МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА"
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ»

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТУШЕНИЮ ПОЛЯРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В РЕЗЕРВУАРАХ

МОСКВА 2007

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА"
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ»

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТУШЕНИЮ ПОЛЯРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В РЕЗЕРВУАРАХ

МОСКВА 2007

УДК 641.841.47:655.5

Разработаны ФГУ ВНИИПО МЧС России (д-р техн. наук *С.Г. Цариченко;* канд-ты техн. наук: *В.А. Былинкин, В.В. Пешков, А.В. Шариков; Е.Е. Архипов*).

Рекомендации по тушению полярных жидкостей в резервуарах. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2007. – 58 с.

Разработаны на основе результатов экспериментальных исследований и опыта применения пенных средств тушения подразделениями Государственной противопожарной службы (ГПС). В них учтены требования и нормы следующих стандартов и нормативных документов: ГОСТ 4.99-83; ГОСТ Р 50588-93; ISO 7203-3: 1998; EN 1568-4: 2000; НПБ 304-2001.

Распространяются на следующие индивидуальные полярные жидкости, хранящиеся в резервуарах: ацетон, ацетонитрил, бутилацетат, гидразингидрат, децило́вый спирт, диэтиловый эфир, масляный альдегид, метиловый спирт, метилацетат, метил-*трет*-бутиловый эфир, муравьиная кислота, пропионовая кислота, пропилацетат, уксусная кислота, этиловый спирт, этилкарбитол.

Предназначены для сотрудников ГПС, специализированных проектных организаций и других предприятий, занимающихся вопросами исследования и эксплуатации пенных средств тушения.

Согласованы УОП МЧС России (письмо от 11.04.2007 г. № 18-6-2-911).

Введены взамен Рекомендаций по тушению пожаров спиртов в резервуарах. – Ч. 1. – М.: ВНИИПО МВД России, 1971. – 46 с.

© ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2007

ВВЕДЕНИЕ

Полярные горючие жидкости бывают водорастворимые, не растворимые, а также частично растворимые в воде. Водорастворимые жидкости смешиваются с водой в любых соотношениях. К ним относятся: низшие спирты, некоторые эфиры, ацетон и др.

При горении низших спиртов (метиловый, этиловый) наблюдается практически бесцветное пламя, прогретый слой не образуется. Горение других полярных жидкостей (ацетон, метил-*трет*-бутиловый эфир и др.) может быть с выделением копоти, пламя имеет красный цвет.

Хранение полярных жидкостей осуществляется в вертикальных или горизонтальных стальных резервуарах. Горизонтальные резервуары применяются для хранения относительно небольших количеств (до 200 $м^3$), а вертикальные (типа РВС), применяемые для хранения полярных жидкостей, могут иметь емкость до 20 000 $м^3$. Вертикальные резервуары объемом 5 000 $м^3$ и более должны быть оборудованы автоматическими установками пенного пожаротушения и системами водяного охлаждения стенок резервуаров. Резервуары объемом от 1 000 до 5 000 $м^3$ (не включая) должны быть оборудованы стационарно установленными пенокамерами для подачи пены на поверхность горючей жидкости, находящейся в резервуаре.

Возникновение пожара в резервуаре зависит от следующих факторов:

- наличия источника зажигания;
- свойств горючей жидкости;
- конструктивных особенностей резервуара;
- наличия взрывоопасных концентраций внутри и снаружи резервуара.

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние физико-химические свойства хранимых горючих жидкостей, 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 полярных жидкостей в резервуаре может сопровождаться мощным тепловым излучением в окружающую среду. Отклонение факела пламени от вертикальной оси при скорости ветра около 4 м $\cdot$ с$^{-1}$ составляет 60–70°.

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 хранимой жидкости в резервуаре выше верхнего концентрационного предела распространения пламени (ВКПРП).

Условиями для возникновения пожара в обваловании резервуаров являются: перелив хранимого продукта, нарушение герметичности резервуара, задвижек, фланцевых соединений.

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 частичного обрушения крыши, так и в процессе развития пожара при деформации стенок.

Устойчивость горящего резервуара зависит от организации действий по его охлаждению. При отсутствии охлаж-

дения горящего резервуара в течение 5–15 мин стенка резервуара деформируется до уровня взлива горючей жидкости.

Основным средством тушения пожаров полярных жидкостей в резервуарах является воздушно-механическая пена. Огнетушащее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горючего от факела пламени, снижении вследствие этого скорости испарения жидкости и сокращении количества горючих паров, поступающих в зону горения, а также в охлаждении и разбавлении горящей жидкости. Роль каждого из этих факторов в процессе тушения изменяется в зависимости от свойств горящей жидкости, качества пены и способа ее подачи.

При подаче пены одновременно происходит разрушение пены от факела пламени и контакта с поверхностью горючей жидкости. 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 и разбавляет горючее. Кроме того, в процессе тушения в объеме горючего происходит конвективный тепломассообмен, в результате которого температура жидкости выравнивается по всему объему, за исключением «карманов», в которых тепломассообмен происходит независимо от основной массы жидкости.

Для современных резервуаров типа РВС выравнивание температуры по всему объему горящей жидкости при нормативной интенсивности подачи раствора пенообразователя происходит в течение 10–15 мин тушения при подаче пены сверху. Нормативный запас пенообразователя следует принимать из условия обеспечения трехкратного расхода раствора пенообразователя на один пожар.

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящих Рекомендациях используются следующие основные понятия и их 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.

Пенообразователи для тушения полярных горючих жидкостей – синтетические фторсодержащие пленкообразующие целевого назначения для тушения водорастворимых (полярных) горючих жидкостей (тип AFFF /AR).

Биологически «мягкие» пенообразователи – быстроразлагаемые и умеренноразлагаемые пенообразователи (в зависимости от способности разлагаться под действием микрофлоры водоемов и почв, ГОСТ Р 50595-93).

Биологически «жесткие» пенообразователи – медленноразлагаемые и чрезвычайно медленноразлагаемые пенообразователи (в зависимости от способности разлагаться под действием микрофлоры водоемов и почв, ГОСТ Р 50595-93).

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 21 до 200);
- пену высокой кратности (кратность более 200).

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

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.

Пеногенератор – устройство для получения из водного раствора пенообразователя воздушно-механической пены.

Пенокамера – устройство для получения и подачи огнетушащей пены в верхнюю часть резервуара на поверхность горючей жидкости.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Настоящие Рекомендации распространяются на следующие индивидуальные полярные жидкости, хранящиеся в резервуарах: ацетон, ацетонитрил, бутилацетат, гидразингидрат, дециловый спирт, диэтиловый эфир, масляный альдегид, метиловый спирт, метилацетат, метил-*трет*-бутиловый эфир, муравьиная кислота, пропионовая кислота, пропилацетат, уксусная кислота, этиловый спирт, этилкарбитол (прил. 1).

2.2. Основным средством тушения пожаров полярных жидкостей в резервуарах является воздушно-механическая пена средней или низкой кратности (прил. 2).

2.3. Для ликвидации горения полярных жидкостей следует применять целевые пенообразователи типа AFFF/AR, устойчивые к воздействию полярных жидкостей. Для использования на территории России могут быть допущены пенообразователи, прошедшие процедуру сертификации и одобренные к применению в установленном порядке.

2.4. Подача пены низкой или средней кратности при тушении пожаров полярных жидкостей в резервуарах должна производиться только сверху, подслойный способ подачи пены в резервуар не применяется.

2.5. Вода для приготовления раствора пенообразователя не должна содержать примесей нефтепродуктов и полярных жидкостей. Использование оборотной воды для приготовления раствора пенообразователя не допускается.

2.6. Тушение пеной, полученной с помощью целевых пенообразователей типа AFFF/AR полярных горючих жидкостей, указанных в Рекомендациях, не требует предварительного разбавления горючих жидкостей водой.

2.7. Нормативные интенсивности подачи пены (по раствору пенообразователя) для пенообразователей типа AFFF/AR следует принимать:

- пена низкой кратности:

  для способа «мягкой» подачи – 0,13 л · м$^{-2}$ · с$^{-1}$;

  для способа «жесткой» подачи – 0,20 л · м$^{-2}$ · с$^{-1}$;

- пена средней кратности:

  для способа «мягкой» подачи – 0,06 л · м$^{-2}$ · с$^{-1}$;

  для способа «жесткой» подачи – 0,1 л · м$^{-2}$ · с$^{-1}$.

Способ «мягкой» подачи заключается в подаче пены на стенку резервуара, по которой пена плавно стекает на поверхность горючей жидкости и растекается по ней. Данный способ реализуется при подаче пены с помощью стационарно установленных пенокамер на верхнем поясе резервуара.

Способ «жесткой» подачи заключается в подаче струи пены непосредственно на поверхность горючей жидкости. Этот способ реализуется при подаче струй пены с помощью водопенных мониторов, ручных стволов или пеногенераторов, установленных на пеноподъемнике.

2.8. Использование пенообразователей на территории России, не прошедших процедуру сертификации и не одобренных к применению в установленном порядке, для тушения пожаров полярных жидкостей в резервуарах допускается только после проведения соответствующих испытаний в аккредитованных специализированных организациях.

2.9. Расчетные расходы раствора пенообразователя на тушение пожара следует определять, исходя из интенсивности подачи раствора пенообразователя, расчетной площади тушения и рабочей концентрации пенообразователя.

3. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ СТАЦИОНАРНЫМИ УСТАНОВКАМИ

3.1. Расчетное время тушения пожара резервуаров и их технологической обвязки для систем автоматического пенного пожаротушения – 10 мин.

3.2. Инерционность стационарных систем пожаротушения не должна превышать трех минут.

3.3. Для тушения проливов в обваловании и межсвайном пространстве под резервуаром, локальных очагов горения на задвижках, фланцевых соединениях допускается только пенное пожаротушение.

3.4. В качестве пенообразующих устройств для системы пожаротушения пеной средней кратности следует применять пеногенераторы типов:

- ГПСС – для тушения в резервуарах со стационарной крышей, оборудованных стационарными пенокамерами;
- ГПС – для подачи пены в резервуар сверху от передвижной пожарной техники.

В качестве пенообразующих устройств для стационарных систем пожаротушения пеной низкой кратности следует применять пенокамеры, позволяющие получать пену низкой кратности с использованием указанных типов пенообразователей и предназначенных для установки в резервуарах.

Допускается применение пеногенераторов других конструкций, прошедших огневые промышленные испытания и рекомендованных к применению в установленном порядке.

3.5. Количество пеногенераторов (пенокамер) следует принимать по расчету.

Расчетное число пеногенераторов (пенокамер) определяется, исходя из расчетного расхода раствора пенообразо-

вателя, по номинальной производительности применяемого пеногенератора (пенокамеры) и округляется в бóльшую сторону.

На резервуаре должно быть установлено не менее двух пеногенераторов (пенокамер).

Пеногенераторы (пенокамеры) должны быть установлены равномерно по периметру резервуара.

3.6. Количество пенообразователя и воды на приготовление раствора (расход раствора на один пожар) рассчитывается, исходя из того количества раствора пенообразователя, которое необходимо на расчетное время тушения при максимальной производительности, принятой к установке пеногенераторов (пенокамер).

Нормативный запас пенообразователя и воды на приготовление его раствора, необходимый для хранения, следует принимать из условия обеспечения трехкратного расхода раствора на один пожар (с учетом заполнения растворопроводов стационарных установок пожаротушения).

Для стационарных установок пожаротушения с сухими растворопроводами следует учитывать потребность в дополнительном количестве раствора пенообразователя для первоначального наполнения сухих растворопроводов.

3.7. Пенообразователь должен храниться только в концентрированном виде.

3.8. При проектировании систем пожаротушения и охлаждения для зданий и сооружений складов полярных жидкостей в резервуарах следует учитывать требования СНиП 2.04.01-85* и СНиП 2.04.02-84* к устройству сетей противопожарного водопровода и сооружений на них, если они не установлены настоящими нормами.

4. ТАКТИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРАХ С ПОЛЯРНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ ПЕРЕДВИЖНОЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКОЙ

4.1. Общие требования

4.1.1. Тушение пожаров в резервуарах с полярными жидкостями представляет собой боевые действия, направленные на ликвидацию пожара.

Организация тушения пожаров в резервуарах должна осуществляться с учетом требований действующих нормативных документов и настоящих Рекомендаций.

4.1.2. Управление боевыми действиями при тушении пожара предусматривает:

- оценку обстановки и создание соответствующей требованиям действующих нормативных документов нештатной 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 месте пожара;
- осуществление в установленном порядке учета изменения обстановки на месте пожара, применения сил и средств для его тушения, а также регистрацию необходимой

информации, в том числе диспетчером и с помощью технических средств подразделений пожарной охраны;

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

4.1.3. Непосредственное руководство тушением пожара осуществляется руководителем тушения пожара (РТП), прибывшим на пожар старшим должностным лицом пожарной охраны (если иное не установлено другими документами). Руководитель тушения пожара 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.

4.1.4. Руководитель тушения пожара обязан:

- обеспечивать управление боевыми действиями при 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 пожарной охраны необходимую информацию об обстановке на месте пожара;
- организовывать связь при 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 при пожаре* специальных служб 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 разрушения горящего резервуара создать второй рубеж защиты по обвалованию соседних резервуаров с установкой пожарных машин на удаленные водоисточники 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.

4.1.5. При разведке пожара кроме выполнения общих задач необходимо определить:

- продолжительность пожара в резервуаре к моменту прибытия пожарных подразделений и характер разрушения резервуара;
- количество и вид горючих жидкостей в горящем и соседних резервуарах, уровни заполнения;
- состояние обвалования, угрозу повреждения смежных сооружений при 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;
- наличие, состояние и возможность использования установок и средств пожаротушения, водоснабжения и пенообразующих веществ;
- возможность быстрой доставки пенообразователя с соседних объектов.

4.1.6. 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.

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

4.2. Организация работы оперативного штаба

4.2.1. Организация работы оперативного штаба тушения пожаров в резервуарах и резервуарных парках осуществляется согласно требованиям действующих нормативных документов.

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

4.2.2. 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;
- рассчитать давление на выходе из насосов пожарных машин, подающих раствор пенообразователя к пеногенераторам или пеномониторам;
- рассчитать давление на выходе из насосов пожарных машин, подающих пенообразователь во всасывающую или напорную линию пожарных машин, обеспечивающих работу пеногенераторов или пеномониторов;

• организовать связь при 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 опасность распространения пожара на соседние резервуары;

• определить возможность и 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 создать второй рубеж защиты с установкой пожарных автомобилей на дальние водоисточники и прокладкой резервных рукавных линий с подключенными стволами и пеногенераторами, сосредоточить вспомогательную технику (бульдозеры, самосвалы, экскаваторы, скреперы), обеспечить доставку песка, организовать работы по сооружению заградИ-

тельных валов и отводных канав для ограничения размеров возможного растекания горящей жидкости;

- установить и объявить личному составу сигналы начала и прекращения подачи пены, сигнал на отход при наличии угрозы разрушения резервуара, вскипания или выброса горящей 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 место расположения лагеря для резерва личного состава, обеспечив его питанием, пунктами отдыха, санитарной обработки и медицинской помощи.

4.2.3. 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.

4.2.4. Оперативный штаб тушения пожара обязан вести учет сил и средств, фиксировать расстановку их по боевым участкам, вести документацию, предусмотренную действующими нормативными документами.

4.3. Охлаждение резервуаров

4.3.1. Первоочередной задачей в действиях пожарных подразделений при тушении пожаров в резервуарах типа РВС является организация охлаждения горящего и соседних с ним 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. 4.1.

Таблица 4.1

Нормативные интенсивности подачи воды на охлаждение

Способ орошения	Интенсивности подачи воды на охлаждение, л $с^{-1}$, на метр длины окружности резервуара типа РВС		
	горящего	не горящего 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

4.3.2. Первые стволы подаются на охлаждение горящего резервуара, а затем на охлаждение соседних, находящихся на удалении от горящего не более двух минимальных расстояний между резервуарами, с учетом направления ветра и теплового излучения. Для охлаждения горящего резервуара первые стволы необходимо подать на наветренный и подветренный участки стенки резервуара. Охлаждение резервуаров объемом 5 000 $м^3$ 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.

4.3.3. Количество стволов определяется расчетом, исходя из интенсивности подачи воды на охлаждение (табл. 4.1), но не менее трех для горящего резервуара и не менее двух для негорящего.

4.3.4. 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.

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

4.3.6. В период пенной атаки необходимо охлаждать всю поверхность нагревшихся 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 горящей в нем жидкости и несколько ниже этого уровня для охлаждения верхних слоев горючего. Охлаждать резервуары необходимо непрерывно до ликвидации пожара и их полного остывания.

4.4. Подготовка и проведение пенной атаки

4.4.1. 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;

• собрать схему подачи пены. Принципиальная схема боевого развертывания с использованием пеноподъемника приведена в прил. 3;

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

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

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

4.4.2.1. 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 10 000 м^3 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.

4.4.2.2. При тушении пеной низкой кратности следует использовать пенные лафетные стволы или мониторы, устанавливаемые на обваловании или перед ним. Проверка качества пены осуществляется аналогично п. 4.4.2.1.

4.4.3. 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.

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

Для предупреждения повторного воспламенения горючей жидкости подачу пены в резервуар необходимо продолжать не менее 5 мин после прекращения горения.

Если в течение 15 мин при подаче пены 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.

4.4.5. В случае продолжения пожара в резервуаре в закрытых для подачи пены зонах горение (по решению РТП) может быть ликвидировано с помощью ручных пенных стволов, подаваемых через борт резервуара.

4.4.6. При тушении факельного горения на технологической арматуре или над отверстиями (щелями) резервуара следует применять пену.

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

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

4.4.9. 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.

4.4.10. Тушение пожаров в резервуарах без подрыва стационарной крыши необходимо осуществлять с помощью стационарных пенных камер, установленных на резервуарах. При невозможности использования стационарных систем необходимо производить вырезку отверстий в стенке резервуара.

4.5. Особенности тушения пожаров

4.5.1. 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»;
- образование прогретого слоя горючей жидкости толщиной 1 м и более;
- низкая температура окружающей среды;
- горение в обваловании;
- одновременное горение двух и более резервуаров

4.5.2. 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.

4.5.2.1. Специальные мероприятия проводятся по решению оперативного штаба.

4.5.2.2. Разлившийся в обваловании продукт, 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.

4.5.3. Пенную атаку необходимо проводить одновременно с подачей стволов как на открытую поверхность, так и в «карман».

4.5.4. 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 не горящим резервуарам.

4.5.5. 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. 4.

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

5.1. Разработка планов пожаротушения

5.1.1. На каждый объект хранения горючей жидкости следует разрабатывать план пожаротушения с учетом действующих нормативных документов.

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

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

- в наземных вертикальных резервуарах по площади горизонтального сечения наибольшего резервуара;

- в горизонтальных резервуарах по площади резервуара в плане;
- для наземных резервуаров объемом до 400 м^3, расположенных на одной площадке, по площади в пределах обвалования этой группы, но не более 300 м^2.

Интенсивность подачи раствора пенообразователя для расчета сил и средств выбирается по п. 2.7 с учетом времени свободного развития пожара.

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

$$F = K_a \cdot V_p,$$

где F – прогнозируемая площадь растекания горючей жидкости, м^2; K_a – коэффициент затопления, м$^2 \cdot$ м$^{-3}$; V_p – объем хранимой жидкости в резервуаре, м^3.

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

5.1.4. 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.

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

5.1.6. 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.

5.1.7. Необходимо 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).

5.1.8. При разработке планов пожаротушения необходимо определить максимально допустимое время ввода сил и средств для охлаждения соседних резервуаров.

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.

5.1.9. При недостатке в гарнизоне пожарной охраны сил и средств следует определить порядок привлечения сил и средств ближайших гарнизонов и опорных пунктов туше-

ния 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.

5.1.10. 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.

5.2. Подготовка личного состава

5.2.1. Подготовка личного состава пожарной охраны к тушению пожаров в резервуарах и резервуарных парках проводится на занятиях по служебной и боевой подготовке, пожарно-тактических учениях и занятиях.

5.2.2. 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 настоящих Рекомендаций.

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

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

5.2.4. 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.

5.2.5. При наличии пожарных полигонов с резервуарами или их фрагментами в ходе пожарно-тактических учений 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.

5.3. Взаимодействие пожарной охраны со службами объекта и населенного пункта

5.3.1. 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.

5.3.2. Координация деятельности служб и постановка задач на проведение работ, связанных с ликвидацией пожара, возлагается до прибытия пожарных подразделений на ад-

министрацию объекта. После прибытия пожарных подразделений координация их деятельности возлагается на РТП и оперативный штаб пожаротушения, если иное не оговорено планом ликвидации аварии.

6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При тушении пожара необходимо обеспечить выполнение «Правил по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» и настоящих Рекомендаций. Дополнительные меры безопасности должны быть предусмотрены в плане пожаротушения с учетом характерных особенностей объекта и развития пожара.

6.2. 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, разлития горящей 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 отходов в безопасное место. Сигнал на эвакуацию личного

состава при возникновении угрозы разрушения резервуара или других нештатных ситуаций следует подавать с помощью сирены 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;

6.3. 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.

6.4. Не допускается пребывание личного состава:

- непосредственно не задействованного в тушении пожара в зоне возможного поражения;
- на кровлях аварийных или соседних резервуаров, если это не связано с крайней необходимостью.

6.5. 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.

6.6. 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.

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

6.8. При возникновении опасности образования загазованных зон необходимо:

- контролировать зоны загазованности;
- ограничить доступ людей и запретить работу техники в предполагаемой зоне загазованности;
- организовать оцепление загазованной зоны с использованием предупреждающих и запрещающих знаков.

6.9. 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.

6.10. Категорически запрещается ствольщикам находиться в обваловании горящего резервуара при наличии проливов горючих жидкостей, не покрытых слоем пены, и при отсутствии работающих пеногенераторов или пенных стволов в местах работы личного состава.

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

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

6.13. При тушении пожаров горючих жидкостей, обладающих вредным воздействием их паров на организм человека (метиловый спирт и др.) личный состав должен находиться в изолирующих противогазах.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 4.99-83. СПКП. Пенообразователи для тушения пожаров. Номенклатура показателей.

2. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

3. ГОСТ Р 50588-93. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.

4. ГОСТ Р 50595-93. Вещества поверхностно-активные. Метод определения биоразлагаемости в водной среде.

5. ISO 7203-3: 1998. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Требования к низкократным пенообразователям, применяемым для тушения водорастворимых жидкостей подачей сверху.

6. EN 1568-4: 2000. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Требования к низкократным пенообразователям, применяемым для подачи на поверхность водорастворимых горючих жидкостей.

7. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий.

8. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

9. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы / Госстрой России. – ГП ЦПП, 1993. – 24 с.

10. НПБ 304-2001. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.

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

12. Методика проведения тактико-специального учения по управлению силами и средствами при ликвидации аварий с последующим пожаром. – М.: ВНИИПО, 1995. – 63 с.

13. Определение нормативного запаса пенообразователя для тушения горючих жидкостей в резервуарах: Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 1986. – 29 с.

14. Оптимизация параметров огнетушащей эффективности пенных средств для тушения пожаров углеводородных жидкостей: Методические рекомендации. – М.: ВНИИПО, 1988. – 21 с.

15. Правила по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ПОТРО-01-2002). – М.: ВНИИПО, 2003. – 104 с.

16. Программа подготовки личного состава частей и подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России. – М., 2003. – 123 с.

17. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. – М.: ГУГПС–ВНИИПО–МИПБ, 1999. – 79 с.

18. Указания по тактической подготовке начальствующего состава пожарной охраны МВД СССР. – М., 1988. – 64 с.

19. *Блинов В.И., Худяков Г.Н.* Диффузионное горение жидкостей. – М.: АН СССР, 1961. – 208 с.

20. Процессы горения / *И.М. Абдурагимов, А.С. Андросов, Л.К. Исаева, Е.В. Крылов.* – М.: ВИПТШ, 1984. – 270 с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Основные характеристики полярных горючих жидкостей – ацетон, ацетонитрил, бутилацетат, гидразингидрат, децило вый спирт, диэтиловый эфир, масляный альдегид, метиловый спирт, метилацетат, метил-*трет*-бутиловый эфир, муравьиная кислота, пропионовая кислота, пропилацетат, уксусная кислота, этиловый спирт, этилкарбитол – приведены ниже.

Ацетон (2-пропанол, диметилкетон) C_3H_6O, легковоспламеняющаяся жидкость. Молекулярная масса 58,08; плотность 790,8 кг · м$^{-3}$ при 20 °С: температура кипения, $t_{кип}$, 56,5 °С; растворимость в воде неограниченная. Температура вспышки, $t_{всп}$, 18 °С (закрытый тигель, з. т.), 9 °С (открытый тигель, о. т.); температура воспламенения, $t_{воспл}$, 5 °С; температура самовоспламенения в воздухе, $t_{самовоспл}$, 535 °С. Водные растворы ацетона пожароопасны. Ацетон отличается способностью при горении на открытой поверхности прогреваться в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой. Скорость выгорания $5.96 \cdot 10^{-2}$ кг · м$^{-2}$ · с$^{-1}$.

Ацетонитрил (этаннитрил, метилцианид, нитрил уксусной кислоты) CH_3CN, бесцветная жидкость со слабым эфирным запахом. Молекулярная масса 41,05; $t_{кип}$ 81,6 °С. Смешивается с водой, этанолом, эфиром, ацетоном, CCl_4 и др. органическими растворителями; растворяет масла, лаки, жиры, эфиры целлюлозы, многие синтетические полимеры и неорганические соли. Токсичен, всасывается через непо-

врежденную кожу, опасен при попадании в глаза; предельно-допустимая концентрация, ПДК, 10 мг · м$^{-3}$, в воде водоемов – 0,7 мг · л$^{-1}$; летальная доза, $ЛД_{50}$, 1670 мг · кг$^{-1}$ (мыши, перорально). Горюч; $t_{всп}$ 6 °С, $t_{самовоспл}$ > 450 °С.

Бутилацетат (бутиловый эфир уксусной кислоты) $CH_3COOC_4H_9$, бесцветная жидкость с фруктовым запахом; хорошо растворяется в органических растворителях, растворимость в воде не более 1 % по массе. Пары бутилацетата раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, вызывают сухость кожи; ПДК 200 мг · м$^{-3}$; $t_{всп}$ 25–29 °С, $t_{самовоспл}$ 421 °С.

Гидразин-гидрат $N_2H_4H_2O$, легковоспламеняющаяся жидкость. Молекулярная масса 50,06; плотность 1030 кг · м$^{-3}$; $t_{кип}$ 120 °С; растворимость в воде неограниченная; $t_{всп}$ 59 °С (о. т.), $t_{воспл}$ 59 °С, $t_{самовоспл}$ 267 °С.

Децило́вый спирт (1-деканол) $C_{10}H_{22}O$, горючая бесцветная жидкость. Молекулярная масса 158,28; плотность 829,6 кг · м$^{-3}$ при 25 °С; $t_{кип}$ 231 °С; в воде не растворяется; $t_{всп}$ 110 °С, $t_{воспл}$ 117 °С, $t_{самовоспл}$ 250 °С; скорость выгорания $3{,}8 \cdot 10^{-2}$ кг · м$^{-2}$ · с$^{-1}$.

Диэтиловый эфир (этиловый эфир, этоксиэтан) $C_4H_{10}O$, бесцветная жидкость со своеобразным запахом; $t_{кип}$ 34,5 °С; растворяется в воде (6,5 % при 20 °С), этаноле, бензоле и др. органических растворителях; $t_{всп}$ –41 °С, $t_{самовоспл}$ 164 °С. При хранении на свету образует нестойкие взрывчатые пероксиды, которые могут быть причиной его самовоспламенения при комнатной температуре. Слегка раздражает дыхательные пути, при остром отравлении наступает возбуждение, затем сонливость и потеря сознания, иногда длительная; ПДК 300 мг · м$^{-3}$.

Масляный альдегид (бутаналь, бутиральдегид) $CH_3CH_2CH_2CHO$, бесцветная прозрачная жидкость с резким запахом альдегидов. Молекулярная масса 72,11; $t_{кип}$ 75,7 °С; смешивается со многими органическими растворителями во всех соотношениях; растворимость в воде (%): 8,7 (0 °С); 7,1 (20 °С); 5,4 (40 °С).

Метиловый спирт (метанол, древесный спирт) CH_4O, легковоспламеняющаяся жидкость. Молекулярная масса 32,04; плотность 786,9 кг · м$^{-3}$ при 25 °С; $t_{кип}$ 64,9 °С; в воде растворяется неограниченно; $t_{всп}$ 6 °С, $t_{воспл}$ 13 °С, $t_{самовоспл}$ 440 °С; скорость выгорания $2{,}59 \cdot 10^{-2}$ кг · м$^{-2}$ · с$^{-1}$. Пожароопасность водных растворов метилового спирта представлена в табл. 1.

Таблица 1

Показатели пожароопасности растворов метилового спирта

Содержание метанола, % (масс.)	Температура, °С			Температурные пределы распространения пламени, °С	
	вспышки	воспламенения	самовоспламенения	нижний	верхний
85	11	23	510	10	44
70	18	–	525	15	49
55	23	29	545	22	52
40	30	38	565	30	55
25	46	51	580	41	62
10	59	нет	610	60	76
5	нет	нет	нет	нет	нет

Метилацетат (метиловый эфир уксусной кислоты) CH_3COOCH_3, бесцветная прозрачная жидкость с фруктовым запахом. Молекулярная масса 74,08; $t_{кип}$ 57 °С; смешивается с органическими растворителями во всех соотношениях; растворимость в воде 31,9 %; $t_{всп}$ –15 °С. Раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей; ПДК 100 мг · м$^{-3}$.

Метил-*трет*-бутиловый эфир $C_5H_{12}O$, легковоспламеняющаяся жидкость. Молекулярная масса 88,2; $t_{кип}$ 55,2 °С; в воде не растворим; $t_{всп}$ 27 °С, $t_{самовоспл}$ 443 °С.

При начальной температуре равной 6 °С скорости выгорания метил-*трет*-бутилового эфира в металлических горелках диаметром 0,16; 0,20; 0,25; 0,32 и 0,39 м составили соответственно 14, 16, 20, 22 и 29 $г \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$.

При повышении начальной температуры эфира до 20 °С скорость выгорания возрастает и для горелки диаметром 0,39 м составляет 36 $г \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$.

Расчетное значение скорости выгорания метил-*трет*-бутилового эфира составило 74 $г \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$.

Муравьиная кислота (метановая кислота) HCOOH, бесцветная жидкость с резким запахом. Молекулярная масса 46,03; $t_{кип}$ 100,7 °С; смешивается во всех соотношениях с водой, диэтиловым эфиром, этанолом, не растворяется в алифатических углеводородах, умеренно растворяется в бензоле, толуоле, CCl_4.

Пропионовая кислота (пропановая кислота, метилуксусная кислота) CH_3CH_2COOH, бесцветная жидкость с резким запахом. Молекулярная масса 74,08; $t_{кип}$ 141,1 °С; смешивается с водой и органическими растворителями; $t_{всп}$ 54,4 °С, $t_{самовоспл}$ 440 °С.

Пропилацетат (пропиловый эфир уксусной кислоты) $CH_3COOC_3H_7$, легковоспламеняющаяся бесцветная жидкость. Молекулярная масса 102,13; плотность 887,8 $кг \cdot м^{-3}$ при 20 °С; $t_{кип}$ 77 °С; растворяется в воде (1,89 г на 100 мл); $t_{всп}$ 14 °С, $t_{воспл}$ 24 °С, $t_{самовоспл}$ 435 °С; скорость выгорания $6{,}9 \cdot 10^{-2}$ $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$.

Уксусная кислота (этановая кислота) CH_3COOH, бесцветная прозрачная жидкость с резким запахом. Молекулярная масса 60,05; для безводной («ледяной») $t_{кип}$ 117,8 °С. Смешивается со многими растворителями, хорошо растворяет органические соединения, в ней растворяются газы HF, HCl, HBr, HI и др., гигроскопична. Пары раздражают слизистые оболочки верхних дыхательных путей, растворы (концентрация выше 30 % по массе) при соприкосновении с кожей вызывают ожоги; $t_{всп}$ 38 °С, $t_{самовоспл}$ 454 °С; ПДК в атмосферном воздухе 0,06 мг · $м^{-3}$, в воздухе рабочей зоны – 5 мг · $м^{-3}$.

Этиловый спирт (этанол, винный спирт) C_2H_6O, легковоспламеняющаяся бесцветная жидкость. Молекулярная масса 46,07; плотность 785 кг · $м^{-3}$ при 25 °С; $t_{кип}$ 78,5 °С; в воде растворяется неограниченно; $t_{всп}$: 13 °С (з. т.), 16 °С (о. т.); $t_{воспл}$ 18 °С, $t_{самовоспл}$ 400 °С; скорость выгорания $3,7 \cdot 10^{-2}$ кг · $м^{-2} \cdot с^{-1}$. Пожароопасность водных растворов этилового спирта иллюстрируется данными табл. 2.

Таблица 2

Пожароопасные свойства водных растворов этилового спирта

Содержание этанола, % (масс)	Плотность, кг · $м^{-3}$	Температура, °С		Температурные пределы распространения пламени, °С	
		вспышки	самовоспламенения	нижний	верхний
95	–	14	–	–	–
90	–	16	–	–	–
80	–	18	–	–	–
70	890	20–22	468	20	43
60	–	22	–	–	–
55	924	26	480	23	45

Окончание табл. 2

Содержание этанола, % (масс.)	Плотность, кг · м$^{-3}$	Температура, °С		Температурные пределы распространения пламени, °С	
		вспышки	самовоспламенения	нижний	верхний
50	–	25	–	–	–
40	951	28	535	25	49
30	–	32	–	–	–
20	975	39–40	570	33	54
10	986	50–54	615	50	62
5	993	61	750	60	71
3	995	нет	нет	нет	нет

Этиловый спирт горит в резервуарах прозрачным не коптящим пламенем, которое относительно слабо излучает тепло. Скорость выгорания этилового спирта не превышает 2,5 мм · мин$^{-1}$. При длительном горении не наблюдается образование прогретого слоя у поверхности спирта.

Охлаждение стенок горящего резервуара водой с интенсивностью 0,5 л · с$^{-1}$ на метр периметра надежно предохраняет его конструкции от температурных деформаций.

На основании измерения теплового потока от пламени спирта установлено, что на расстоянии 0,4 диаметра резервуара температура на металлической стенке соседнего резервуара не превышает 120 °С.

Этилкарбитол $C_2H_5(OCH_2CH_2)_2OH$, бесцветная жидкость со слабым гликолевым запахом. Молекулярная масса 124; смешивается с водой; $t_{кип}$ 202,7 °С, $t_{всп}$ 96,1 °С.

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЕРВУАРОВ И РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ

Для хранения горючих полярных жидкостей в отечественной практике применяются резервуары металлические вертикальные и горизонтальные.

Наиболее распространены, как у нас в стране, так и за рубежом, стальные резервуары, вертикальные цилиндрические со стационарной конической или сферической крышей вместимостью до 20 000 м^3.

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

Таблица 1

Геометрические характеристики резервуаров типа РВС

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Диаметр резервуара, м	Площадь зеркала горючего, м^2	Периметр резервуара, м
РВС-1000	9	12	120	39
РВС-2000	12	15	181	48
РВС-3000	12	19	283	60
РВС-5000	12	23	408	72
РВС-5000	15	21	344	65
РВС-10000	12	34	918	107
РВС-10000	18	29	637	89
РВС-15000	12	40	1250	126
РВС-15000	18	34	918	107
РВС-20000	12	46	1632	143
РВС-20000	18	40	1250	125

Стенки вертикальных стальных резервуаров состоят из металлических листов, как правило, размером 1,5 × 3 или

1,5 × 6 м. Причем толщина нижнего пояса резервуара колеблется в пределах от 6 (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 в целях предотвращения разрушения резервуара при взрыве паровоздушной смеси внутри замкнутого объема резервуара.

Для хранения относительно небольших количеств горючих жидкостей применяются горизонтальные стальные резервуары емкостью до 1 000 м^3.

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.

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 продукта, приемно-отпускными устройствами, а при необходимости, особенно при хранении метилового спирта 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.

Вентиляционные патрубки на резервуарах для хранения горючих полярных жидкостей с температурой вспышки менее 120 °С оборудуются огневыми преградителями.

В табл. 2–5 представлены минимальные расчетные запасы пенообразователей для различных резервуаров типа РВС.

Таблица 2

Минимальный запас пенообразователя при тушении пеной низкой кратности, способ подачи пены «мягкий», время тушения 10 мин

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Площадь зеркала горючего, $м^2$	Запас пенообразователя на одно тушение, $м^3$	Трехкратный запас пенообразователя, $м^3$
РВС-1000	9	120	0,562	1,685
РВС-2000	12	181	0,847	2,54
РВС-3000	12	283	1,325	4,0
РВС-5000	12	408	1,91	5,73
РВС-5000	15	344	1,61	4,83
РВС-10000	12	918	4,3	12,9

Окончание табл 2

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Площадь зеркала горючего, $м^2$	Запас пенообразователя на одно тушение, $м^3$	Трехкратный запас пенообразователя, $м^3$
РВС-10000	18	637	3,0	9,0
РВС-15000	12	1250	5,85	17,55
РВС-15000	18	918	4,3	12,9
РВС-20000	12	1632	7,64	22,8
РВС-20000	18	1250	5,85	17,55

Примечания

1 Расходы пенообразователя даны без учета технических характеристик применяемого оборудования для получения пены и объема растворопроводов и рукавных линий.

2. Минимальный запас пенообразователя приведен для его рабочей концентрации в растворе, равной 6 % При концентрации пенообразователя в растворе, равной 3 %, запас пенообразователя снижается в два раза

Таблица 3

Минимальный запас пенообразователя при тушении пеной низкой кратности, способ подачи пены «жесткий», время тушения 15 мин

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Площадь зеркала горючего, $м^2$	Запас пенообразователя на одно тушение, $м^3$	Трехкратный запас пенообразователя, $м^3$
РВС-1000	9	120	1,3	3,9
РВС-2000	12	181	1,955	5,865
РВС-3000	12	283	3,06	9,2
РВС-5000	12	408	4,41	13,23
РВС-5000	15	344	3,72	11,16
РВС-10000	12	918	9,92	29,76
РВС-10000	18	637	6,88	20,64
РВС-15000	12	1250	13,5	40.5
РВС-15000	18	918	9,92	12 9

Окончание табл. 3

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Площадь зеркала горючего, $м^2$	Запас пенообразователя на одно тушение, $м^3$	Трехкратный запас пенообразователя, $м^3$
РВС-20000	12	1632	17,63	52,89
РВС-20000	18	1250	13,5	40,5

Примечания:

1. Расходы пенообразователя даны без учета технических характеристик применяемого оборудования для получения пены и объема растворопроводов и рукавных линий.

2 Минимальный запас пенообразователя приведен для его рабочей концентрации в растворе, равной 6 % При концентрации пенообразователя в растворе, равной 3 %, запас пенообразователя снижается в два раза

Таблица 4

Минимальный запас пенообразователя при тушении пеной средней кратности, способ подачи пены «мягкий», время тушения 10 мин

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Площадь зеркала горючего, $м^2$	Запас пенообразователя на одно тушение, $м^3$	Трехкратный запас пенообразователя, $м^3$
РВС-1000	9	120	0,26	0,78
РВС-2000	12	181	0,391	1,173
РВС-3000	12	283	0,6113	1,84
РВС-5000	12	408	0,882	2,65
РВС-5000	15	344	0,743	2,23
РВС-10000	12	918	1,983	5,95
РВС-10000	18	637	1,376	4,376
РВС-15000	12	1250	2,7	8,1
РВС-15000	18	918	1,983	5,95
РВС-20000	12	1632	3,525	10,575
РВС-20000	18	1250	2,7	8,1

Примечания:

1 Расходы пенообразователя даны без учета технических характеристик применяемого оборудования для получения пены и объема растворопроводов и рукавных линий

2. Минимальный запас пенообразователя приведен для его рабочей концентрации в растворе, равной 6 % При концентрации пенообразователя в растворе, равной 3 %, запас пенообразователя снижается в два раза.

Таблица 5

Минимальный запас пенообразователя при тушении пеной средней кратности, способ подачи пены «жесткий», время тушения 15 мин

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Площадь зеркала горючего, $м^2$	Запас пенообразователя на одно тушение, $м^3$	Трехкратный запас пенообразователя, $м^3$
РВС-1000	9	120	0,648	1,95
РВС-2000	12	181	0,9774	2,932
РВС-3000	12	283	1,53	4,59
РВС-5000	12	408	2,203	6,61
РВС-5000	15	344	1,86	5,58
РВС-10000	12	918	4,96	14,9
РВС-10000	18	637	3,44	10,32
РВС-15000	12	1250	6,75	20,25
РВС-15000	18	918	4,96	14,9
РВС-20000	12	1632	8,813	26,44
РВС-20000	18	1250	6,75	20,25

Примечания:

1. Расходы пенообразователя даны без учета технических характеристик применяемого оборудования для получения пены и объема растворопроводов и рукавных линий.

2. Минимальный запас пенообразователя приведен для его рабочей концентрации в растворе, равной 6 %. При концентрации пенообразователя в растворе, равной 3 %, запас пенообразователя снижается в два раза.

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, исключающих воздействие на них пламени и газообразных продуктов горения. В табл. 1 даны основные характеристики пеногенераторов типа ГПС.

Таблица 1

Основные характеристики пеногенераторов

Тип пеногенератора	Рекомендуемое давление у распылителя, МПа	Расход раствора пенообразователя, $л \cdot с^{-1}$	Кратность пены	Максимальный расход пенообразователя, $л \cdot с^{-1}$	Габариты		Вес, кг	Дальность пенной струи, м
					Диаметр пакета сеток, 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

Для получения водного раствора пенообразователя применяются стационарные пеносмесители ПС-5, устанавливаемые на насосах пожарных машин. ПС-5 обеспечивает подачу пяти стволов типа ГПС-600. На пожарной насосной станции 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.

Таблица 2

Разность давлений пенообразователя и воды на вставке

Показатели	Количество пеногенераторов									
	Вставка d = 10 мм					Вставка d = 25 мм				
	ГПС-600 или ГПС-600М					ГПС-2000 или ГПС-2000М				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Требуемый расход пенообразователя, $л \cdot с^{-1}$	0,36	0,72	1,08	1,44	1,80	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0
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 %.

Для каждой дозирующей вставки, изготовленной самостоятельно, должны быть разработаны тарировочные таб-

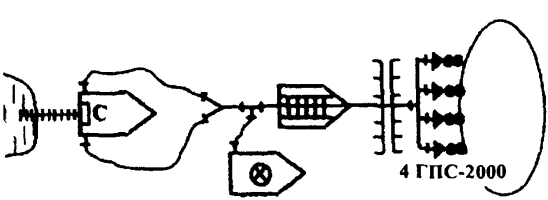
лицы по определению разности давлений в зависимости от количества подключенных пеногенераторов.

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

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 дозировки.

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.

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



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

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 др. 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 водоисточником и местом установки пеноподъемника определяется по формуле

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

где $H_н$ – напор на насосе, м; $h_{ст}$ – 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:

$$H_н = h_м + h_п + h_{ГПС} + z;$$

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

$$H_н = h_м + h_п + h_{ГПС} + z,$$

где $H_н$ – давление или напор на насосе, МПа или м вод. ст.; $h_м$ – потери давления (напора) в магистральных линиях, МПа или м вод. ст.; $h_м = nS_рQ^2$ – при подаче воды (раствора пенообразователя) по одной магистральной линии; $h_м = nS_рQ^2/4$ –

при подаче воды (раствора пенообразователя) по двум магистральным линиям, n – количество рукавов в магистральной линии; $S_р$ – сопротивление одного рукава; $h_п$ – потери давления (напора) в пеноподъемнике; $h_{ГПС}$ – давление (напор) у пеногенератора, МПа или м вод. ст.; z – высота подъема пеногенераторов.

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

Пена низкой кратности подается в резервуар сверху.

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$^{-1}$)	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 пенной струи при угле 32°, м	40	18	20	40
Длина ствола, мм	1200	715	845	–
Масса ствола, кг	22	2,8	3,8	95

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Тушение пожаров в резервуарах 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 про-

греть до температуры выше 5 °С, чтобы исключить возможное образование ледяных пробок или снижение расхода подаваемого раствора пенообразователя или пены вследствие уменьшения сечения подводящих 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 автомобилей 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 $t_а$, и может быть рассчитана по формуле

$$L = \frac{\rho_в C_{рв} t_{вн} G_m}{d_н (t_{вн} - t_а)} \frac{1}{K} = 1{,}337 \cdot 10^6 \frac{t_{вн} G_m}{d_н (t_{вн} - t_а)} \frac{1}{K},$$

где G_m – расход воды, л · с$^{-1}$; $d_н$ – наружный диаметр рукава, мм; K – коэффициент теплопередачи, Вт · м$^{-2}$ · К$^{-1}$; $\rho_в$ – плотность жидкости, кг · м$^{-3}$; $C_{рв}$ – удельная теплоемкость жидкости, Дж · кг$^{-1}$ · К$^{-1}$.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
1. Термины и определения 6
2. Основные положения 8
3. Тушение пожаров стационарными установками 10
4. Тактика и организация тушения пожаров в резервуарах с полярными жидкостями передвижной пожарной техникой 12
4.1. Общие требования 12
4.2. Организация работы оперативного штаба 16
4.3. Охлаждение резервуаров 18
4.4. Подготовка и проведение пенной атаки 20
4.5. Особенности тушения пожаров 24
5. Организационно-подготовительные мероприятия 25
5.1. Разработка планов пожаротушения 25
5.2. Подготовка личного состава 28
5.3. Взаимодействие пожарной охраны со службами объекта и населенного пункта 30
6. Меры безопасности 31
Список рекомендуемой литературы 35
Приложение 1. Физико-химические свойства горючих жидкостей 37
Приложение 2. Классификация резервуаров и резервуарных парков 43
Приложение 3. Характеристики пеногенерирующей аппаратуры и техники для получения пены 49
Приложение 4. Особенности тушения пожаров в резервуарных парках в условиях низких температур 54

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТУШЕНИЮ ПОЛЯРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В РЕЗЕРВУАРАХ

Редактор ***Т.А. Кремлева***

Технический редактор ***Е.С. Матюшкина***

Ответственный за выпуск ***А.В. Шариков***

Подписано в печать 23.07.2007 г. Формат 60×84/16. Печать офсетная.
Усл печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,32. Т. – 800 экз. Заказ № 68.

ия ФГУ ВНИИПО МЧС России
мкр «НИИПО, д. 12, г. Балашиха,
Московская обл., 143903

gost.e-ecolog.ru