемесячной температуре окружающей среды);

температуру вспышки нефтепродуктов.

Пример пользования номограммой показан на рис. 2 штрих-пунктиром при следующих исходных данных:

уровень разлива топлива ТС-1 в негорящем резервуаре равен 10,66 м;

температура нефтепродукта равна среднемесячной температуре окружающей среды в июне, т. е. 20 °С;

температура вспышки топлива ТС-1 составила 31 °С;

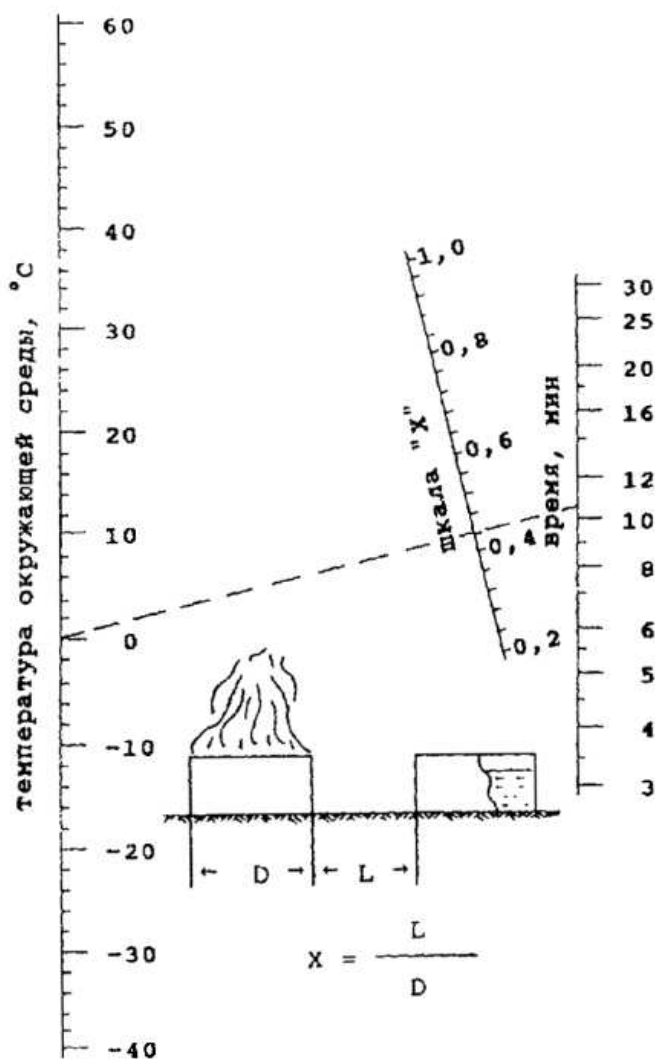


Рис. 1. Номограмма для определения максимально допустимого времени ввода сил и средств для охлаждения резервуаров, расположенных рядом с горящим

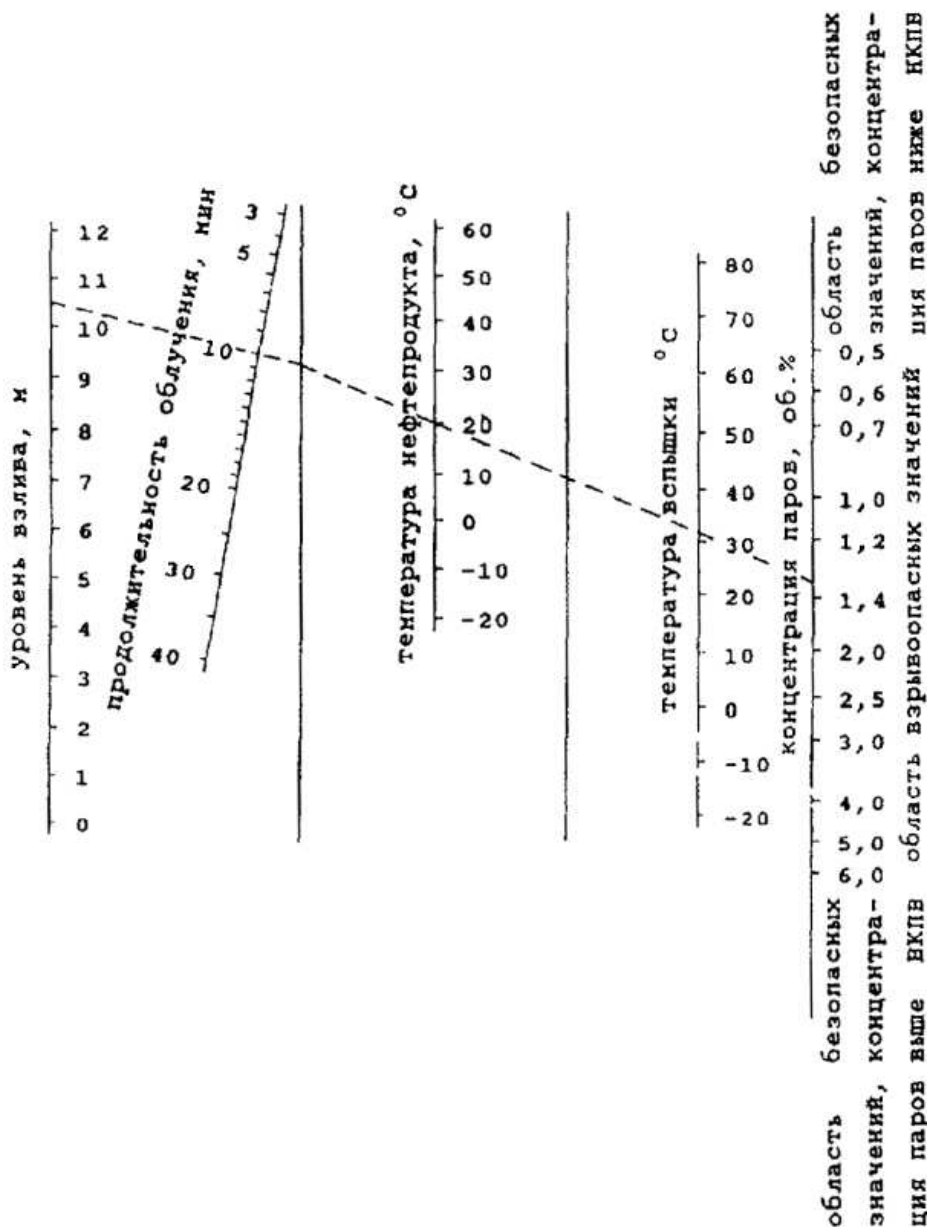


Рис. 2. Номограмма для определения взрывоопасности среды в резервуаре, расположенном рядом с горящим

продолжительность облучения 10 мин. Из точки, соответствующей уровню залива нефтепродукта (10,66 м), проходит направляющий луч через шкалу "Время облучения" в точке, равной 10 мин, и упирается в прямую 1. При этом на прямой 1 делается отметка. Далее из этой точки направляющий луч пересекает точку 20 °C на шкале "Температура нефтепродукта" и упирается в прямую 2. Из этой точки направляющий луч проходит через точку 31 °C на шкале "Температура вспышки" и указывает значение концентрации, равное 1,4 % (об.), т. е. концентрация паров в резервуаре взрывоопасная. Взрывоопасность среды указывает на первоочередность введения стволов для охлаждения данного резервуара.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ОСОБЕННОСТИ ОТКАЧКИ ГЖ ИЗ РЕЗЕРВУАРОВ

Все операции по откачке нефтепродуктов из горящего и соседних с ним резервуаров должны проводиться только по решению штаба пожаротушения. Наибольшую опасность представляет непосредственное воздействие пламени на соседний резервуар при выполнении операции заполнения или откачки нефтепродукта. При откачке пламя может проникнуть внутрь резервуара и привести к взрыву паровоздушной смеси с последующим горением. При заполнении соседнего резервуара пламя может возникнуть на работающих дыхательных устройствах.

При откачке нефтепродукта из горящего резервуара следует учитывать факторы, усложняющие тушение: отводятся нижние ненагретые слои, в связи с чем увеличивается доля нагретого горючего в резервуаре, повышается среднеобъемная температура жидкости, и, как следствие, увеличивается расчетное количество сил и средств;

с увеличением расстояния от пенослива до горячей жидкости в начале тушения тепловое излучение и конвективные потоки интенсивно разрушают пену и препятствуют ее накоплению на поверхности горючего;

при горении темных нефтепродуктов и невозможности полной его откачки оставшаяся часть горючего может создать угрозу выброса или вскипания;

при откачке продукта происходит опускание верхнего прогретого слоя, соприкосновение которого с находящейся в нижней части резервуара водой может привести к выбросу;

при опускании горючего ниже опор горение будет происходить под понтоном или плавающей крышей (при их наличии).

С понижением уровня горючей жидкости ниже узла управления хлопушей может произойти обрыв троса, удерживающего хлопушу и перекрытие трубопровода, то есть в резервуаре останется около 1 м нефтепродукта.

Определение времени возможного выброса при проведении откачки изложено в разд. 1.

При откачке нефтепродукта или нефти из горящего резервуара стенка его выше уровня горючей жидкости должна охлаждаться на

всю высоту с учетом влияния колец (ребер) жесткости.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРАХ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

1.1. Возникновение пожара

1.2. Развитие пожара

2. ОГNETУШАЩИЕ ВЕЩЕСТВА И СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ

2.1. Огнетушащее действие пены

2.2. Нормативные интенсивности подачи пенных средств

2.3. Применение других веществ и способов пожаротушения

2.4. Особенности тушения пожаров в резервуарах подслоинным способом

3. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРАХ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ

3.1. Общие требования

3.2. Организация работы оперативного штаба

3.3. Охлаждение резервуаров

3.4. Подготовка и проведение пенной атаки

3.5. Особенности тушения пожаров

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

4.1. Разработка планов пожаротушения

4.2. Подготовка личного состава

4.3. Взаимодействие пожарной охраны со службами объекта и населенного пункта

5. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ПРИЛОЖЕНИЕ 8