

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет**

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

**Методические указания
для курсового и дипломного проектирования
по дисциплине «Пожарная тактика»**

Составитель Н. Ю. Клименти

**Волгоград
ВолгГАСУ
2013**

УДК 614.842.664(076.5)
ББК 38.960.2я73
М545

М545 **Методики** расчета сил и средств для тушения пожаров [Электронный ресурс] : методические указания для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Пожарная тактика» / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. Н. Ю. Клименти. — Электронные текстовые и графические данные (6,0 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2013. — Учебное электронное издание комбинированного пространства: 1 CD-диск. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Содержится вспомогательный материал для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Пожарная тактика» в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования.

Для студентов специальности «Пожарная безопасность» всех форм обучения.

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks (Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader.

УДК 614.842.664(076.5)
ББК 38.960.2я73

Нелегальное использование данного продукта запрещено

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Расчет параметров тушения воздушно-механической пеной разлитых легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в помещениях..... | 4 |
| 2. Расчет параметров тушения пожаров в помещениях, заполняемых воздушно-механической пеной..... | 6 |
| 3. Расчет параметров тушения пожаров на складах лесоматериалов..... | 7 |
| 4. Расчет параметров тушения разлитого топлива под самолетом в аэропорту | 9 |
| 5. Расчет параметров тушения торфяных пожаров..... | 10 |
| 6. Расчет параметров тушения пожаров в зданиях повышенной этажности..... | 13 |
| 6.1. Расчет насосно-рукавной системы..... | 13 |
| 6.2. Спасение людей при помощи коленчатого подъемника, автолестницы.... | 16 |
| 6.3. Спасение людей способом выноса на руках..... | 17 |
| 6.4. Спасение людей при помощи спасательной веревки..... | 18 |
| 7. Расчет параметров тушения пожара по площади порошковыми огнетушащими составами..... | 19 |
| 8. Расчет параметров ликвидации горения при подаче порошка в объем пламени..... | 20 |
| 9. Расчет параметров тушения горящего фонтана вихрепорошковым способом.... | 21 |
| 10. Расчет параметров тушения пожаров в бункерах и силосах элеваторов..... | 23 |
| 11. Расчет параметров тушения пожаров на объектах хранения и переработки сжиженных углеводородных газов..... | 25 |
| Библиографический список..... | 27 |

1. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕНОЙ РАЗЛИТЫХ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ И ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют площадь тушения ствола (пеногенератора) $S_{\text{ств}}^{\text{туш}}$, м^2 , при этом учитывается фактический расход раствора данного ствола и требуемая интенсивность подачи огнетушащих средств:

$$S_{\text{ств}}^{\text{туш}} = Q_{\text{ств}} / J_{\text{туш}},$$

где $Q_{\text{ств}}$ — фактический расход раствора из пенного ствола, л/с; $J_{\text{туш}}$ — требуемая интенсивность на тушение, л/(с · м^2). Для легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) $J_{\text{туш}} = 0,08$ л/(с · м^2), для горючих жидкостей (ГЖ) $J_{\text{туш}} = 0,05$ л/(с · м^2) [1].

Пример 1. Площадь тушения ствола ГПС-600 (рабочее давление 4...6 кг · с/см², расход раствора пенообразователя ≈ 6 л/с) составит: при тушении ЛВЖ

$$S_{\text{ГПС-600}}^{\text{туш}} = \frac{6 \text{ л/с}}{0,08 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)} = 75 \text{ м}^2;$$

при тушении ГЖ

$$S_{\text{ГПС-600}}^{\text{туш}} = \frac{6 \text{ л/с}}{0,05 \text{ л/(с} \cdot \text{м}^2)} = 120 \text{ м}^2.$$

2. Определяют требуемое количество стволов на тушение $N_{\text{ств}}^{\text{туш}}$:

$$N_{\text{ств}}^{\text{туш}} = S_{\text{пож}} / S_{\text{ств}}^{\text{туш}},$$

где $S_{\text{пож}}$ — площадь пожара (розлива), м^2 .

3. Определяют требуемое количество стволов на защиту $N_{\text{ств}}^{\text{защ}}$.

При определении требуемого расхода огнетушащих веществ (ОТВ) на защиту следует исходить из количества мест защиты или площади защиты $Q_{\text{защ}}^{\text{тр}}$:

$$Q_{\text{защ}}^{\text{тр}} = S_{\text{охл}} J_{\text{охл}}^{\text{тр}}$$

или

$$Q_{\text{туш. охл}}^{\text{тр}} = Q_{\text{туш}}^{\text{тр}} + Q_{\text{охл}}^{\text{тр}} = S_{\text{охл}} J_{\text{охл}}^{\text{тр}} + S_{\text{охл}} J_{\text{охл}}^{\text{тр}},$$

где $Q_{\text{туш. охл}}^{\text{тр}}$ — требуемый расход на тушение и охлаждение; $Q_{\text{туш}}^{\text{тр}}$ — требуемый расход на тушение, л/с; $Q_{\text{охл}}^{\text{тр}}$ — требуемый расход раствора пенообразователя на охлаждение оборудования и строительных конструкций в зоне пожара, л/с;

$S_{\text{охл}}$ — площадь поверхности охлаждения, м^2 ; $J_{\text{охл}}^{\text{тр}}$ — интенсивность подачи раствора пенообразователя на охлаждение, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ [1]. В расчет принимается половина площади поверхности защищаемого аппарата или иного оборудования, при этом если аппарат находится в зоне разлива, то на защиту, как правило, принимаются пенные стволы с низкой кратностью.

Количество стволов на защиту $N_{\text{ств}}^{\text{защ}}$ принимается в зависимости от общего требуемого расхода на защиту и расхода одного ствола:

$$N_{\text{ств}}^{\text{защ}} = Q_{\text{охл}}^{\text{тр}} / q_{\text{ств}}.$$

Количество стволов для защиты смежных помещений определяется так же, как и при тушении твердых веществ и материалов водой.

4. Определяют количество (требуемый запас) пенообразователя (или воды) $V_{\text{п-о}}$, л, для получения раствора:

$$V_{\text{п-о}} = N_{\text{ГПС-600}} q_{\text{п-о}} T_{\text{туш}} K + N_{\text{свп}} q_{\text{п-о}} T_{\text{н}} K$$

или

$$V_{\text{п-о}} = (N_{\text{ГПС}} q_{\text{п-о}} + \dots + N_{\text{свп}} q_{\text{п-о}}) T_{\text{н}} K,$$

где $q_{\text{п-о}}$ — расход пенообразователя или воды из ствола, л/с (для ГПС-600 $q_{\text{п-о}} = 0,36$ л/с); $T_{\text{туш}}$ — расчетное время тушения, мин (для разливов $T_{\text{туш}} = 10$ мин, для резервуаров $T_{\text{туш}} = 15$ мин); K — коэффициент запаса пенообразователя или воды (в большинстве случаев $K_{\text{п-о}} = 3$, $K_{\text{вод}} = 5$ [1]); $N_{\text{свп}}$ — количество воздушно-пенных стволов.

После этого производится сравнение требуемого запаса с фактическим, сосредоточенным на пожаре:

$$V_{\text{п-о. треб}} \leq V_{\text{п-о. факт}}.$$

5. Необходимое количество оперативных отделений для подачи огнетушащих средств можно определить двумя способами:

1) по формуле

$$N_{\text{отд. туш. охл}} = N_{\text{тр. ств. т}} / n_{\text{ств. отд. п}} + N_{\text{тр. ств. охл}} / n_{\text{ств. отд. п}},$$

где $N_{\text{отд. туш. охл}}$ — требуемое количество отделений для тушения разлитой ГЖ и охлаждения оборудования и строительных конструкций в зоне пожара, ед.; $n_{\text{ств. отд. п}}$ — количество стволов, обеспечиваемое отделением для подачи воды или пены, шт.;

2) сначала определяется количество личного состава по формуле

$$N_{\text{л. с}} = N_{\text{пр}}^{\text{т}} N_{\text{л. с}}^{\text{пп}} + N_{\text{ств}}^3 N_{\text{л. с}}^{\text{пп}} + N_{\text{м}} + N_{\text{л}} + N_{\text{пб}} + N_{\text{св}} + \dots + N_{\text{н}},$$

где $N_{\text{пр}}^{\text{т}}$ — количество технических приборов подачи огнетушащего вещества, необходимое для тушения пожара, шт.; $N_{\text{л. с}}^{\text{пп}}$ — количество личного состава, работающего с одним техническим прибором, чел.; $N_{\text{ств}}^3$ — количество стволов, поданных на защиту (включая и защиту ствольщиков), шт.; $N_{\text{м}}$ — количество людей, занятых контролем за работой насосно-рукавных систем, чел.

(при прокладки магистральных рукавных линий от пожарной машины в одном направлении — 1 чел. на две линии, в разных направлениях — 1 чел. на одну линию); $N_{л}$ — количество страховщиков на выдвижных трехколенных лестницах (по числу лестниц), чел.; $N_{пб}$ — количество людей, занятых на постах безопасности (в соответствии с требованиями нормативных документов), чел.; $N_{св}$ — количество связных, чел., и т. д.

Затем определяется количество отделений на основных пожарных автомобилях:

$$N_{отд} = N_{л.с} / K,$$

где K — средняя численность личного состава одного отделения, чел., которая определяется из следующего условия: если в боевых расчетах гарнизона находятся пожарные автоцистерны, то среднюю численность личного состава для одного отделения принимают равной 4 чел., а при наличии автоцистерн и автонасосов — 5 чел.

Когда необходимое число личного состава по расчету превышает его численность в боевых расчетах пожарных подразделений, привлекаемых на тушение пожара, недостающее количество компенсируется за счет добровольных пожарных формирований, рабочих объекта, воинских подразделений, населения и др.

Минимальное количество пожарных автомобилей без учета резерва (автоцистерна типа АЦ-40) для подачи пены средней кратности с помощью пеногенераторов типа ГПС-600 составляет 2 шт.

Для доставки расчетного количества пенообразователя к месту пожара с учетом расстановки пожарных автомобилей и схем их подключения необходимо иметь один автомобиль типа АВ-5-40 или аналогичный ему по назначению и тактико-техническим характеристикам.

Количество пожарных рукавов определяется условиями развертывания пожарной техники и расстановки пеногенераторов для тушения пожара. Количество личного состава определяется тактико-техническими характеристиками используемых пожарных автомобилей и штатной численностью их расчетов.

2. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ, ЗАПОЛНЯЕМЫХ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕНОЙ

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют объем пенных стволов, необходимых для тушения, по формуле

$$V_{ств}^{туш} = V_{пены} \tau_{расч} / K_{раз.п},$$

где $V_{ств}^{туш}$ — объем тушения пенного ствола, м³; $V_{пены}$ — объем пены, получаемой из пеногенератора, м³/мин; $\tau_{расч} = 10$ мин — расчетное время тушения (для резервуаров $\tau_{расч} = 15$ мин); $K_{раз.п} = 3$ — коэффициент разрушения пены.

В свою очередь, объем пены $V_{\text{пены}}$, получаемой из пеногенератора, определяется по формуле

$$V_{\text{пены}} = V_{\text{р.р}} K,$$

где $V_{\text{р.р}}$ — расход раствора пеногенератора, м³/мин; K — кратность пены, получаемой из пеногенератора.

П р и м е р 2. Объем тушения ствола ГПС-2000 (рабочее давление 4...6 кг · с/см², расход раствора пенообразователя ≈ 20 л/с, кратность пены 100) составит

$$V_{\text{ГПС-2000}}^{\text{туш}} = \frac{120 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot 10 \text{ мин}}{3} = 400 \text{ м}^3.$$

Объем пены равен $V_{\text{пены ГПС-2000}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{мин} \cdot 100 = 120 \text{ м}^3/\text{мин}$. Расход раствора пеногенератора составит $V_{\text{р.р}} = 20 \text{ л/с} = 1200 \text{ л/мин} = 1,2 \text{ м}^3/\text{мин}$.

2. Определяют количество генераторов пены средней кратности (ГПС-600, ГПС-2000, установка комбинированного тушения пожара «Пурга»):

$$N_{\text{ств}}^{\text{туш}} = V_{\text{п}} / V_{\text{ств}}^{\text{туш}}$$

или сразу

$$N_{\text{ГПС}} = V_{\text{п}} K_{\text{р}} / q_{\text{ГПС}} T_{\text{н}},$$

где $V_{\text{п}}$ — объем (помещения) пожара, м³; $T_{\text{н}}$ — расчетное время тушения, принимается равным 10 мин.

3. Определяют количество (требуемый запас) пенообразователя (или воды) для получения раствора:

$$V_{\text{п-о}} = N_{\text{ГПС}} q_{\text{п-о}} T_{\text{н}} K + N_{\text{свп}} q_{\text{п-о}} T_{\text{н}} K$$

или

$$V_{\text{п-о}} = (N_{\text{ГПС}} q_{\text{п-о}} + \dots + N_{\text{свп}} q_{\text{п-о}}) T_{\text{н}} K,$$

где $V_{\text{п-о}}$ — количество пенообразователя (воды), л; $q_{\text{п-о}}$ — расход пенообразователя (воды) из ствола, л/с (для ГПС-600 $q_{\text{п-о}} = 0,36 \text{ л/с}$); K — коэффициент запаса пенообразователя (или воды), в большинстве случаев $K_{\text{п-о}} = 3$, $K_{\text{вод}} = 5$ [1].

После этого производится сравнение требуемого запаса с фактическим, сосредоточенным на пожаре ($V_{\text{п-о}} \text{ треб} \leq V_{\text{п-о}} \text{ факт}$), делается вывод.

3. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА СКЛАДАХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют площадь пожара. Под площадью пожара $S_{\text{пож}}$ штабелей лесоматериалов понимается площадь проекции зоны горения на горизонтальную плоскость. В площадь пожара включается площадь разрывов между штабелями в том случае, когда их ширина не препятствует распространению горения для данного вида пожарной нагрузки.

Под площадью тушения $S_{\text{туш}}$ понимается площадь поверхности горящих штабелей лесоматериалов, на которую подается ОТВ. Она определяется по формуле

$$S_{\text{туш}} = a(H + h_{\text{туш}}),$$

где a — длина фронта пожара, м; H — высота штабеля, м; $h_{\text{туш}}$ — глубина тушения ствола, м (для ручных стволов $h_{\text{туш}} = 5 \dots 6$ м, для лафетных стволов $h_{\text{туш}} = 10$ м, для стволов передвижных лафетных вышек и пожарных вездеходов $h_{\text{туш}} = 15$ м, для ствола гидромонитора $h_{\text{туш}} = 25 \dots 30$ м).

Для тушения пожаров на складах лесоматериалов используются ручные стволы с диаметром насадки 25 мм и лафетные.

2. Определяют требуемый расход ОТВ $Q_{\text{тр}}$ для тушения пожара:

когда $S_{\text{пож}} \leq S_{\text{туш}}$

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{пож}} J_{\text{тр}},$$

когда $S_{\text{пож}} > S_{\text{туш}}$

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{туш}} J_{\text{тр}},$$

где $S_{\text{пож}}$ — площадь пожара, м²; $S_{\text{туш}}$ — площадь тушения, м²; $J_{\text{тр}}$ — требуемая интенсивность подачи ОТВ для тушения пожара, л/(с · м²).

3. Определяют количество стволов $N_{\text{ств}}$ для тушения пожара:

$$N_{\text{ств}} = Q_{\text{тр}} / q_{\text{ств}},$$

где $q_{\text{ств}}$ — расход ОТВ из ствола, л/с.

4. Определяют количество стволов на тушение пожара по его периметру:

$$N_{\text{ств}} = P_{\text{пож}} / P_{\text{ств}},$$

где $P_{\text{пож}}$ — периметр пожара, на тушение которого вводятся стволы, м; $P_{\text{ств}}$ — периметр пожара, который тушится одним стволом, м:

$$P_{\text{ств}} = \frac{q_{\text{ств}}}{J_{\text{тр}} (H + h_{\text{т}})}.$$

5. Определяют количество отделений, необходимое для подачи стволов на тушение:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{ств}} / n_{\text{ств. отд}},$$

где $n_{\text{ств. отд}}$ — количество стволов, которое может подать одно отделение, шт.

6. Определяют требуемый расход ОТВ $Q_{\text{тр}}^{\text{защ}}$ для защиты негорящих штабелей, строений, техники и т. д.:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{защ}} = S_{\text{защ}} J_{\text{тр}}^{\text{защ}},$$

где $S_{\text{защ}}$ — площадь защищаемых штабелей, строений, машин и т. д., м²; $J_{\text{тр}}^{\text{защ}}$ — требуемая интенсивность подачи ОТВ, л/(с · м²).

Если данные по интенсивности подачи ОТВ на защиту отсутствуют, ее устанавливают в соответствии с тактическими условиями обстановки и осуществления боевых действий по тушению пожара, исходя

из оперативно-тактической характеристики объекта, или принимают уменьшенной в 4 раза по сравнению с требуемой интенсивностью подачи на тушение пожара:

$$J_{\text{тр}}^{\text{защ}} = 0,25J_{\text{тр}}.$$

7. Определяют количество стволов для защиты:

$$N_{\text{ств. защ}}^{\text{общ}} = N_{\text{ств}}^{\text{защ}} + N_{\text{ств}}^0,$$

где

$$N_{\text{ств}}^{\text{защ}} = Q_{\text{тр}}^{\text{защ}} / q_{\text{ств}}^{\text{защ}},$$

$$N_{\text{ств}}^0 = S_0 / S_{\text{ств}},$$

где $N_{\text{ств}}^0$ — требуемое количество стволов для тушения очагов горения, возникающих от переноса искр и головней; $q_{\text{ств}}^{\text{защ}}$ — расход воды из ствола для защиты, л/с; S_0 — площадь, на которой могут возникать очаги горения от переноса искр и головней (определяется в зависимости от дальности их переноса); $S_{\text{ств}}$ — площадь, которая защищается одним стволом (ствол Б защищает площадь 600...800 м²).

8. Определяют количество отделений $N_{\text{отд}}^{\text{защ}}$, необходимых для подачи стволов на защиту:

$$N_{\text{отд}}^{\text{защ}} = N_{\text{ств}}^{\text{защ}} / n_{\text{ств}}^{\text{отд}}.$$

9. Определяют общее количество отделений $N_{\text{отд}}^{\text{общ}}$ для тушения пожара:

$$N_{\text{отд}}^{\text{общ}} = N_{\text{отд}}^{\text{туш}} + N_{\text{отд}}^{\text{защ}} + N_{\text{ств}}^0 + N_{\text{отд. р}},$$

где $N_{\text{отд. р}}$ — количество резервных отделений, шт.

Количество отделений резерва определяется чаще всего исходя из обстановки, сложившейся на пожаре.

10. Определяют количество автомобилей N_a , которые необходимо установить на водоисточник:

$$N_a = \left(N_{\text{ств}}^{\text{туш}} q_{\text{ств}}^{\text{туш}} + N_{\text{ств}}^{\text{защ}} q_{\text{ств}}^{\text{защ}} \right) / Q_a,$$

где Q_a — максимальный расход воды, который можно подать от одного автомобиля (определяется из схемы подачи стволов), л/с.

4. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ РАЗЛИТОГО ТОПЛИВА ПОД САМОЛЕТОМ В АЭРОПОРТУ

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют возможную критическую площадь пожара $S_{\text{пож}}$, м²:

$$S_{\text{пож}} = 0,67L(a + d),$$

где L — длина фюзеляжа самолета, м; a — ширина растекания топлива, м; d — диаметр фюзеляжа самолета, м.

При длине фюзеляжа самолета $L > 20$ м принимается $a = 30$ м, а при $L < 20$ м $a = 12$ м.

2. Определяют требуемое количества воздушно-пенных стволов для тушения 90 % площади пожара за 1 мин:

$$N_{\text{впс}}^{0,9} = 0,9 S_{\text{пож}} J_{\text{тр}} / q_{\text{впс(р)}},$$

где $J_{\text{тр}}$ — требуемая интенсивность подачи низкократной пены на тушение разлитого топлива под самолетом, $J_{\text{тр}} = 0,137$ л/(с · м²) по раствору; $q_{\text{впс(р)}}$ — расход раствора пенообразователя со стационарного лафетного ствола на крыше аэродромного автомобиля (АА) или автоцестерны (АЦ).

3. Определяют требуемое количество воздушно-пенных стволов для тушения 10 % площади пожара:

$$N_{\text{впс}}^{0,1} = 0,1 S_{\text{пр}} J_{\text{тр}} / q_{\text{впс(р)}}.$$

Примечание. Время тушения оставшейся площади пожара $S_{\text{пож}}$ определяется в зависимости от категории аэропорта: для аэропортов I—IV категории 1 мин, V—VI категории 1,5 мин, VII—IX категории 2 мин.

4. Определяют требуемое количество воздушно-пенных стволов для охлаждения самолета:

$$N_{\text{впс}}^{\text{охл}} = S_{\text{ф}} J_{\text{тр}}^{\text{защ}} / q_{\text{впс(р)}},$$

где $S_{\text{ф}}$ — площадь фюзеляжа самолета, под которым происходит горение топлива, м²; $J_{\text{тр}}^{\text{защ}}$ — требуемая интенсивность подачи низкократной пены на защиту самолета, принимается равной 0,2 л/(с · м²) (по раствору).

5. Определяют общее количество отделений на АА и АЦ для тушения разлитого топлива под самолетом:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{впс}}^{0,9} / n_{\text{впс отд}} + N_{\text{впс}}^{0,1} / n_{\text{впс отд}} + N_{\text{впс}}^{\text{охл}} / n_{\text{впс отд}},$$

где $n_{\text{впс отд}}$ — количество воздушно-пенных стволов, которое может подать одно отделение (на АА и АЦ имеется один стационарный воздушно-пенный, т. е. комбинированный, ствол). При определении количества отделений необходимо учитывать количество воды и пенообразователя, которые имеются на пожарных автомобилях.

5. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

При возникновении очагов возгорания роль ветра становится решающей. При скорости ветра более 3 м/с горящие частицы торфа разбрасываются по направлению ветра, образуя новые очаги горения. При скорости ветра свыше 10 м/с горящие частицы могут подниматься вверх в виде спирально вращающегося столба, который, двигаясь по торфяным полям, поджигает новые участки и штабеля торфа.

Согласно «Правилам пожарной безопасности для предприятий торфяной промышленности» ППБО-135—80 ответственность за разработку плана тушения пожаров возлагается на руководителя торфопредприятия. Он же обязан осуществлять и руководство ликвидацией пожаров на территории предприятия.

Методика расчета требуемых расходов воды на тушение пожара на полях добычи и хранения фрезерного торфа следующая:

1. Определяют общее количество воды, необходимое для тушения торфяного пожара:

$$W_{\text{пож}} = W_{\text{п}} + W_{\text{з}} + W_{\text{ш}},$$

где $W_{\text{п}}$ — количество воды для тушения очагов горящего торфа на площади полей, м^3 ; $W_{\text{з}}$ — количество воды, необходимое для создания заградительных полос, м^3 ; $W_{\text{ш}}$ — количество воды, необходимое для тушения поверхности штабелей на горячей площади, м^3 .

Соответственно,

$$W_{\text{п}} = 10q_1K_{\text{п}}S_{\text{п}},$$

$$W_{\text{з}} = 10q_2S_{\text{з}},$$

$$W_{\text{ш}} = 10q_3S_{\text{ш}},$$

где q_1, q_2, q_3 — удельные расходы воды для тушения поверхности площадей полей (15 л/м^2), создания заградительных полос (8 л/м^2), тушения штабелей (235 л/м^2); $K_{\text{п}}$ — коэффициент, учитывающий часть площади, горячей после локализации пожара, равный $0,2$; $S_{\text{п}}$ — площадь пожара, га; $S_{\text{з}}$ — площадь заградительных полос, необходимых для локализации пожара, га; $S_{\text{ш}}$ — площадь поверхности штабелей на площади пожара, га.

Эти площади определяются по формулам

$$S_{\text{п}} = \frac{hv_{\text{пож}}^2 (t_{\text{р}} + t_{\text{лок}})^{2\alpha}}{104 \cdot 360},$$

$$S_{\text{з}} = \frac{4v_{\text{пож}} (t_{\text{р}} + t_{\text{лок}}) b_{\text{р}} t_{\text{г}} \alpha / 2}{104},$$

$$S_{\text{ш}} = 2ml \sqrt{(b/2)^2 + h^2},$$

где $v_{\text{пож}}$ — скорость распространения пожара, м/с; $t_{\text{р}}$ — общее время развития пожара, ч; $t_{\text{лок}}$ — время локализации пожара, ч; α — угол развития пожара, град.; $b_{\text{р}}$ — расчетная ширина заградительных полос, равная дальности переброски искр, м; m — количество штабелей, расположенных на площади пожара; l, b, h — длина, ширина и высота штабелей соответственно, м (принимаются в зависимости от способа и схемы уборки и сезонного сбора торфа).

Количество штабелей, расположенных на площади пожара, определяется по формуле

$$m = \frac{S_{\text{пож}}}{S},$$

где S — площадь, на которую приходится один штабель (зависит от типа уборочных машин и равна 4...17 га).

При скорости ветра $v_B = 6...20$ м/с

$$v_{\text{пож}} = \frac{v_B - 4}{24,6},$$

$$\alpha = 65 - 2,6^{v_B}.$$

При скорости ветра $v_B = 4...14$ м/с

$$\alpha = \frac{v_B - 3}{2}.$$

2. Определяют годовой расход воды:

$$W_2 = \frac{W_{\text{пож}}}{t_{\text{л}}},$$

где $t_{\text{л}}$ — величина имеющейся техники:

$$t_{\text{л}} = t_{\text{кон}} - t_{\text{р}},$$

где $t_{\text{кон}}$ — постоянная величина, при имеющейся на торфопредприятиях пожарной технике и при самых благоприятных погодных условиях для развития пожара принимается равной 4 ч; $t_{\text{р}}$ — общее время развития пожара, ч:

$$t_{\text{р}} = t_o + t_c + t_{\text{п}} + t_{\text{д}} + t_{\text{б.г}},$$

где t_o — время обнаружения; t_c — время оповещения; $t_{\text{п}}$ — время на подготовку пожарной техники к выезду; $t_{\text{д}}$ — среднее время движения пожарных агрегатов к месту пожара; $t_{\text{б.г}}$ — время приведения в действие пожарных агрегатов на месте пожара.

При этом

$$t_{\text{д}} = \frac{l_{\text{рас}} \cdot 60}{v},$$

где $l_{\text{рас}}$ — расстояние от места положения пожарных агрегатов до очага возгорания или пожара, км; v — скорость движения пожарных агрегатов, км/ч.

Также

$$l_{\text{рас}} = 2,25\sqrt{S},$$

где S — площадь предприятия, км².

Количество пожарных агрегатов, необходимое для локализации пожара, определяется из отношения

$$N = \frac{W_2}{q_a K_0},$$

где q_a — производительность пожарного агрегата, м³/ч; K_0 — коэффициент одновременной работы оборудования, равный 0,6.

Общее количество пожарных агрегатов для охраны полей добычи фрезерного торфа предложено определять из условия, что при тушении пожара, возникшего на каком-либо производственном участке, работает все закрепленное за ним пожарное оборудование и 65 % оборудования соседних участков.

В таком случае на предприятиях, состоящих из одного участка, в тушении пожаров принимает участие 100 % оборудования, двух — 82,5 %, трех — 76,6 %, четырех — 73,7 %, пяти — 72 %, шести — 70 %.

Следовательно, общее количество пожарных агрегатов для пожарной охраны полей определится по формуле

$$N_{\text{общ}} = \frac{n \cdot 100}{\eta},$$

где η — процент пожарного оборудования предприятия, принимающего участие в тушении пожара.

3. Определяют максимальный часовой расход воды, м³/ч:

$$Q_{2\text{max}} = N_{\text{общ}} q_a.$$

6. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

6.1. Расчет насосно-рукавной системы

К зданиям повышенной этажности относятся общественные и жилые здания высотой 30...70 м, а также производственные здания с отметкой пола верхнего этажа 30 м.

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют напор на насосе пожарного автомобиля, установленного на водоисточник, по формуле

$$H_h^b = nSQ^2 + H_{bx},$$

где H_h^b — напор на насосе, м вод. ст.; n — количество рукавов, шт.; S — сопротивление одного рукава в зависимости от типа и диаметра; Q — суммарный расход из стволов, подсоединенных к одной наиболее нагруженной магистральной линии, л/с; H_{bx} — напор на конце магистральной рукавной линии, м вод. ст. (принимается в зависимости от способа перекачки, но не менее 10 м вод. ст.).

2. Определяют расстояние между машинами, работающими в перекачку, по формуле

$$N_{\text{пр}} = \frac{H_{\text{н}} - H_{\text{вх}}}{SQ^2},$$

где $N_{\text{пр}}$ — расстояние между машинами в системе перекачки в рукавах, шт.; $H_{\text{н}}$ — напор на насосе, м вод. ст.; $H_{\text{вх}}$ — напор на конце магистральной рукавной линии, м вод. ст. (принимается в зависимости от способа перекачки, но не менее 10 м вод. ст.); S — сопротивление одного рукава в зависимости от типа и диаметра; Q — суммарный расход из стволов, подсоединенных к одной наиболее нагруженной магистральной линии, л/с.

3. Определяют напор на головном насосе $H_{\text{гол. н}}$, м вод. ст., по формуле

$$H_{\text{гол. н}} = n_{\text{р}} S_{\text{м. л}} Q_{\text{м. л}}^2 + H_{\text{р}} + H_{\text{ств}} + Z,$$

где $n_{\text{р}}$ — количество рукавов магистральной линии, шт.; $S_{\text{м. л}}$ — сопротивление одного рукава в магистральной линии в зависимости от типа и диаметра; $Q_{\text{м. л}}$ — суммарный расход ОТВ из стволов, подсоединенных к одной наиболее нагруженной магистральной линии, л/с; $H_{\text{р}}$ — напор у разветвления с учетом потерь в рукавах от насоса, стоящего на водоисточнике, до головного насоса и потерь в рабочих рукавных линиях, принимается равным 15 м вод. ст.; $H_{\text{ств}}$ — напор на стволе, м вод. ст.; Z — высота подъема пожарного ствола, м.

Схема насосно-рукавных систем приведена на рис.

Исходными данными при расчете сил и средств для тушения пожаров являются: тактико-техническая характеристика пожарной техники, способ перекачки, наличие пожарных водоемов, число, тип и диаметр пожарных рукавов, рельеф местности.

П р и м е р 3. Определим требуемый напор на насосной установке пожарного автомобиля:

при подаче на 8-й этаж по схеме 3 или 6 (см. рис.) и расстоянии от водоисточника до головного автомобиля в два рукава

$$H_{\text{н}} = 5 \cdot 0,015 \cdot 10,5^2 + 15 + 35 + 24 = 81;$$

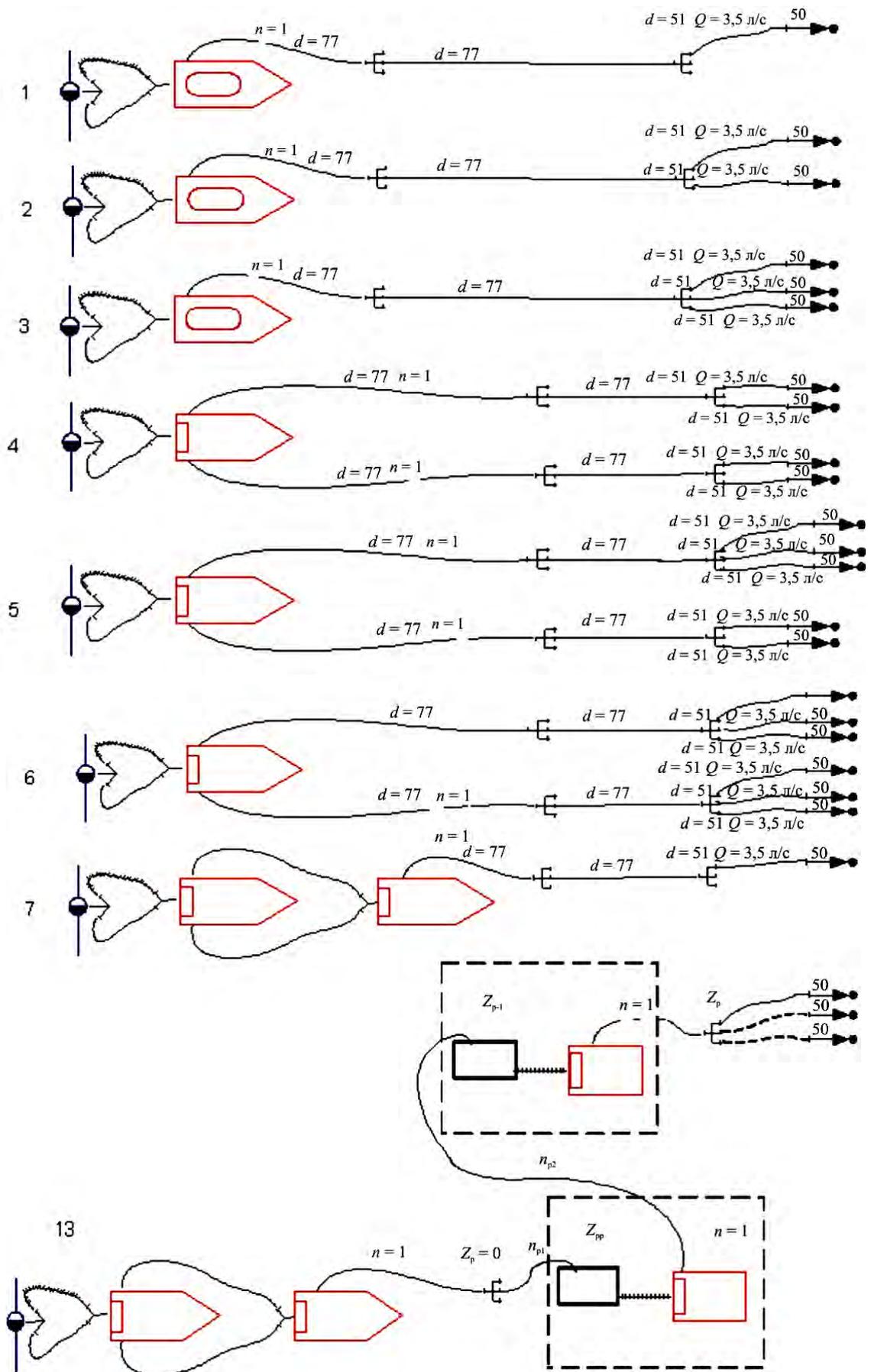
при подаче на 20-й этаж по схеме 9 или 12 и расстоянии от водоисточника до головного автомобиля в два рукава

$$H_{\text{н}} = 5 \cdot 0,015 \cdot 10,5^2 + 15 + 35 + 60 = 108.$$

Для подачи воды на 20-й этаж необходимо использовать перекачку из насоса в насос пожарных автомобилей, при этом напор на автомобиле, установленном на водоисточнике и осуществляющем подпор во всасывающую полость машины, подающей воду, составит

$$H_{\text{н}} = n S_{\text{м. л}} Q_{\text{м. л}}^2 + H_{\text{вх}} = 3 \cdot 0,015 \cdot 10,5^2 + 18 = 23,$$

где $H_{\text{вх}}$ — напор на входе в полость насоса.



Схемы подачи огнетушащих составов в верхнюю зону зданий: Z_{p-1} — первый подъем рабочей линии, 1 м; Z_p — подъем рукавной линии; Z_r — подъем магистральной линии

6.2. Спасение людей при помощи коленчатого подъемника, автолестницы

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют суммарное время спасательной операции T_c по спасению людей из всех мест сосредоточения при помощи одного средства спасения:

$$T_c = \sum^{K_1} t_1 + \sum^{K_1} t_2 + \sum^{K_1} T_{\phi} + \sum^{K_2} t_3 + \sum^{K_2} t_4 + \sum^{K_2} t_5,$$

где K_1 и K_2 — коэффициенты задержки на 1 и 2 м слияния людского потока соответственно ($K_2 = K_1 - 1$); t_1 — время приведения средства спасения в рабочее состояние в необходимом месте (в среднем $t_1 = 120$ с); t_2 — время подъема, поворота и выдвигания средства спасения к месту сосредоточения спасаемых людей:

$$t_2 = h / v_n,$$

где h — высота выдвигания, м; v_n — скорость выдвигания (в среднем $v_n = 0,3$ м/с); T_{ϕ} — фактическое время спуска на землю всех спасаемых людей из одного места сосредоточения с помощью эластичного рукава или коленчатого подъемника:

$$T_{\phi} = \Pi n h k,$$

где Π — пропускная способность средства спасения (табл. 1); n — число людей, терпящих бедствие при пожаре в одном месте сосредоточения на высоте h ; h — высота подъема автоцистерны, м; k — коэффициент задержки, учитывающий увеличение времени спуска на землю за счет потерь времени при входе спасаемых людей в средство спасения (см. табл. 1); t_3 — время передислокации средства спасения с одной позиции на другую:

$$t_3 = S / v_{\Pi}$$

где S — расстояние передислокации, м; v_{Π} — скорость передислокации, равная 0,5 м/с; t_4 — время сдвигания, поворота и опускания средства спасения ($t_4 = t_2$); t_5 — время приведения средства спасения в транспортабельное состояние ($t_5 = t_1$).

Т а б л и ц а 1

Пропускная способность средств спасения

| Средство спасения | Условие использования | Пропускная способность Π , мин | Коэффициент задержки k |
|----------------------|--|------------------------------------|--------------------------|
| Эластичный рукав | Установлен для использования из окна | 0,2 | 6 |
| Эластичный рукав | Установлен в люльке коленчатого подъемника | 2 | 6 |
| Коленчатый подъемник | Спасение людей из окна | 4 | 6 |
| Автолестница | Спасение людей с балкона | 1,4 | 3 |

2. Определяют фактическое время спуска на землю первого человека, спасаемого при помощи автолестницы:

$$T_{\phi 1} = 6\text{П}hlk,$$

где l — длина спуска, м.

3. Определяют фактическое время спуска на землю n -го человека, спасаемого при помощи автолестницы:

$$T_{\phi n} = T_{\phi 1} + 6\text{П}h_1(n - 1)K,$$

где $h_1 = 3$ м — расстояние по вертикали между людьми, спускающимися по эластичному рукову.

4. Определяют количество средств спасения $N_{\text{сп}}$ при требуемом времени $t_{\text{тр}}$ проведения спасательной операции по спасению всех людей из всех мест сосредоточения:

$$N_{\text{сп}} = T_c / t_{\text{тр}}.$$

6.3. Спасение людей способом выноса на руках

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют число пожарных $N_{\text{п}}$, требуемых для проведения спасательной операции:

$$N_{\text{п}} = \frac{A_1 h N_c K_1}{t_{\text{тр}} - N_c f},$$

где $A_1 = 1,2 \frac{\text{чел.} \cdot \text{мин}}{\text{чел.} \cdot \text{м}}$ — коэффициент при работе в средстве индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), выражающий среднюю производительность одного пожарного (в числителе «чел.»), который в течение 1,2 мин спускает одного спасаемого человека (в знаменателе «чел.») на 1 м по вертикали; h — высота от уровня земли, на которой находятся люди, терпящие бедствие при пожаре, м; N_c — число людей, нуждающихся в спасении способом выноса на руках; $t_{\text{тр}}$ — требуемое время проведения спасательной операции (время выноса всех спасаемых людей из здания или сооружения); $K_1 = 1$ при работе пожарных без СИЗОД; $K_1 = 1,5$ при работе пожарных в СИЗОД; f — коэффициент, учитывающий потери за счет образования очереди спасателей при их движении к месту и от места скопления спасаемых людей, а также при их снабжении СИЗОД, $f = 1$ мин/чел.

2. Определяют суммарное время проведения спасательной операции (время выноса всех спасаемых людей из здания или сооружения) при вовлечении в нее имеющихся в наличии пожарных $N_{\text{пн}}$:

$$T_c = \frac{A_1 h N_c K_1}{N_{\text{пн}}} + N_c f.$$

6.4. Спасение людей при помощи спасательной веревки

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют число пожарных $N_{\text{п}}$, требуемых для проведения спасательной операции:

$$N_{\text{п}} = \frac{A_2 h N_c K_2}{t_{\text{тр}} - 0,15 h K_1},$$

где $A_2 = 0,1 \frac{\text{чел.} \cdot \text{мин}}{\text{чел.} \cdot \text{м}}$ — коэффициент, выражающий среднюю производительность одного пожарного (в числителе «чел.»), который в течение 0,1 мин спускает одного спасаемого человека (в знаменателе «чел.») на 1 м по вертикали; h — высота, м, от уровня земли, на которой находятся люди, терпящие бедствие при пожаре; N_c — число людей, нуждающихся в спасении при помощи спасательной веревки; $t_{\text{тр}}$ — требуемое время проведения спасательной операции (время спуска всех спасаемых людей на землю); K_2 — коэффициент, учитывающий время освобождения спасаемого человека от спасательной веревки, равный 2; 0,15 — время подъема пожарных без СИЗОД на 1 м по вертикали, мин/м; K_1 — коэффициент, учитывающий время подъема освобожденной веревки для повторного использования и время на неподвижные обстоятельства.

2. Определяют суммарное время проведения спасательной операции T_c при вовлечении в нее имеющих в наличии пожарных $N_{\text{пн}}$:

$$T_c = \frac{A_2 h N_c K_2 K_1}{N_{\text{пн}} + 0,15 h K_1}.$$

Сам процесс спасения при пожарах иногда может быть небезопасным для спасаемых людей. В таких случаях необходимо принимать меры, обеспечивающие безопасность спасаемого человека, иначе спасательная операция теряет свой смысл.

3. Определяют максимальное требуемое усилие P , кг, с которым пожарный должен натянуть спасательную веревку для безопасного спуска спасаемого человека:

$$P = P_0 c^{-\alpha f},$$

где P_0 — масса спасаемого человека, кг; c — средний вес спасаемого, кг; α — угол охвата спасательной веревки вокруг карабина, рад; f — коэффициент трения спасательной веревки по стальному карабину:

| Вид веревки | Синтетическая сухая | Пеньковая сухая |
|------------------------|---------------------|-----------------|
| Коэффициент трения f | 0,08 | 0,12 |

4. Находят необходимый угол α для безопасного спуска спасаемого человека:

$$\alpha = \frac{1}{f} \ln \frac{P_0}{P}.$$

5. Определяют необходимое число N оборотов спасательной веревки вокруг карабина:

$$N = \alpha / 2\pi.$$

6. Определяют вероятность гибели $P_{\text{пг}}$ спасаемого человека в результате вдыхания им дыма или токсичных продуктов горения в процессе его спуска с высоты (здание окутано дымом и продуктами горения):

$$P_{\text{пг}} = H / 240v,$$

где H — высота от земли, на которой находится спасаемый человек ($3 \leq H \leq 240$), м; 240 — время, с, в течение которого спасаемый человек находится в дыму и по истечении которого он погибает с вероятностью, равной 1; v — скорость спуска спасаемого человека ($v \geq 1$), м/с.

7. Определяют вероятность гибели $P_{\text{г}}$ спасаемого человека, спускающегося со скоростью $v \geq 3$ м/с, при ударе о твердую поверхность балкона, подоконника или при приземлении:

$$P_{\text{г}} = 57,2 \cdot 10^{-6}v + 0,9 \cdot 10^{-6}c^v - 448 \cdot 10^{-6}.$$

8. Находят вероятность реализации хотя бы одного из событий общей гибели $P_{\text{пгу}}$ на пожаре:

$$P_{\text{пгу}} = P_{\text{пг}} + P_{\text{пу}} - P_{\text{пг}}P_{\text{пу}}.$$

9. Находят оптимальную скорость $v_{\text{оп.с}}$ спуска спасаемого человека с высоты H , при которой риск его гибели минимизируется:

$$v_{\text{оп.с}} = 4,0748 + 1,7913H^{0,2}(1 - c^{-0,1H}).$$

Скорость спуска, определяемая по данной формуле, является оптимальной при сплошном задымлении фасада горящего здания. Скорость $v_{\text{оп}}$ в этом случае является верхним пределом скорости, с которой необходимо спускаться на землю спасаемого человека. Если концентрация c дыма на фасаде здания отличается от концентрации, наблюдаемой в горящем помещении, оптимальная скорость спуска определяется по формуле

$$v_{\text{оп.с}} = c(v_{\text{оп}} - 3) + 3,$$

где $v_{\text{оп.с}}$ — оптимальная скорость спуска спасаемого человека с высоты H при концентрации C дыма на фасаде здания (C выражена в долях от концентрации, наблюдаемой в горящем помещении и принятой за 1).

7. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА ПО ПЛОЩАДИ ПОРОШКОВЫМИ ОГNETУШАЩИМИ СОСТАВАМИ

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Определяют требуемый расход порошкового состава для тушения пожара:

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{пож}} J_{\text{тр}},$$

где $S_{\text{пож}}$ — площадь пожара, м²; $J_{\text{тр}}$ — требуемая интенсивность подачи порошкового состава для тушения пожара, кг/(с · м²).

2. Определяют количество стволов для тушения пожаров порошковым составом:

$$N_{\text{ств}} = Q_{\text{тр}} / q_{\text{ств}},$$

где $q_{\text{ств}}$ — расход порошкового состава из стволов, кг/с.

3. Определяют количество отделений для тушения пожаров:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{ств}} / n_{\text{ств. отд}},$$

где $n_{\text{ств. отд}}$ — количество стволов, которое может подать одно отделение.

4. Определяют общее количество порошкового состава для тушения пожаров:

$$W = S_{\text{пож}} q_{\text{уд}},$$

где $q_{\text{уд}}$ — удельный расход порошкового состава, кг/м²:

$$q_{\text{уд}} = J_{\text{тр}} t_{\text{р}},$$

где $t_{\text{р}} = 30$ с.

5. Определяют количество автомобилей порошкового тушения:

$$N_{\text{авт}} = G / M_{\text{п}},$$

где $M_{\text{п}}$ — количество порошкового состава, вывозимого одним автомобилем порошкового тушения, кг.

8. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЛИКВИДАЦИИ ГОРЕНИЯ ПРИ ПОДАЧЕ ПОРОШКА В ОБЪЕМ ПЛАМЕНИ

Пожары на открытых технологических установках в виде факельного горения или пожары газовых и нефтяных фонтанов тушатся объемным способом, т. е. подачей порошка в объем зоны горения. Подача порошка на тушение может производиться с помощью порошковых автомобилей и других технических средств. Расчет сил и средств при таком способе тушения сводится к определению следующих параметров:

1. Требуемого расхода порошка:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{г}} q_{\text{уд}},$$

где $Q_{\text{г}}$ — расход аварийно истекающего горючего газа, м³/с; $q_{\text{уд}}$ — удельный расход порошка, принимается равным 1 кг/м³ или 25...30 кг/м².

2. Количества стволов:

$$N_{\text{ств}} = Q_{\text{тр}} / q_{\text{ств}},$$

где $q_{\text{ств}}$ — расход порошкового состава из стволов, кг/с.

3. Количество порошка:

$$W = S_{\text{п}} q_{\text{уд}} \tau_{\text{р}},$$

где $\tau_{\text{р}}$ — расчетное время тушения, принимается равным 30 с.

9. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ГОРЯЩЕГО ФОНТАНА ВИХРЕПОРОШКОВЫМ СПОСОБОМ

Тушение пожара газового фонтана осуществляется за счет движения вихревого кольца вдоль оси фонтана от основания факела к его вершине. Вихревое кольцо образуется при взрыве кольцевого заряда взрывчатого вещества (ВВ), расположенного вокруг скважины на твердой поверхности и обложенного сверху слоем огнетушащего порошка. При взрыве такого заряда образуется импульсная порошковая струя, которая в процессе движения трансформируется в грибообразное вихревое кольцо, движущееся вдоль оси фонтана.

Вокруг устья скважины выкапывается кольцевая траншея, на дне которой укладывается шнуровой заряд взрывчатых веществ, а сверху на заряд ВВ складывают мешки с огнетушащим порошком. Размещение заряда ВВ и порошка в кольцевой траншее обеспечивает более направленный выброс порошковой струи.

До начала работ по устройству кольцевой траншеи, раскладке заряда ВВ и порошка производится охлаждение прилегающей территории. С целью снижения интенсивности теплоизлучения в струю фонтана вводятся лафетные стволы.

Для выполнения взрывных работ по тушению пожаров компактных газовых фонтанов в качестве ВВ следует использовать патронированный аммонит БЖВ или ПЖВ, а также патроны с массой ВВ 0,25...0,3 кг. Могут быть использованы аммониты других марок, а также аммотол, детонит, гранулит, зерногранулит, тротил.

В качестве средств взрывания (СВ) применяется электродетонатор мгновенного действия типа ЭД-8 и детонирующие шнуры ДША, ДШВ.

В качестве ОТВ используется порошок типа ПСБ-3 или ПФ, поставляемый в бумажных или полиэтиленовых мешках. К месту пожара необходимо доставлять трехкратный запас порошка и ВВ.

Расчет огнетушащих средств производится в следующей последовательности:

1. Определяют количество огнетушащих средств и диаметр кольца для заряда ВВ по формулам

$$M = 2 \left(\frac{H}{10} \right)^3,$$

$$m = 0,012M,$$

$$d = 0,04H,$$

где M , m — массы огнетушащего порошка ПСБ-3 (ПФ) и заряда ВВ соответственно, кг (табл. 2); d — диаметр кольца, м (ширину и глубину кольцевой траншеи в зависимости от количества применяемого порошка принимают от 0,5 до 0,8 м); H — высота факела.

*Необходимое количество огнетушащих средств
для тушения пожаров компактных газовых фонтанов различных дебитов*

| Высота факела <i>H</i> , м | Огнетушащие средства | | |
|-------------------------------|----------------------|---------------|--------------|
| | <i>M</i> , кг | <i>m</i> , кг | <i>d</i> , м |
| 30 | 55 | 0,7 | 1,2 |
| 40 | 130 | 1,6 | 1,6 |
| 50 | 250 | 3,0 | 2,0 |
| 60 | 430 | 5,2 | 2,4 |
| 70 | 690 | 8,5 | 2,8 |
| 80 | 1020 | 12 | 3,2 |
| 90 | 1460 | 18 | 3,6 |
| 100 | 2000 | 24 | 4,0 |

2. Подготавливают заряд ВВ следующим образом. Отрезают 3—4 нитки детонирующего шнура (ДШ) одинаковой длины, м:

$$L = \pi d + 7,$$

где πd — длина окружности кольцевой траншеи.

Затем плотно соединяют их между собой изоляционной лентой или тесьмой. К ДШ через равные интервалы, отступив от одного из концов примерно на 1 м, подсоединяют патроны с ВВ. Интервал определяется диаметром кольца и количеством мешков с огнетушащим порошком. При укладке мешков с порошком вплотную к друг другу этот интервал равен 0,5 м, в каждом интервале к ДШ присоединяют патроны с ВВ. При укладке мешков в два слоя количество ВВ в каждом интервале увеличивается в два раза. При укладке огнетушащего порошка свыше 1 т рекомендуется укладывать мешки поперек сечения кольца.

Два электродетонатора соединяют параллельно между собой и помещают в мягкую упаковку (бумага, полиэтиленовая пленка и т. п.). Для исключения возможности просыпания ВВ при доставке и раскладке его у скважины патроны обматывают тканью, толстой бумагой или полиэтиленовой пленкой.

Руководитель взрывных работ доставляет заряд ВВ к устью скважины в брезентовой сумке, раскладывает в кольцевую траншею, свободные концы ДШ выводит к месту подсоединения электродетонаторов и присыпает песком или цементом.

Проинструктированные рабочие под наблюдением руководителя взрывных работ укладывают на патроны ВВ расчетное количество мешков с огнетушащим порошком.

Все лица, не связанные с проведением взрыва, удаляются за пределы опасной зоны, а руководитель взрывных работ уходит на пункт подрыва. Затем он подает боевой сигнал и производит подрыв заряда ВВ. Через 5 мин после взрыва руководитель взрывных работ и руководитель тушения пожара осматривают место взрыва и дают разрешение на проведение дальнейших работ.

В случае отказа (взрыв не произошел) руководитель взрывных работ отсоединяет магистральные провода, замыкает их накоротко, берет с собой ключ от источника тока и не ранее чем через 10 мин идет выяснять причины отказа.

3. В соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» ПБ13-407—01 производят расчет безопасных расстояний.

Радиус опасной зоны по разделу отдельных кусков породы принимается равным 300 м.

Радиус опасной зоны R , м, по действию воздушной волны определяют по формуле

$$R = \frac{1}{4}(15\sqrt[3]{m}),$$

где m — масса заряда ВВ, кг.

Коэффициент $\frac{1}{4}$ введен на основании того, что наружный заряд ВВ закрыт огнетушащим порошком, толщина которого составляет более пяти высот заряда и более шести высот заряда в основании засыпки.

Охлаждение устьевого оборудования и металлоконструкций вокруг скважины, охлаждение прилегающей территории, орошение фонтана с целью снижения интенсивности теплоизлучения, тушение очагов возгорания нефти и конденсата вокруг устья скважины, охлаждение устья скважины и орошения фонтана после тушения, а также мероприятия по соблюдению техники безопасности должны быть выполнены в полном объеме.

10. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В БУНКЕРАХ И СИЛОСАХ ЭЛЕВАТОРОВ

Определение необходимых сил и средств для проведения работ по флегматизации и заполнению пеной аварийных силосов осуществляется в следующей последовательности:

1. Рассчитывают силы и средства для проведения пенной атаки.

Определяют время заполнения одного силоса воздушно-механической пеной (ВМП):

$$\tau_{\text{зап}} = \frac{V_c}{Q_{\text{ВМП 1 ГПС-600}}},$$

где V_c — надсводное пространство свободного объема силоса, м^3 ; $Q_{\text{ВМП 1 ГПС-600}}$ — подача ВМП средней кратности от одного ГПС-600, равная $36 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Определяют количество пенообразователя $W_{\text{п-о}}$, м^3 , требуемого для заполнения ВМП одного силоса:

$$W_{\text{п-о}} = Q_{\text{п-о}} \tau_{\text{зап}} K_3,$$

где $Q_{\text{п-о}}$ — подача пенообразователя от одного ГПС-600, равная $0,36 \text{ л/с}$; $\tau_{\text{зап}}$ — время заполнения свободного пространства силоса, с; $K_3 = 3$ — коэффициент запаса при заполнении пеной силоса.

Определяют количество воды W_{H_2O} , л, требуемое для заполнения ВМП одного силоса:

$$W_{H_2O} = Q_{H_2O} \tau_{\text{зап}},$$

где Q_{H_2O} — подача воды от одного ГПС-600, равная 5,64 л/с.

Определяют количество пенообразователя $W_{п-о}^{гр}$, требуемого для заполнения группы силосов, имеющих различную загрузку продуктами:

$$W_{п-о}^{гр} = Q_{п-о} \tau_{\text{зап}} (n + Cm) K_3,$$

где n — количество заполняемых ВМП порожних силосов; C — коэффициент заполнения силоса хранимым продуктом; m — количество заполняемых ВМП силосов с хранимым продуктом.

Количество стволов ГПС-600 определяется количеством силосов, на которые проводится пенная атака.

2. Рассчитывают силы и средства для проведения флегматизации свободного объема силосов.

Определяют количество диоксида углерода N_{CO_2} , необходимого для заполнения подсводного пространства силоса, кг:

$$N_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{Q_{\text{уд. } CO_2}} K_3,$$

где V_{CO_2} — объем подсводного пространства силоса, м³; $Q_{\text{уд. } CO_2}$ — удельный объем образования газообразного диоксида углерода, равный 0,5 м³/кг; K_3 — коэффициент запаса, равный 1,25.

Определяют расход диоксида углерода, кг/с:

$$q_{CO_2} = (1,82 \cdot 10^{-3}) V_{CO_2}.$$

Величину давления подачи и диаметр насадка определяют по табл. 3.

Определяют количество азота W_{N_2} , кг, необходимое для заполнения подсводного пространства силоса:

$$W_{N_2} = \frac{V_{CO_2}}{Q_{\text{уд. } N_2}} K_3,$$

где $Q_{\text{уд. } N_2}$ — удельный объем образования газообразного азота, равный 0,84 м³/кг; K_3 — коэффициент запаса, равный 1,5.

Определяют расход азота q_{N_2} , кг/с:

$$q_{N_2} = (2,26 \cdot 10^{-3}) V_{CO_2}.$$

Величину давления подачи и диаметр насадка определяют по табл. 3

Максимальный расход инертного газа при подаче через насадок
в зависимости от давления

| Инертный газ | Давление, кПа (атм) | Расход q_{\max} , кг/с, инертного газа при диаметре насадка | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---|--------|---------|---------|-----------|-----------|
| | | 4 мм | 8 мм | 10 мм | 18 мм | 25 мм | 50 мм |
| Диоксид углерода | $\text{кг/с} \cdot 10^{-3}$ | | | | | | |
| | 202 (2) | 4,23 | 16,90 | 26,40 | 85,68 | 165,27 | 661,08 |
| | 606 (6) | 10,08 | 50,60 | 79,00 | 256,94 | 496,64 | 1982,55 |
| | 1010 (10) | 16,80 | 84,40 | 132,00 | 427,99 | 825,60 | 3302,41 |
| | 2020 (20) | 30,60 | 168,00 | 264,00 | 856,78 | 1052,73 | 6610,92 |
| | 5050 (50) | 84,00 | 422,00 | 660,00 | 2136,03 | 4120,43 | 16481,73 |
| | $\text{м}^3/\text{с} \cdot 10^{-3}$ | | | | | | |
| | 202 (2) | 2,14 | 8,46 | 13,20 | 42,84 | 82,64 | 330,54 |
| | 606 (6) | 5,04 | 25,30 | 39,50 | 128,47 | 247,82 | 991,28 |
| | 1010 (10) | 8,40 | 42,20 | 66,00 | 213,99 | 412,80 | 1651,21 |
| 2020 (20) | 16,80 | 84,40 | 132,00 | 428,39 | 826,37 | 3305,46 | |
| 5050 (50) | 42,00 | 211,00 | 330,00 | 1068,02 | 2060,22 | 8240,87 | |
| Азот | $\text{кг/с} \cdot 10^{-3}$ | | | | | | |
| | 202 (2) | 3,48 | 13,90 | 21,60 | 69,96 | 134,95 | 539,79 |
| | 606 (6) | 10,45 | 41,80 | 64,80 | 209,85 | 404,81 | 1619,85 |
| | 1010 (10) | 17,40 | 59,80 | 108,00 | 349,78 | 674,73 | 2698,95 |
| | 2020 (20) | 34,80 | 139,60 | 216,00 | 698,76 | 1347,91 | 5391,64 |
| | 5050 (50) | 87,00 | 349,00 | 510,00 | 1757,14 | 3389,54 | 13 558,15 |
| | $\text{м}^3/\text{с} \cdot 10^{-3}$ | | | | | | |
| | 202 (2) | 2,80 | 11,10 | 17,20 | 55,97 | 107,96 | 431,83 |
| | 606 (6) | 8,30 | 33,00 | 51,70 | 167,88 | 323,85 | 1295,40 |
| | 1010 (10) | 13,90 | 56,00 | 86,40 | 279,83 | 539,78 | 2159,16 |
| 2020 (20) | 27,80 | 112,00 | 172,80 | 559,01 | 1078,33 | 4313,31 | |
| 5050 (50) | 69,50 | 280,00 | 432,00 | 1405,71 | 2711,63 | 10 846,52 | |

11. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

При определении количества сил и средств пожарной охраны для разгерметизации технологических аппаратов и трубопроводов и факельном горении газа исходят из количества воды, которое необходимо подавать на орошение защищаемого технологического оборудования и строительных конструкций с учетом тактико-технических возможностей пожарных отделений.

Расчет производится в следующей последовательности:

1. Вычисляют количество подаваемой на охлаждение воды Q_B , л/с:

$$Q_B = IF,$$

где I — интенсивность орошения, л/(с · м²); F — площадь орошения, м².

2. Определяют количество стволов $N_{\text{ств}}$, необходимое для подачи воды:

$$N_{\text{ств}} = Q_B / q_{\text{ств}},$$

где $q_{\text{ств}}$ — производительность одного ствола по воде, л/с.

3. Определяют количество пожарных отделений $N_{\text{отд}}$:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{ств}} / n_{\text{ств}};$$

где $n_{\text{ств}}$ — число стволов, которое может подать одно отделение.

Одно пожарное отделение на пожарном автомобиле типа АЦ-40 может подать четыре ствола типа РС-50 (ствол Б), два ствола типа РС-70 (ствол А) или один лафетный ствол типа ПЛС-П20 или аналогичный ему по производительности.

Общее количество пожарных отделений равно количеству пожарных отделений, необходимых для подачи воды на орошение охлаждаемых конструкций и оборудования с учетом подачи воды из двух стволов в точку, где факел пламени соприкасается с технологическим оборудованием или строительными конструкциями, плюс не менее одного отделения для обеспечения работ по перекрытию поступления газа в аварийный участок технологической линии очистки газа.

П р и м е р 4. Требуется рассчитать количество сил и средств пожарной охраны для ликвидации пожара в здании установки комплексной подготовки газа (УКПГ), произошедшего вследствие разгерметизации трубопровода, по которому транспортируется природный газ. Струя горящего газа вытекает в сторону технологического оборудования и строительных конструкций здания УКПГ.

Давление газа в трубопроводе 6,2 МПа. Расчетная площадь охлаждаемого оборудования 150 м². Струя горящего газа находится в соприкосновении с технологическим аппаратом.

Определяем количество подаваемой на охлаждение воды:

$$Q_{\text{в}} = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ л/с.}$$

Так как горение природного газа происходит внутри здания УКПГ, то, учитывая его параметры (длину, ширину, высоту), для охлаждения технологического оборудования и строительных конструкций при ликвидации пожара выгоднее применять ручные стволы типа РС-50 производительностью по воде 3,5 л/с каждый.

Определяем требуемое количество стволов для подачи воды на охлаждение технологического оборудования и строительных конструкций:

$$N_{\text{ств}} = 15 / 3,5 = 4,3 \text{ шт.}$$

Принимаем требуемое количество стволов для охлаждения технологического оборудования и строительных конструкций равным пяти.

Струя горящего газа находится в соприкосновении с технологическим аппаратом, поэтому необходимо предусмотреть два ствола для подачи струй воды в место непосредственного соприкосновения струи горящего газа и поверхности аппарата.

Таким образом, общее количество стволов для подачи воды составит 7 шт.

Определяем количество пожарных отделений:

$$N_{\text{отд}} = 7 / 4 = 2.$$

Кроме того, необходимо предусмотреть одно отделение для обеспечения перекрытия задвижек, отсекающих поступление газа в поврежденный участок технологической линии, и подключение линий продувки аппаратов и трубопроводов поврежденного участка инертным газом или воздухом.

Библиографический список

1. Приказ МЧС России «Об утверждении порядка тушения пожара подразделениями пожарной охраны» № 156 от 31.03.2011.
2. Правила охраны труда в подразделениях ГПС МЧС России, утв. приказом МЧС России «Об утверждении и введении в действие правил по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службе МЧС России» № 630 от 31.12.2002.
3. Наставление по газодымозащитной службе ГПС МВД России, утв. приказом МВД России № 234 от 30.04.1996.
4. Программа подготовки личного состава подразделений ГПС МЧС России, утв. 29.12.2003.
5. *Повзик, Я. С.* Пожарная тактика / Я. С. Повзик, П. П. Ключ, А. М. Матвейкин. — М. : Стройиздат, 1990. — 335 с.
6. *Повзик, Я. С.* Пожарная тактика / Я. С. Повзик. — М. : Спецтехника, 2004. — 411 с.
7. Рекомендации по особенностям ведения боевых действий и проведения первоочередных аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров на различных объектах, утвержденные ГУГПС МВД России № 20/31/2042 от 02.06.2000.
8. *Абдурагимов, И. М.* Физико-химические основы развития и тушения пожаров / И. М. Абдурагимов, В. Ю. Говорков, В. Е. Крылов. — М. : Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД СССР, 1980. — 365 с.
9. *Теребнев, В. В.* Управление силами и средствами на пожаре / В. В. Теребнев, А. В. Теребнев. — М. : Академия ГПС МЧС РФ, 2003. — 260 с.
10. Пожарно-строевая подготовка / В. В. Теребнев, В. А. Грачев, А. В. Подгрушный, А. В. Теребнев. — М. : ИБС-ХОЛДИНГ, 2004. — 350 с.
11. *Теребнев, В. В.* Организация службы начальника караула пожарной части / В. В. Теребнев, В. А. Грачев, А. В. Теребнев. — М. : ИБС-ХОЛДИНГ, 2005. — 230 с.
12. Тактическая подготовка должностных лиц органов управления силами и средствами на пожаре : учебное пособие / В. В. Теребнев, А. В. Теребнев, А. В. Подгрушный, В. Л. Грачев. — М. : Академия ГПС МЧС РФ, 2004. — 288 с.

План выпуска учеб.-метод. документ. 2013 г., поз. 23

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*
Зав. редакцией *О. А. Шипунова*
Редактор *Н. Э. Фотина*
Компьютерная правка и верстка *Н. А. Каширина*

Подписано в свет 13.12.2013.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,3. Объем данных 6,0 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
Редакционно-издательский отдел
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru