



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
КРАЕВОГО КАЗЁННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«УПРАВЛЕНИЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»
(УМЦ ККУ «УГОЧС и ПБ Алтайского края»)**

Раздел 3. Пожарная тактика

Тема №2. Основы расчета сил и средств для тушения пожара

г. Барнаул
2023

ЛИТЕРАТУРА:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 10.07.2012 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 №881н «Об утверждении правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны».
3. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
4. Пожарная тактика. Книга 1. Основы. В.В. Тербнев, Екатеринбург. Издательство «Калан», 2020.
5. Пожарная тактика. Книга 3. Расчёт параметров тушения пожаров. В.В. Тербнев, Екатеринбург. Издательство «Калан», 2020.
6. Пожарная тактика. Книга 2. Справочник руководителя. В.В. Тербнев, Екатеринбург. Издательство «Калан», 2021.
7. Пожаротушение. Справочник. Тербнев В.В., Смирнов В.В., Семенов А.Ю., Екатеринбург. Издательство «Калан», 2012.
8. Справочник руководителя тушения пожара. В.П. Иванников, П.П. Ключ. Москва, Стройиздат 1987 г.
9. Справочник начальника караула пожарной части. А.А. Мельник, Н.В. Мартинович, В.В. Ключ, А.Н. Батуро, Ж.С. Калюжина. Санкт-Петербургский Университет ГПС МЧС России, 2011 г.

ПЕРВЫЙ УЧЕБНЫЙ ВОПРОС: Примеры решения задач по определению основных геометрических параметров пожара

Задача 1.

Пожар произошел в административном здании размером в плане 18×36 м (рис. 1). Пожарная нагрузка однородная и размещена равномерно по всей площади помещения.

Требуется:

– определить геометрические параметры пожара (площадь пожара - $S_{п}$, периметр пожара - $P_{п}$, фронт пожара - $\Phi_{п}$) на 10-й - (t_1) и 15-ой - (t_2) минутах развития пожара;

10. – выполнить, используя условные обозначения (Приложение 10 к приказу МЧС России от 16.10.2017 №444 «Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ») схему развития пожара во времени.



Рис. 1. План помещения с местом возникновения пожара

Решение:

1. Определяем основные параметры пожара ($S_{п}$, $P_{п}$, $\Phi_{п}$) на 10-й минуте его развития.

1.1. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_1 = 10$ мин.:

$$L_{п}^{10} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot t_1 = 0,5 \cdot 1 \cdot 10 = 5 \text{ (м)},$$

где $V_{л} = 1$ м/мин. – линейная скорость распространения горения (справочно).

1.2. Определяем форму площади пожара.

На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 10 мин. Горение не достигнет стен здания, следовательно, пожар будет иметь круговую форму развития (рис. 2).

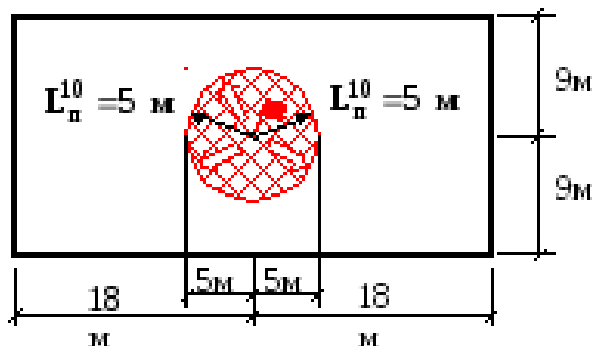


Рис. 2. Схема развития пожара на 10-й минуте

1.3. Определяем площадь пожара:

$$S_n^{10} = \pi \cdot (L_n^{10})^2 = \pi \cdot (0,5 \cdot V_n \cdot t_1)^2 = 3,14 \cdot (0,5 \cdot 1 \cdot 10)^2 = 78,5 \text{ (м}^2\text{)}.$$

1.4. Определяем периметр пожара:

$$P_n^{10} = 2 \cdot \pi \cdot L_n^{10} = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ (м)}.$$

1.5. Определяем фронт пожара:

$$\Phi_n^{10} = P_n^{10} = 2 \cdot \pi \cdot L_n^{10} = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 31,4 \text{ (м)}.$$

2. Определяем основные параметры пожара (S_n , P_n , Φ_n) на 15-й минуте его развития.

2.1. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_2 = 15$ мин.:

$$L_n^{15} = 0,5 \cdot V_n \cdot 10 + V_n \cdot (t_2 - 10) = 0,5 \cdot 1 \cdot 10 + 1 \cdot (15 - 10) = 10 \text{ (м)}.$$

2.2. Определяем форму площади пожара.

На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 15 мин. На 15 минуте огонь достигнет стен здания. Из круговой формы развития пожар перейдет в прямоугольную форму. Горение будет распространяться в двух направлениях (рис. 3).

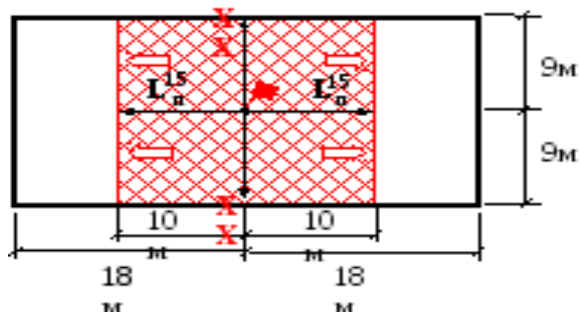


Рис 3. Схема развития пожара на 15-й минуте

2.3. Определяем площадь пожара:

$$S_n^{15} = (10 + 10) \cdot 18 = 360 \text{ (м}^2\text{)}.$$

2.4. Определяем периметр пожара:

$$P_n^{15} = (10 + 10) + 18 + (10 + 10) + 18 = 76 \text{ (м)}.$$

2.5. Определяем фронт пожара:

$$\Phi_n^{15} = 18 + 18 = 36 \text{ (м)}.$$

Ответ:

– на момент времени $t_1 = 10$ мин. форма площади пожара круговая, площадь пожара $S_n^{10} = 78,5 \text{ м}^2$,

периметр пожара $P_n^{10} = 31,4 \text{ м}$,

фронт пожара $\Phi_n^{10} = 31,4 \text{ м}$;

– на момент времени $t_2 = 15$ мин. форма площади пожара прямоугольная, площадь пожара $S_n^{15} = 360 \text{ м}^2$,

периметр пожара $P_n^{15} = 76 \text{ м}$,

фронт пожара $\Phi_n^{15} = 36 \text{ м}$.

Задача № 2.

Пожар произошел в помещении торгового центра размером в плане 20×40 м (рис. 1). Пожарная нагрузка однородная и размещена равномерно по площади помещения.

Линейная скорость распространения пожара – $V_{л} = 1$ м/мин.

Требуется:

- определить геометрические параметры пожара (площадь – $S_{п}$, периметр – $P_{п}$ и фронт пожара – $\Phi_{п}$) на 12-й – (t_1) и 20-ой – (t_2) минутах;
- выполнить, используя условные обозначения (Приложение 1) схему развития пожара во времени.

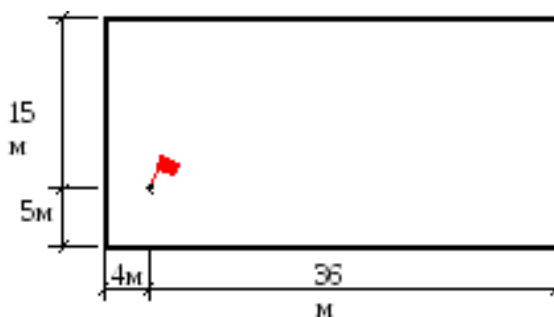


Рис. 1. План помещения с местом возникновения пожара

Решение:

1. Определяем основные параметры пожара ($S_{п}$, $P_{п}$, $\Phi_{п}$) на 12-й минуте его развития:

1.1. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_1 = 12$ мин.:

$$L_{п}^{12} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 + V_{л} \cdot (t_1 - 10) = 0,5 \cdot 1 \cdot 12 + 1 \cdot (12 - 10) = 7 \text{ (м)}.$$

1.2. На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 12 мин.

Развитие пожара происходит в трех направлениях (рис. 2).

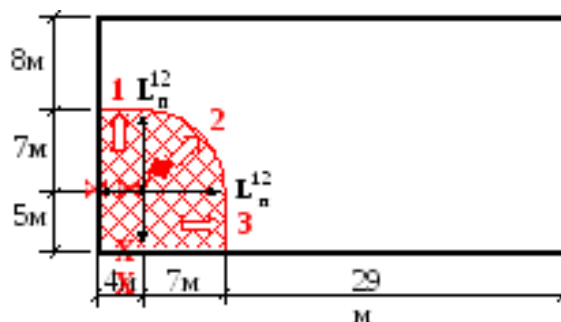


Рис. 2. Схема развития пожара на 12-й минуте

1.3. Определяем площадь пожара.

Площадь пожара имеет сложную форму развития, которую можно разложить на четыре элементарные геометрические фигуры (рис. 3).

Площадь пожара – S_n^{12} определяется как сумма площадей элементарных геометрических фигур:

$$S_n^{12} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 20 + 28 + 38,46 + 35 = 121,46 \Rightarrow 121,5 (M^2),$$

$$\text{где } S_1 = 5 \cdot 4 = 20 (M^2);$$

$$S_2 = 4 \cdot 7 = 28 (M^2);$$

$$S_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (L_n^{12})^2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 7^2 = 38,46 (M^2);$$

$$S_4 = L_n^{12} \cdot 5 = 7 \cdot 5 = 35 (M^2).$$

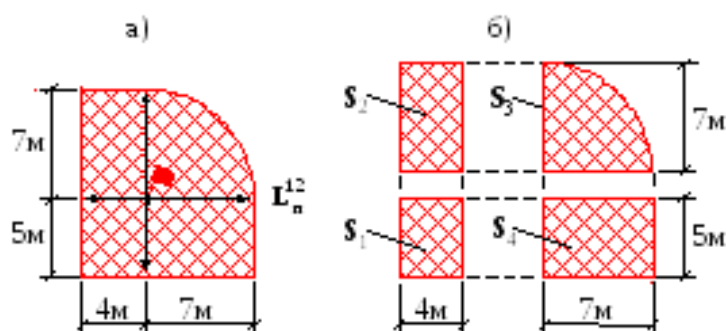
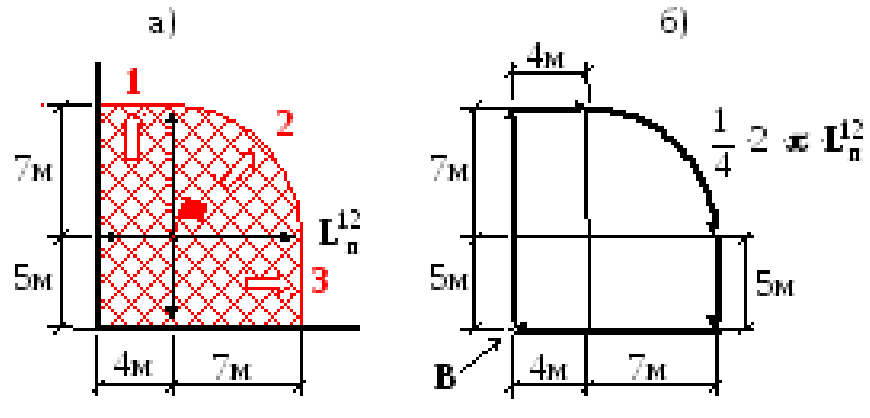


Рис. 3. Составные части площади пожара

1.4. Определяем периметр пожара.

Для определения периметра пожара на схеме развития пожара для времени $t_1 = 12$ мин. выберем точку отсчета (В). Далее, следуя по часовой стрелке, суммируем отрезки внешней границы площади пожара (рис. 4 «б»).

Рис. 4. Определение периметра пожара.



$$P_n^{12} = (5 + L_n^{12}) + 4 + \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot \pi \cdot L_n^{12} + 5 + (L_n^{12} + 4)$$

$$P_n^{12} = (5 + 7) + 4 + \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 7 + 5 + (7 + 4) = 42,99 \Rightarrow 43 \text{ (м)}.$$

1.5. Определяем фронт пожара.

Развитие пожара происходит в трех направлениях. Следовательно, длина фронта пожара будет складываться из трех отрезков (рис. 5 «б»).

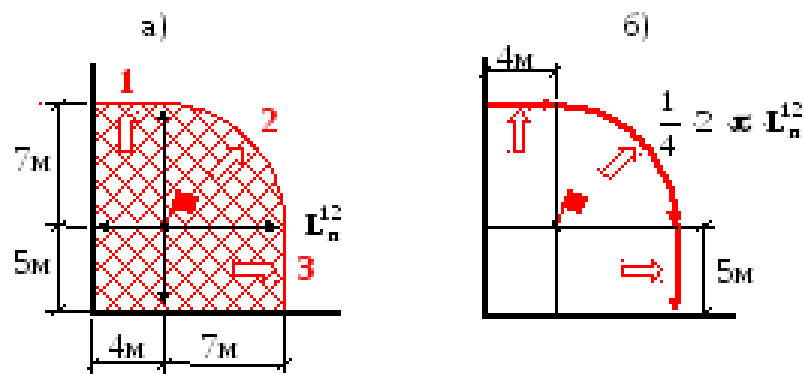


Рис. 5. Определение фронта пожара

$$\Phi_n^{12} = 4 + \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 7 + 5 = 4 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot 7 + 5 = 19,99 \Rightarrow 20 \text{ (м)}.$$

2. Определяем основные параметры пожара (S_n , P_n , Φ_n) на 20-й минуте его развития.

2.1. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_2 = 20$ мин.:

$$L_n^{20} = 0,5 \cdot V_n \cdot 10 + V_n \cdot (t_2 - 10) = 0,5 \cdot 1 \cdot 10 + 1 \cdot (20 - 10) = 15 \text{ (м)}.$$

2.2. На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 20 мин. В северном направлении, на 20-й минуте, огонь достигнет стен здания, произойдет изменение формы площади пожара. Развитие пожара будет происходить в одном (1) восточном направлении, форма площади пожара – прямоугольная (рис. 6).

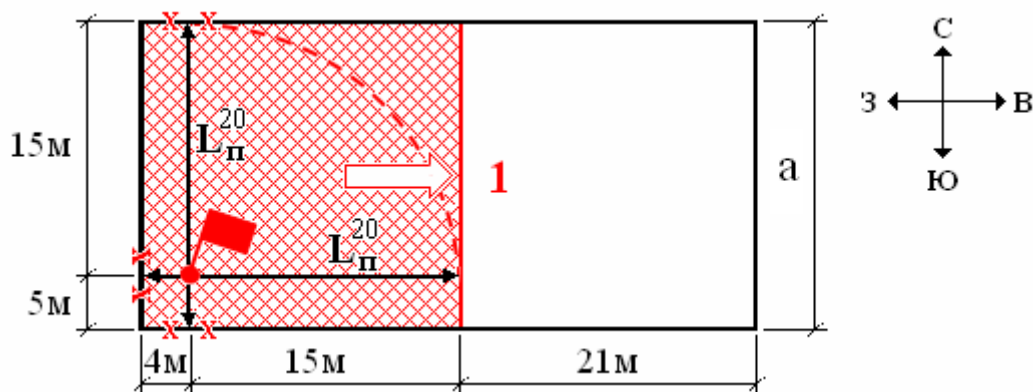


Рис.6. Схема развития пожара на 20-й минуте

2.3. Определяем площадь пожара.

Площадь пожара имеет прямоугольную форму развития.

$$S_{\text{п}}^{20} = (15 + 4) \cdot a = (15 + 4) \cdot 20 = 380 (\text{м}^2)$$

2.4. Определяем периметр пожара:

$$P_{\text{п}}^{20} = 2 \cdot ((15 + 4) + 20) = 78 (\text{м}).$$

2.5. Определяем фронт пожара.

Развитие пожара происходит в одном направлении, по ширине здания.

$$\Phi_{\text{п}}^{20} = a = 20 (\text{м}).$$

Ответ:

– на момент времени $t_1 = 12$ мин. форма площади пожара сложная,

площадь пожара $S_{\text{п}}^{12} = 121,5 \text{ м}^2$,

периметр пожара $P_{\text{п}}^{12} = 43 \text{ м}$,

фронт пожара $\Phi_{\text{п}}^{12} = 20 \text{ м}$;

- на момент времени $t_2 = 20$ мин. форма площади пожара прямоугольная, площадь пожара $S_n^{20} = 380 \text{ м}^2$, периметр пожара $P_n = 78 \text{ м}$, фронт пожара $\Phi_n^{20} = 20 \text{ м}$.

Задача № 3.

Пожар произошел в цехе производства фанеры (рис. 1).

Пожарная нагрузка однородная и размещена равномерно по площади помещения.

Требуется:

- определить геометрические параметры пожара (площадь пожара - S_n , периметр пожара - P_n , фронт пожара - Φ_n) на 15-й (t_1) и 17-ой (t_2) минутах развития пожара;

- выполнить, используя условные обозначения ((Приложение 10 к приказу МЧС России от 16.10.2017 №444 «Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ») схему развития пожара во времени.

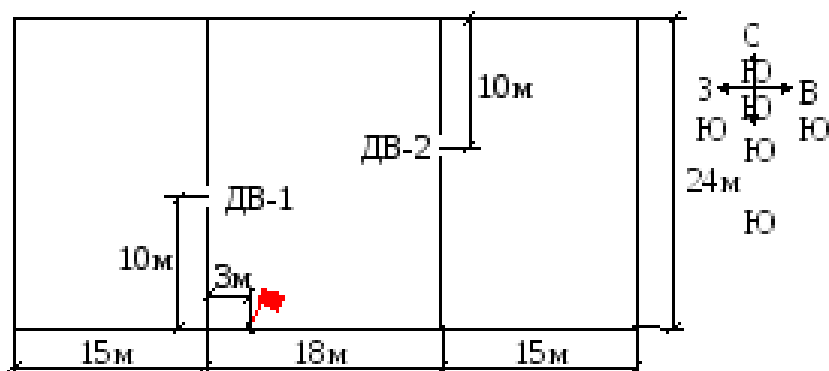


Рис. 1. План цеха с местом возникновения пожара

Решение:

1. Определяем основные параметры пожара (S_n , P_n , Φ_n) на 15-й минуте его развития.

1.1. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_1 = 15$ мин.:

$$L_n^{15} = 0,5 \cdot V_n \cdot 10 + V_n \cdot (t_1 - 10) = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 10 + 1,5 \cdot (15 - 10) = 15 \text{ (м)},$$

где $V_n = 1,5$ м/мин. – линейная скорость распространения горения (справочно).

1.2. Определяем форму площади пожара.

На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 15 мин. (рис. 2). В западном и восточном направлении на 15-й минуте огонь достигнет стен центрального помещения, произойдет изменение формы площади пожара с угловой на прямоугольную.

Развитие пожара будет происходить в трех направлениях:

- 1 – через дверной проем (ДВ-1) в левое помещение (запад);
- 2 – к противоположной стене от места возникновения пожара (север);
- 3 – через правый дверной проем (ДВ-2) в правое помещение (восток).

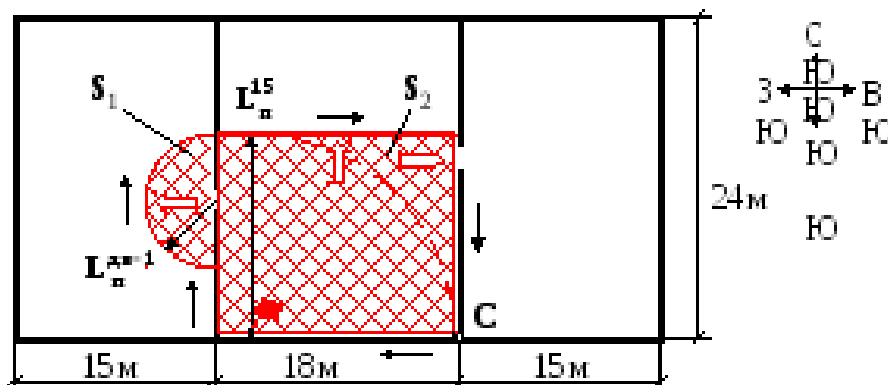


Рис. 2. Схема развития пожара на 15-й минуте в цехе по производству фанеры

1.2.1. Определяем форму площади пожара в центральном помещении. Форма площади пожара в центральном помещении прямоугольная.

1.2.2. Определяем форму площади пожара в левом помещении.

Левый дверной проем находится в фактической площади пожара. Путь, пройденный огнем через левый дверной проем:

$$L_{\Pi}^{ДВ-1} = L_{\Pi}^{15} - L_{ДВ-1} = 15 - 10 = 5 \text{ (м)},$$

где $L_{ДВ-1}$ – расстояние от очага пожара до центра левого дверного проема (по вертикали).

Форма площади пожара в левом помещении полукруговая.

1.2.3. Определяем форму площади пожара в правом помещении.

На 15-й минуте развития пожара огонь только подойдет к правому дверному проему, не пересекая его (дверной проем находится в приращенной площади пожара).

$$L_{\Pi}^{15} = L_{пер} = 15 \text{ (м)},$$

В правом помещении горения нет.

1.3. Определяем площадь пожара.

Площадь пожара имеет сложную форму развития (рис. 3), состоящую из двух элементарных геометрических фигур:

$$S_{\Pi}^{15} = S_1 + S_2 = 39,3 + 270 = 309,3 \text{ (м}^2\text{)},$$

$$\text{где } S_1 = 0,5 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi}^{ДВ-1})^2 = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 5^2 = 39,3 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$S_2 = 18 \cdot L_{\Pi}^{15} = 18 \cdot 15 = 270 \text{ (м}^2\text{)}.$$

1.4. Определяем периметр пожара.

Для определения периметра на рис. 1.12 выберем точку отсчета (С), далее по часовой стрелке суммируем отрезки внешней границы площади пожара:

$$P_{\Pi}^{15} = 18 + (L_{ДВ-1} - L_{\Pi}^{ДВ-1}) + \pi \cdot L_{\Pi}^{ДВ-1} + 18 + 15$$

$$P_{\Pi}^{15} = 18 + (10 - 5) + 3,14 \cdot 5 + 18 + 15 = 71,7 \text{ (м)}.$$

1.5. Определяем фронт пожара:

$$\Phi_{\Pi}^{15} = \Phi_1 + \Phi_2 = \pi \cdot L_{\Pi}^{дв-1} + 18 = 3,14 \cdot 5 + 18 = 33,7 \text{ (м)}.$$

2. Определяем основные параметры пожара (S_{Π} , P_{Π} , Φ_{Π}) на 17-й минуте его развития.

2.1. Определяем путь, пройденный огнем (расстояние) за время развития пожара $t_2 = 17$ мин.:

$$L_{\Pi}^{17} = 0,5 \cdot V_{л} \cdot 10 + V_{л} \cdot (t_2 - 10) = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 10 + 1,5 \cdot (17 - 10) = 18 \text{ (м)},$$

2.2. Определяем форму площади пожара.

На схему, выполненную в масштабе, наносим путь, пройденный огнем за время равное 17 мин. Развитие пожара будет происходить в трех помещениях (рис. 3):

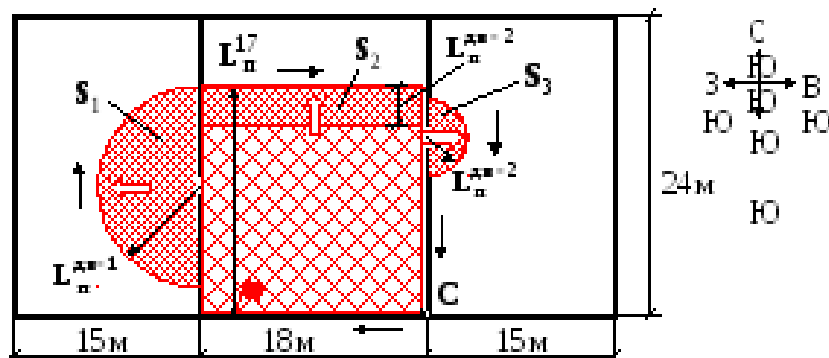


Рис. 3. Схема развития пожара на 17-й минуте

2.2.1. Определяем форму площади пожара в центральном помещении цеха по производству фанеры.

В центральном помещении форма площади пожара прямоугольная.

2.2.2. Определяем форму площади пожара в левом помещении.

Путь, пройденный огнем через левый дверной проем:

$$L_{\Pi}^{дв-1} = L_{\Pi}^{17} - L_{дв-1} = 18 - 10 = 8 \text{ (м)}.$$

Форма площади пожара в левом помещении полукруговая.

2.2.3. Определяем форму площади пожара в правом помещении.

Путь, пройденный огнем через правый дверной проем, с учетом его нахождения в приращенной площади пожара

$$L_{\Pi}^{ДВ-2} = L_{\Pi}^{17} - L_{пер} = 18 - 15 = 3(М).$$

Форма площади пожара в правом помещении полукруговая.

2.3. Определяем площадь пожара.

Площадь пожара имеет сложную форму развития (рис. 1.13), состоящую из трех элементарных геометрических фигур:

$$S_{\Pi}^{17} = S_1 + S_2 + S_3 = 100,5 + 324 + 14,1 = 438,6(М^2),$$

$$\text{где } S_1 = 0,5 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi}^{ДВ-1})^2 = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 8^2 = 100,5(М^2);$$

$$S_2 = 18 \cdot L_{\Pi}^{17} = 18 \cdot 18 = 324(М^2);$$

$$S_3 = 0,5 \cdot \pi \cdot (L_{\Pi}^{ДВ-2})^2 = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 3^2 = 14,1(М^2).$$

2.4. Определяем периметр пожара.

Для определения периметра пожара на рис. 3 выберем точку отсчета (С), далее по часовой стрелке суммируем отрезки внешней границы площади пожара:

$$P_{\Pi}^{17} = 18 + (L_{ДВ-1} - L_{\Pi}^{ДВ-1}) + \pi \cdot L_{\Pi}^{ДВ-1} + 18 + (L_{\Pi}^{17} - (L_{ДВ-2} + L_{\Pi}^{ДВ-2})) + \pi \cdot L_{\Pi}^{ДВ-2} + (L_{ДВ-2} - L_{\Pi}^{ДВ-2})$$

где $L_{ДВ-2}$ – расстояние от очага пожара до центра правого дверного проема (по вертикали).

$$P_{\Pi}^{17} = 18 + (10 - 8) + 3,14 \cdot 8 + 18 + (18 - (14 + 3)) + 3,14 \cdot 3 + (14 - 3) = 84,5(М).$$

2.5. Определяем фронт пожара:

$$\Phi_{\Pi}^{17} = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = \pi \cdot L_{\Pi}^{ДВ-1} + 18 + \pi \cdot L_{\Pi}^{ДВ-2}$$

$$\Phi_{\Pi}^{17} = 3,14 \cdot 8 + 18 + 3,14 \cdot 3 = 52,5(М).$$

Ответ:

– на момент времени $t_1 = 15$ мин.

площадь пожара $S_n^{15} = 309,3 \text{ м}^2$,

периметр пожара $P_n^{15} = 71,7 \text{ м}$,

фронт пожара $\Phi_n^{15} = 33,7 \text{ м}$;

– на момент времени $t_2 = 17$ мин.

площадь пожара $S_n^{17} = 438,6 \text{ м}^2$,

периметр пожара $P_n^{17} = 84,5 \text{ м}$,

фронт пожара $\Phi_n^{17} = 52,5 \text{ м}$.

ВТОРОЙ УЧЕБНЫЙ ВОПРОС: Решение задач по расчёту сил и средств, для тушения пожаров твердых горючих материалов водой

Задача № 1.

Определить напор на насосе, если расстояние от места пожара до водоисточника 230 м, подъём местности 10 м, рукава прорезиненные диаметром 77 мм, на тушение поданы 2 ствола «Б», максимальный подъём стволов составляет 8 м.

Решение:

$$N_p = 1,2 \cdot (L+Z_M)/20 = 1,2 \cdot (230 + 10)/20 = 14,4 \approx 15 \text{ рукавов}$$

$$H_n = N_p \cdot S \cdot Q^2 + Z_M + Z_{ст} + H_p = 15 \cdot 0,8 + 10 + 8 + 50 = 80 \text{ м}$$

Задача № 2.

Пожар возник в середине продольной стены в деревообрабатывающем цехе размером 50х30м $V_{л} = 1,2$ м/мин. Время свободного развития пожара $t_{св} = 15$ мин, тушение производится ручными стволами. Определить площадь пожара и площадь тушения.

Решение:

$$L = 5 \cdot V_{л} + V_{л} \cdot t_{г} = 5 \cdot 1,2 + 1,2 \cdot 5 = 12 \text{ м}$$

$$t_{г} = t - 10 = 15 - 10 = 5 \text{ мин.}$$

$$S_{п} = (1/2) \pi R^2 = 226 \text{ м}^2$$

$$S_{т} = (0,5 \cdot \pi \cdot h) (2R - h) = 149 \text{ м}^2$$

R – радиус пожара

$$h = 5 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } S_{п} = 226 \text{ м}^2 \quad S_{т} = 149,15 \text{ м}^2$$

Задача № 3.

Пожар возник в углу склада бумаги в рулонах. Размеры склада 24х12 м. Определить площадь пожара, периметр пожара и фронта пожара, если время

свободного развития пожара 14 минут. Линейная скорость распространения горения 0,3 м/мин. Начертите схему.

Решение:

$$L = 5 \cdot V_{\text{л}} + V_{\text{л}} \cdot \tau_2 = 5 \cdot 0,3 + 0,3 \cdot 4 = 1,5 + 1,2 = 2,7 \text{ м}$$

$$S_{\text{п}} = (\pi R^2) / 4 = 5,7 \text{ м}^2$$

$$P_{\text{п}} = (\pi L) / 2 + 2 \cdot L = (3,14 \cdot 2,7) / 2 + 2 \cdot 2,7 = 9,6 \text{ м}$$

$$\Phi_{\text{п}} = (\pi L) / 2 = 4,2 \text{ м}$$

Задача № 4.

Определить время работы одного ствола «Б» от АЦ-5-40(43114)-20АВР поданного на 2 рукава диаметром 51 мм. без установки на водоисточник.

Решение:

$$\tau_{\text{раб}} = V_{\text{ц}} - N_{\text{р}} V_{\text{р}} / N_{\text{ст}} q_{\text{ст}} \cdot 60 = 5000 - 2 \cdot 40 / 1 \cdot 3,7 \cdot 60 = 4920 / 222 = 22,1 \text{ минута}$$

Задача № 5.

Определить количество АЦ-5-40 (43114) -20АВР для подвоза воды к месту пожара, если расстояние до водоисточников 5 км, на тушение поданы 2 ствола «Б». Заполнение автоцистерн производится от АЦ-5-40 (43114) -20АВР. Начертить схему подвоза воды. Скорость 40 км/час.

Решение:

$$\tau_{\text{сл}} = (L \cdot 60) / V_{\text{движ}} = (5 \cdot 60) / 40 = 7,5 \text{ мин.}$$

$$\tau_{\text{запр}} = V_{\text{ц}} / Q_{\text{н}} = 5000 / (0,8 \cdot 2400) = 2,6 \text{ мин.}$$

$$\tau_{\text{расх}} = V_{\text{ц}} / (N_{\text{ст}} \cdot q \cdot 60) = 5000 / (2 \cdot 3,7 \cdot 60) = 11,2 \text{ мин.}$$

$$N_{\text{АЦ}} = (2 \cdot \tau_{\text{сл}} + \tau_{\text{запр}}) / \tau_{\text{расх}} + 1 = (2 \cdot 7,5 + 2,6) / 11,2 + 1 = 3 \text{ АЦ}$$

Задача № 6.

Определить количество рукавов и возможность запуска одного гидроэлеватора, если расстояние от водоисточника до АЦ-5-40 (43114)-20АВР – 80м. Начертить схему.

Решение:

$N_p = (1,2 \cdot L) / 20 = (1,2 \cdot 80) / 20 = 4,8 \approx 5$ рукавов, принимаем 5 рукавов до Г-600 и 5 от Г-600

$$V_{\text{сист.}} = N_p \cdot V_p \cdot K = 10 \cdot 90 \cdot 2 = 1800 \text{ л}$$

$$V_{\text{л}} = 5000 \text{ л} > V_{\text{сист.}} = 1800 \text{ л}$$

Воды достаточно для запуска гидроэлеваторной системы.

Задача № 7.

Пожар произошел в центре помещения размером 24x100м, в торцевых стенах имеются проемы. Скорость распространения пожара составляет 1,5 м/мин., требуемая интенсивность подачи воды 0,15 л/см².

Время от начала пожара до сообщения составило 6 мин., время сбора и выезд - 1,5 мин., время разворачивания сил и средств – 6 мин. Расстояние от пожарной части до места пожара 4,5 км, средняя скорость движения пожарного автомобиля 35 км/час.

Определить площадь пожара, площадь тушения и требуемый расход воды к моменту введения первого ствола. Тушение осуществляется ручными стволами.

Решение:

1) Определяем время свободного развития пожара

$$T_{\text{СВ}} = ДС + СВ + СЛ + БР$$

$$СЛ = L \cdot 60 / V_{\text{СЛ}} = 4,5 \cdot 60 / 35 = 7,7 \text{ мин}$$

$$СВ = 6 + 1,5 + 7,7 + 6 = 21,2 \text{ мин}$$

2) Определяем путь пройденный огнем, т.к. СВ 10 мин.

$$L = 5 \cdot V_{\text{Л}} + V_{\text{Л}} \cdot 2$$

$$2 = СВ - 10 = 21,2 - 10 = 11,2$$

$$L = 5 \cdot 1,5 + 1,5 \cdot 11,2 = 24,3$$

$$S_{\text{П}} = A \cdot B = 24 \cdot 48,6 = 1166,4 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{T}} = 2 \cdot a \cdot h = 2 \cdot 24 \cdot 5 = 240 \text{ м}^2,$$

где h глубина тушения ручным стволом $h=5$

$$Q_{TP} = ST * ITP = 240 * 0,15 = 36 \text{ (л/с)}$$

Задача № 8.

Определить время работы одного ствола «А» от АЦ-5-40(43114)-20АВР поданного на 2 рукава диаметром 66мм без установки на водоисточник.

Решение:

$$\tau_{\text{раб}} = (V_{Ц} - N_p V_p) / (N_{\text{ст}} q_{\text{ст}} \cdot 60) = (5000 - 2 \times 70) / (1 \cdot 7,4 \cdot 60) = 4860 / 444 = 10,9 \text{ минут.}$$

Задача № 9.

Определить требуемое количество АЦ-2,1-40 для подвоза воды к месту пожара от водоисточника, находящегося на расстоянии 2км. От места пожара. Требуемый расход для локализации пожара составляет 12,8л/с. Заправка АЦ из водоисточника осуществляется мотопомпой с подачей насоса 600л/мин. Средняя скорость движения пожарного автомобиля 35км/час. Напор на стволе 40м.

$$\tau_{\text{сл}} = L \times 60 / v_{\text{движ}} = 2 \times 60 / 35 = 3,42 \text{ мин}$$

$$\tau_{\text{зап}} = V_{\text{цист}} / Q_{\text{насоса}} = 2100 / 600 = 3,5 \text{ мин}$$

$$\tau_{\text{расх}} = V_{\text{цист}} / Q_{\text{приб. подачи}} \times 60 = 2100 / 12,8 \times 60 = 2,73 \text{ мин.}$$

$$N_{\text{АЦ}} = [(2 \tau_{\text{сл}} + \tau_{\text{зап}}) / \tau_{\text{расх}}] + 1 = [(2 \times 3,42 + 3,5) / 2,73] + 1 = 4,78 \approx 5 \text{ АЦ.}$$

Задача № 10.

Определить предельное расстояние при подаче одного ствола РС-70 с насадки 19 мм. и двух стволов РС-50 с насадки 13 мм по одной магистральной линии, если напор у ствола 40 м максимальный подъем 22 м, высота подъема местности составляет 11 м.

Используются прорезиненные рукава 77 мм. Максимальный напор на насосе ПА 100 м.

Решение:

$$L_{\text{предельная}} = H_n - (H_{\text{нр}} + Z_m + Z_{\text{ст}}) / S Q * 20$$

H_n – механический напор на насосе = 100м;

$H_{\text{ст}}$ – напор у ствола = 40 м.;

S - сопротивления рукава 77 (прорезиненного) по справочнику РТП составляет 0.015;

$H_{\text{нр}}$ – напор у разветвления = $H_{\text{ст}} + 10\text{м.} = 40\text{м.} + 10\text{м.} = 50\text{м.}$;

Z_m - подъем, спуск местности = 11 м;

$Z_{\text{ст}}$ – подъем, спуск ствола = 22м;

Q – суммарный расход воды с одной наиболее загруженной линии;

$$Q = 7.4 + 3.7 + 3.7 = 14.8;$$

$$\text{Отсюда следует: } L_{\text{предельная}} = 100 - (50 \text{ м.} + 11 \text{ м.} + 22 \text{ м.}) / (0.015 * 14.82) * 20 = 173.3 * 20 = 103 \text{ м.}$$

Ответ: Предельное расстояние при подаче стволов = 103 м.

Задача № 11.

Определить количество АЦ-5-40 для подвоза воды к месту пожара, если расстояние до водоисточников 5 км, на тушение поданы 2 ствола «Б». Заполнение автоцистерн производится с помощью 2-х мотопомп МП-800. Скорость 40 км/час.

Решение:

$$t_{\text{сл}} = (L \cdot 60) / v_{\text{движ}} = (5 \cdot 60) / 40 = 7,5 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{запр}} = V_{\text{ц}} / Q_{\text{н}} = 5000 / (2 \cdot 800) = 2 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{расх}} = V_{\text{ц}} / (N_{\text{ст}} \cdot q_{\text{ст}} \cdot 60) = 5000 / (2 \cdot 3,7 \cdot 60) = 11,3 \text{ мин.}$$

$$N_{\text{АЦ}} = [(2 \cdot t_{\text{сл}} + t_{\text{запр}}) / t_{\text{расх}}] + 1 = 3 \text{ АЦ}$$

Задача № 12.

Определить время работы одного ствола «А» на 2 рукава \varnothing 66 мм от АЦ-5-40, без установки на водоисточник.

Решение:

$$t_{\text{раб}} = \frac{V_{\text{Ц}} - N_{\text{р}} \cdot V_{\text{р}}}{N_{\text{ст}} \cdot q_{\text{ст}} \cdot 60} = \frac{5000 - 2 \cdot 70}{1 \cdot 7,4 \cdot 60} = 4860 / 444 \approx 11 \text{ минут}$$

Задача № 13.

Определить фактический расход воды для охлаждения лафетными стволами горящего и одного соседнего резервуаров РВС-5000 с бензином.

Решение:

$$N_{\text{гор/ств}} = \frac{P_{\text{р}} \cdot I_{\text{гор/охл}}}{q_{\text{ств}}} = \frac{72 \cdot 0,8}{19} \approx 3 \text{ ствола, принимаем 4 ствола}$$

$$N_{\text{сосед/ств}} = \frac{0,5 \cdot P_{\text{р}} \cdot I_{\text{сосед/охл}}}{q_{\text{ств}}} = \frac{0,5 \cdot 72 \cdot 0,3}{19} \approx 1 \text{ ствол, принимаем 2 ствола}$$

$$Q_{\text{ф}} = N_{\text{охл/ств}} \cdot q_{\text{ств}} = 6 \cdot 19 = 114 \text{ л/с.}$$

Задача № 14.

Определить напор на насосе пожарного автомобиля, если расстояние от места пожара до водоисточника 340м., подъём местности 6м, используются прорезиненные рукава 77 мм. На тушение подано три ствола РСК-50 с насадкой 13 мм. Подъем стволов составляет 8 м, напор на стволе 40 м.

Решение:

$$H_{\text{н}} = N_{\text{р}} \cdot S^2 + Z_{\text{м}} + Z_{\text{ст}} + H_{\text{нр}}$$

$$N_{\text{р}} = 1,2 \cdot 340 / 20 = 21 \text{ рукав,}$$

1.2 - коэффициент неровности местности

S - сопротивления рукава 77 (прорезиненного) по справочнику РТП составляет 0.015;

Q – суммарный расход ствола, т.е. $3 \cdot 3,7 = 11,1$ л/с;

$Z_{\text{м}}$ - подъем, спуск местности = 6 м;

$Z_{\text{ст}}$ - подъем, спуск ствола = 8 м;

$H_{\text{нр}}$ – напор у разветвления = $H_{\text{ст}} + 10 \text{ м} = 40 \text{ м} + 10 \text{ м} = 50 \text{ м};$

Отсюда следует: $H_n = 21 \cdot 0.015 \cdot 11.2 + 6 \text{ м.} + 8 \text{ м.} + 50 \text{ м.} = 102.8 \text{ м.}$

Ответ: напор на насосе ПА составляет 102.8 м.

Задача № 15.

Определить напор на насосе, если расстояние от места пожара до водоисточника 230 м, подъём местности 10 м, рукава прорезиненные диаметром 77 мм, на тушение поданы 2 ствола «Б», максимальный подъём стволов составляет 8 м.

Решение:

Определить число рукавов в магистральной линии

$$N_p = 1,2 \cdot L/20 = 1,2 \cdot 230/20 = 13,8 \approx 14 \text{ рукавов}$$

Определяем напор на насосе

$$H_n = N_p \cdot S Q^2 + Z_m + Z_{ст} + H_{пр} = 14 \cdot 0,8 + 10 + 8 + 50 = 79,2 \text{ м}$$

11. S, Q – стр. 136 табл. 4,8 Справочник руководителя тушения пожара. В.П. Иванников, П.П. Ключ. Москва, Стройиздат 1987 г.

Задача № 16.

Определить необходимое количество воды для запуска 2-х гидроэлеваторов если: количество рукавов в гидроэлеваторной системе 77 мм - 8 шт., 66 мм - 8 шт.

Решение

$$V_{\text{сист.}} = N_p \cdot V_p \cdot K = (8 \cdot 90 + 8 \cdot 70) \cdot 1,5 = 1920 \text{ л}$$

Задача № 17.

На открытой площадке горит каучук на площади 200 кв.м. На тушение подано 8 стволов «А». Достаточно ли пожарных стволов для тушения пожара, если требуемая интенсивность 0.3 л/кв.м*сек

Решение:

$$St/ств. = Q_{ств.} : J_s = 7,4 : 0,3 = 24,6 \text{ м}^2 \text{ (одним стволом «А»)}$$

$$(8 \text{ стволов}) 8 \cdot 24,6 = 196,8 \text{ м}^2 < 200 \text{ м}^2 \text{ (не хватает)}$$

Задача № 18.

Определить количество рукавов и возможность запуска одного гидроэлеватора, если расстояние от водоисточника до АЦ-5-40 – 80м.

Решение:

$$N_p = 1,2 \cdot L / 20 = 1,2 \cdot 80 / 20 = 4,8 \approx 5 \text{ рукавов}$$

$$V_{\text{сист}} = N_p \cdot V_p \cdot K = 10 \cdot 90 \cdot 2 = 1800 \text{ л}$$

$$V_{\text{л}} = 5000 \text{ л} > V_{\text{сист}} = 1800 \text{ л}$$

Воды достаточно для запуска гидроэлеваторной системы.

Задача № 19.

Определить площадь тушения пожара 3-мя стволами «А», если интенсивность подачи равна 0.2 л/кв.м.сек.

Решение:

$$S_{\text{т/ств.}} = Q_{\text{ств.}} / J_s = 7.4 / 0.2 = 37 \text{ м}^2 \text{ (Ст одним стволом «А»)}$$

$$3 \text{ стволами } 37 \cdot 3 = 111 \text{ м}^2$$

Задача № 20

Определить требуемое количество АЦ-2,1-40 для подвоза воды к месту пожара от водоисточника, находящегося на расстоянии 2 км. от места пожара. Требуемый расход для локализации пожара составляет 10,8 л/с. Заправка АЦ из водоисточника осуществляется мотопомпой с подачей насоса 600 л/мин. Средняя скорость движения ПА 30 км/час. Напор на стволе 40м.

Решение:

$$t_{\text{сл}} = (L \cdot 60) / v_{\text{движ}} = (2 \cdot 60) / 30 = 4 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{запр}} = V_{\text{ц}} / Q_{\text{н}} = 2100 / 600 = 3,5 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{расх}} = V_{\text{ц}} / (Q_{\text{тр.}} \cdot 60) = 2100 / (10,8 \cdot 60) = 3,2 \text{ мин.}$$

$$N_{\text{АЦ}} = [(2 \cdot t_{\text{сл}} + t_{\text{запр}}) / t_{\text{расх}}] + 1 = [(2 \cdot 4 + 3,5) / 3,2] + 1 = 5 \text{ АЦ}$$

Задача № 21

Пожар в цехе полиграфии. Размеры помещения 24*96 м. Помещение имеет проемы в торцевых стенах. Очаг пожара вблизи центра помещения. Скорость распространения горения 1.2 м/ мин.

Требуемая интенсивность подачи воды 0.15 л/ с* м2.

Требуемый удельный расход 200 л/ м2.

Подача стволов осуществлять:

20 мин. - 2 РС-70 (d= 19 мм)

25 мин. - 1 РС-70 (d= 19 мм)

28 мин. - 2 РС-70 (d= 19 мм)

30 мин. - 1 РС-70 (d= 19 мм)

Техника серийная

Определить:

Время локализации, ликвидации и площадь пожара

Построить совмещенный график

Начертить схему расстановки сил и средств

Запас воды на тушение

Решение:

Определяем путь пройденный огнем

$$L=5V+V*(T_{св}-10)= 5*1.2+1.5*(20-10)= 21 \text{ м.}$$

Определяем площадь пожара

$$S=\pi R^2=3.14*(21*21)= 1384 \text{ м}^2.$$

Определяем площадь тушения

$$S_{туш}=\pi h*(2R-h)=3.14*5*(2*21-5)=580.9 \text{ м}^2.$$

Определяем требуемый расход воды

$$Q_{тр.}=S_{туш}*J= 580.9*0.15= 87.1 \text{ л/с}$$

Определяем требуемое количество стволов на тушение

$$N_{ств}= Q_{тр.}/Q_{ств.}= 87.1/7.4= 12 \text{ ств. «А»}$$

Определяем удельный расход

$$Q_u= q*S_{пож.}= 200*1384=276800 \text{ л.}$$

Определяем время тушения пожара

$$T_{\text{туш}} = Q_{\text{у}} / J * 60 * S_{\text{п}} = 276800 / 0.15 * 60 * 1384 = 22.2 \text{ мин.}$$

Задача № 22

Горение на открытом складе ТГМ.

Площадь пожара на момент прибытия дежурного караула примерно 200 м².

Линейная скорость распространения горения 1.0 м/мин.

Требуемая интенсивность подачи воды 0.2 л/с* м²

На месте пожара: АЦ-2,5-40 (131Н) и АНР-40 (130) 127А.

Время введения стволов - 5 мин.

Необходимо

Организовать тушение пожара имеющимися силами и средствами

Привести схему расстановки сил и средств

Решение:

Пожар в центре помещения у стены

Определяем путь пройденный огнем

$$L = (S / \Pi) = (200 / 3 / 14) = 8 \text{ м.}$$

Определяем площадь пожара на момент введения пожарных стволов на тушение

$L = 8 \text{ м.} + (1.0 \text{ м/мин} * 5 \text{ мин}) = 13 \text{ м.}$ т.к. ширина помещения 25 м. пожар достиг стен и принял прямоугольную форму с 1-но сторонним развитием

$$S_{\text{п.}} = n a L = 1 * 25 * 13 = 325 \text{ м}^2$$

Определяем площадь тушения пожара. (тушение производим ручными стволами по фронту пожара)

$$S_{\text{туш}} = n * a * h = 1 * 25 * 5 = 125 \text{ м}^2$$

Определяем требуемый расход на тушение

$$Q_{\text{тр.}} = S_{\text{туш.}} * J = 125 * 0.2 = 25 \text{ л/сек.}$$

Определяем требуемое количество стволов на тушение

$$N_{\text{ств.}} = Q_{\text{тр.}} / Q_{\text{ств.}} = 25 / 7,4 = 4 \text{ ств. «А»}$$

Определяем фактический расход воды

$$Q_{\text{ф.}} = Q_{\text{ств.}} \cdot N_{\text{ств.}} = 7.4 \cdot 4 = 29.6 \text{ л/с}$$

Время работы АЦ от пожарного водоема

$$T = 0.9 \cdot V_{\text{в.}} / N_{\text{ств.}} \cdot Q_{\text{ств.}} \cdot 60 = 0.9 \cdot 100000 / 2 \cdot 7.4 \cdot 60 = 101 \text{ мин.}$$

Определяем предельное расстояние от АЦ до места пожара

$$L_{\text{пр}} = ((H_{\text{н.}} - (H_{\text{пр.}} \cdot Z_{\text{м}} \cdot Z_{\text{пр}}) / SQ2) \cdot 20 = ((90 - 40) / 0.015 \cdot (7.4 \cdot 7.4)) \cdot 20 = 1219 \text{ м}$$

Задача №14

Горение в центре чердачного помещения размерами 12*36 м. Площадь пожара на момент прибытия первого караула в составе 2-х АЦ составляет 180 м². Первый ствол введен на тушение на 6-ой минуте после прибытия караула. Сосредоточение и введение необходимого количества сил и средств для локализации возможно через 28 минут после введения первого ствола, $J_{\text{тр.}} = 0.15 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$, $V_{\text{л}} = 2 \text{ м/мин.}$

Определить:

Требуемое количество сил и средств на момент локализации пожара

Показать расстановку сил и средств

Решение:

Определяем путь пройденный огнем

$$L = ((S/\Pi))^* = (180/3/14) = 7.6 \text{ м.}$$

Определяем расстояние, пройденное огнем на момент введения первого ствола

$$L = 7.6 \text{ м.} + (2.0 \text{ м/мин.} \cdot 6 \text{ мин.}) = 19.6 \text{ м.}$$

Определяем расстояние, пройденное огнем на момент сосредоточения необходимого количества сил и средств

$$L = 19.6 + ((2.0 \text{ м/мин.} \cdot 0.5) \cdot 28 \text{ мин.}) = 47.6 \text{ м.}$$

т.к. расстояние, пройденное огнем - 47.6 м. при размерах помещения 12*36 м. то

$$S_{\text{пожара}} = S_{\text{помещения}} = 12 \cdot 36 = 432 \text{ м}^2$$

Определяем требуемое количество сил и средств

Тушение производится с 2-х сторон по фронту пожара

$$S_{\text{тушения}} = n a h = 2 * 12 * 5 = 120 \text{ м}^2$$

где n - количество направлений

a - ширина фронта пожара

h - глубина тушения

Определяем требуемый расход воды

$$Q_{\text{тр.}} = S_{\text{пж.}} * J = 120 * 0.15 = 18 \text{ л/сек.}$$

Определяем требуемое количество стволов на тушение

$$N_{\text{ств.}} = Q_{\text{тр.}} / Q_{\text{ств.}} = 18 / 7,4 = 2 \text{ ств. «А»} + 1 \text{ ств. «Б»}.$$

Задача №15

Прибывшему на пожар караулу в составе АЦ-2.5-40 (433) и АНР-40 (130) 127А требуется подать 12 л/с воды. Расстояние от места пожара до пожарного водоема емкостью 50 м³. составляет 300 м. Высота подъема стволов 10 м. $W_{\text{ац}}=2500$ л. Начертить оптимальную схему подачи стволов и определить напор на насосе автомобиля, время работы стволов с учетом потери воды в рукавных линиях.

Решение:

Определяем количество рукавов магистральной линии

$$N_p = 1.2L / 20 = 1.2 * 300 / 20 = 18$$

Определяем напор на насосе

$$N_n = N_p S Q^2 + Z_m + Z_{\text{пр}} + N_{\text{пр}} = 18 * 0.015 * (12 * 12) + 10 + 40 = 89 \text{ м.}$$

Определяем время работы стволов от пожарного водоема

$$T_{\text{раб}} = (0,9V_{\text{вод.}} - N_p * V_p) / Q * 60 = (0,9 * 50000 - 18 * 90) / 12 * 60 = 60,2 \text{ мин.}$$

Задача № 23

Пожар произошёл в центре помещения размером 24x96 м.в торцевых стенах имеются проемы. Скорость распространения пожара составляет 1,2 м/мин., требуемая интенсивность подачи воды 0,15 л/с.м².

Время от начала пожара до сообщения составило 5 мин., время сбора и выезд – 1,5 мин., время разворачивания сил и средств – 6 мин. Расстояние от пожарной части до места пожара 4,5 км, средняя скорость движения пожарного автомобиля 35 км/час.

Определить площадь пожара, площадь тушения и требуемый расход воды к моменту введения первого ствола. Тушение осуществляется ручными стволами.

Решение:

Определяем время свободного развития пожара

$$T_{CB} = \tau_{ДС} + \tau_{CB} + \tau_{СЛ} + \tau_{БР} = 5 + 1,5 + 7,7 + 6 = 20,2 \text{ мин}$$

$$\tau_{СЛ} = L * 60 / V_{СЛ} = 4,5 * 60 / 35 = 7,7 \text{ мин}$$

Определяем путь пройденный огнем, т.к. $\tau_{CB} > 10$ мин.

$$L = 5 V_{Л} + V_{Л} * \tau_2 = 5 * 1,2 + 1,2 * 10,2 = 18,2 \text{ м}$$

$$\tau_2 = \tau_{CB} - 10 = 20,2 - 10 = 10,2$$

Следовательно, огонь достиг стен помещения, и пожар примет прямоугольную форму.

Определяем площадь пожара

$$S_{П} = A * B = 24 * (2 * 18,2) = 873,6 \text{ м}^2$$

Определяем площадь тушения.

$$S_{Т} = 2 ah = 2 * 24 * 5 = 240 \text{ м}^2$$

где h глубина тушения ручным стволом $h=5$

Определяем требуемый расход воды к моменту введения первого ствола

$$Q_{ТР} = S_{Т} * I_{ТР} = 240 * 0,15 = 36 \text{ л/с.}$$

ТРЕТИЙ УЧЕБНЫЙ ВОПРОС: Решение задач по расчёту сил и средств, для тушения пожаров воздушно-механической пеной

Задача № 1.

Определить время работы одного ГПС-600 от АЦ без установки её на водоисточник, если количество воды в цистерне 2100л, запас пенообразователя 155л.

Определить возможный объём помещения и площадь тушения пеной, если требуемая интенсивность подачи раствора пенообразователя 0,08л/с м³, кратность пены (К) - 90, нормативное время тушения 10мин., концентрация пенообразователя в растворе – 6%, коэффициент разрушения пены (КЗ) - 3.

Определяем, что быстрее закончится вода или пенообразователь.

$K_f = V_{ц} \div V_{по} = 2100 \div 155 = 13,5 \leq 15,7$ на 1л воды, пенообразователя приходится 15,7 литров воды, поэтому вода закончиться быстрее пенообразователя.

$$V_{р-ра} = V_{ц} / K_{вод.} + V_{ц} = 2100 \div 15,7 + 2100 = 2233,75 \approx 2234 \text{ л.}$$

$$S_{туш.} = V_{р-ра} / J \cdot 15 \cdot 60 = 2234 / 0,08 \cdot 15 \cdot 60 = 25,1 \text{ м}^2$$

$$V_{п} = V_{р-ра} \cdot K = 2234 \cdot 90 = 201060 \text{ л. или } 201 \text{ м}^3.$$

$$V_{туш.} = V_{п} / K_3 = 201 \div 3 = 67 \text{ м}^3.$$

Определяем время работы одного ГПС-600 от АЦ.

$$T_{раб.} = V_{р-ра} / Q_{гпс} = 2234 / 6 \cdot 60 = 6,2 \text{ мин.}$$

Ответ: время работы ГПС = 6,2мин., объём тушения пеной = 67м³, площадь тушения пеной = 25,1м².

Задача № 2.

Определить время работы двух ГПС-600 от АЦ с установкой её на естественный водоисточник, если запас пенообразователя 175 л. генераторы подаются по двум рукавным линиям, состоящих из трёх рукавов d - 66мм. каждая, магистральная линия собрана из двух рукавов - 77мм.

Определить возможный объём пены и площадь тушения пеной, если требуемая интенсивность подачи раствора пенообразователя 0,08л/с м³, кратность пены (К) - 100, нормативное время тушения 13 мин., концентрация пенообразователя в растворе – 6%, коэффициент разрушения пены (КЗ) - 3.

$$V_{p-ра} = V_{ц} \cdot K_{вод.} + V_{ц} = 175 \cdot 15,7 + 175 = 2922,5 \text{ л.}$$

Определяем время работы двух ГПС-600.

$$T_{раб.} = V_{p-ра} / N_{гпс} \cdot Q_{гпс} \cdot 60 = 2922,5 / 2 \cdot 6 \cdot 60 = 4 \text{ мин.}$$

$$S_{туш.} = V_{p-ра} / J \cdot T \cdot 60 = 2922,5 / 0,05 \cdot 13 \cdot 60 = 74,9 \approx 75 \text{ м}^2.$$

$$V_{п} = V_{p-ра} \cdot K = 2922,5 \cdot 100 = 292250 \text{ л. или } 292,5 \text{ м}^3.$$

$$V_{туш.} = V_{п} / K_3 = 292,5 \div 3 = 97,5 \text{ м}^3.$$

Задача № 3.

Определить время работы одного ГПС-600 поданного от АЦ на 2 рукава диаметром 77 мм, без установки её на водоисточник, если количество воды в цистерне 2100 л, запас пенообразователя 155 л.

Решение

Определим фактическое количество воды, приходящееся на 1 л ПО

$K_{ф} = V_{ц} \setminus V_{по} = 2100 \setminus 155 = 13,5$ (спр РТП стр 67 формула 3.3) меньше чем $K_{в}$ требуемое = 15,7 $V_{p-ра} = V_{ц} \setminus K_{в} + V_{ц} = 2100 \setminus 15,7 + 2100 = 2233 \text{ л.}$

$t_{раб} = V_{p-ра} - N_{рук} \cdot V_{рук} / N_{ГПС} \cdot q_{ГПС} \cdot 60 = (2233 - 2 \cdot 70) / 1 \cdot 6 \cdot 60 = 5,8 \text{ мин.}$

Задача № 4.

Определить время работы одного ГПС-600 поданного на 2 рукава диаметром 66мм. от АЦ-5-40(43114)-20АВР без установки на водоисточник, кратность пены - 4%.

Решение:

Определим фактическое количество воды, приходящееся на 1 л ПО:

$K_f = V_{ц} \setminus V_{по} = 5000 \setminus 500 = 10$ меньше чем K_v требуемое = 15.7 в этом случае вода в емкости расходуется полностью, а часть пенообразователя останется $V_{р-ра}$ определяется по формуле:

$$V_{р-ра} = V_{ц} \setminus K_v + V_{ц} = 5000 \setminus 15,7 + 5000 = 5318 \text{ л.}$$

$$\tau_{раб} = V_{р-ра} - N_{рук} \cdot V_{рук} / N_{ГПС} \cdot q_{ГПС} \cdot 60 = 5318 - 2 \cdot 70 / 1 \cdot 6 \cdot 60 = 14,3 \text{ мин.}$$

Задача № 5.

Определить количество ГПС-600 для объёмного тушения кабельного туннеля с размерами 2х2х45м.

Решение:

$$N_{ГПС} = V_{пом} / V_{ГПС-600T} = (2 \cdot 2 \cdot 45) / 120 = 180 / 120 = 1,5 \approx 2 \text{ ГПС-600.}$$

Задача № 6.

Определить количество ГПС-600 и пенообразователя при объёмном тушении пожара в подвале размером 12х6х3 м.

Решение:

$$N_{ГПС} = V_{пом.} / V_{ГПСТ} = (12 \cdot 6 \cdot 3) / 120 = 1,8$$

Принимаем 2 ГПС-600

$$V_{по} = N_{ГПС} \cdot Q_{ПОГПС} \cdot 60 \cdot \tau_p = 2 \cdot 0,36 \cdot 60 \cdot 10 = 432 \text{ л}$$

Задача № 7.

Определить возможный объём заполнения воздушно – механической пеной средней кратности пены (К)-100, при использовании 4%-го раствора пенообразователя, и наличии 250 л. пенообразователя. Коэффициент заполнения равен - 3. Запас воды неограничен.

$$V_{пом.} = V_{по} \cdot 10/4 \cdot K = 250 \cdot 100/4 \cdot 3 = 2083 \text{ м}^3.$$

Задача № 8.

Пожар произошел в подвале жилого дома размером 46x12x2 м, тушение производится пеной средней кратности ($K = 100$), полученной из 6%-го раствора пенообразователя. Коэффициент разрушения пены – 3, время для заполнения помещения подвала – 10 мин.

Определить требуемое количество ГПС-600, запас пенообразователя на месте пожара и пожарных автомобилей с объемом бака для пенообразователя 250 л.

Решение:

$$V_{\text{П}} = 46 \times 12 \times 2 = 1104 \text{ кв. м.}$$

$$N_{\text{ГПС}} = V_{\text{П}} \cdot K_3 / Q_{\text{ГПС}} \cdot T = 1104 \cdot 3 / 120 \cdot 10 = 2.76 = 3 \text{ ГПС-600}$$

$$V_{\text{ПО}} = N_{\text{ГПС}} \cdot Q_{\text{ГПС}} (\text{раб} \cdot 60) \cdot K_3 = 3 \cdot 0,36 \cdot (10 \cdot 60) \cdot 3 = 1944 \text{ л}$$

$$N_{\text{М}} = V_{\text{ПО}} / 250 = 1944 / 250 = 7,7 = 8 \text{ пожарных автомобилей}$$

Задача № 9.

Рассчитать возможный объем тушения пожара пеной средней кратности от АЦ-5-40 (43114)-20АВР без установки на водоисточник

Решение:

Определим фактическое количество воды, приходящееся на 1 л ПО:

$K_{\text{ф}} = V_{\text{Ц}} \setminus V_{\text{ПО}} = 5000 \setminus 500 = 10$ меньше чем $K_{\text{в}}$ требуемое = 15.7 в этом случае вода в емкости расходуется полностью, а часть пенообразователя останется $V_{\text{р-ра}}$ определяется по формуле:

$$V_{\text{р-ра}} = V_{\text{Ц}} \setminus K_{\text{в}} + V_{\text{Ц}} = 5000 \setminus 15,7 + 5000 = 5318 \text{ л.}$$

$$V_{\text{п}} = V_{\text{р-ра}} \cdot K = 5318 \cdot 100 = 531800 \text{ л}$$

$$V_{\text{туш}} = V_{\text{п}} / K_3 = 531800 / 3 = 177266 \text{ л. или } 177 \text{ м}^3$$

Задача № 10.

Определить тактические возможности отделения на АЦ-4-40 (4331-04) (запас ПО- 300л), по возможной площади тушения ЛВЖ и возможному объему

тушения с установкой и без установки на водоисточник, 6%-м раствором пенообразователя, за нормативное время 10 мин.

Решение:

$Kф = Vц/Vпо = 4000/300=13$ т.к. при 6-ти процентном растворе на 1 литр пенообразователя приходится 15,7 воды. 15,7 больше 13, следовательно, вода в АЦ закончится быстрее чем пенообразователь – при расчете без установки на водоисточник расчет ведем по воде

Определяем возможную площадь тушения ЛВЖ ($Jтр. = 0,08$ л/сек кв.м.)

А) без установки на водоисточник

$$Vр-ра = Vц / Kв + Vц = 4000 / 15.7 + 4000 = 4254 \text{ л.}$$

$$S_T = Vр-ра / J * T * 60 = 4254 / 0,08 * 10 * 60 = 89 \text{ кв.м.}$$

Б) с установкой на водоисточник (пенообразователь закончится быстрее расчет ведет по ПО)

$$Vр-ра = Vпо Kв + Vц = 300 * 15,7 + 300 = 5010 \text{ л.}$$

$$S_T = Vр-ра / J * T * 60 = 5010 / 0,08 * 10 * 60 = 104 \text{ кв.м}$$

Определяем возможный объем тушения в подвале.

А) без установки на водоисточник

$$Vр-ра = Vц / Kв + Vц = 4000 / 15.7 + 4000 = 4254 \text{ л.}$$

$$Vп = Vр-ра * K = 4254 * 100 = 425400 \text{ л. или } 425,4 \text{ куб.м.}$$

$$V_T = Vп / Kз = 425,4 / 3 = 141,8 \text{ куб. м.}$$

Б) с установкой на водоисточник

$$Vр-ра = Vпо Kв + Vц = 300 * 15,7 + 300 = 5010 \text{ л}$$

$$Vп = Vр-ра * K = 5010 * 100 = 501000 \text{ л. или } 501 \text{ куб.м.}$$

$$V_T = Vп / Kз = 501 / 3 = 167 \text{ куб.м.}$$

Задача № 11.

Определить возможный объём тушения и площадь тушения пеной, если объём раствора $Vр-ра = 2233$ л, требуемая интенсивность подачи раствора пенообразователя $0,08$ л/см², кратность пены (К) - 90, нормативное время

тушения - 10 мин., концентрация пенообразователя в растворе - 6%, коэффициент разрушения пены (K_3) – 3.

Решение

Возможную площадь тушения пеной определяем по формуле;

$$S_T = V_{p-ра} / I_s \cdot t_{p60},$$

где, $I_s = 0.08$ л/сек•м², $t = 10$ мин.

$$S_T = V_{p-ра} / I_s \cdot t_{p60} = 2233 / 0.08 \times 10 \times 60 = 46,5 \text{ м}^2$$

Возможный объем тушения определяем по формуле;

$$V_T = V_{п} / K_3,$$

где, $V_{п} = V_{p-ра} \cdot K_3$

$V_{п}$ – объем пены,

K – кратность пены,

K_3 – коэффициент разрушения пены

$$V_T = V_{п} / K_3 = V_{p-ра} \cdot K_3 / K = 2233 \times 90 / 3 = 66990 \text{ л или } 66,9 \text{ м}^3$$

Задача № 12.

Определить время работы одного ГПС-600 от АЦ-5-40, установленной на водоём.

Решение:

$$t_{раб} = V_{по} / N_{ГПС} \cdot q_{ГПС} \cdot 60 = 500 / 1 \cdot 0,36 \cdot 60 = 23,2 \text{ мин.}$$

Задача № 13.

Определить возможный объем заполнения воздушно-механической пеной средней кратности ($K=100$) при использовании 4%-го раствора пенообразователя, и наличии 250 л пенообразователя. Коэффициент заполнения равен 3. Запас воды принять неограниченным.

Решение

$$V_{p-ра} = V_{ПО} \cdot K_B + V_{ПО} = 250 \cdot 24 + 250 = 6250 \text{ л.}$$

Возможный объем тушения определяем по формуле;

$$V_T = V_{п} / K_3,$$

где, $V_{п} = V_{р-ра} \cdot K_{з}$;

$V_{п}$ – объем пены,

K – кратность пены,

$K_{з}$ – коэффициент разрушения пены

$$V_{т} = V_{п}/K_{з} = V_{р-ра} \cdot K/K_{з} = 6250 \times 100/3 = 208333 \text{ л или } 208,3 \text{ м}^3$$

Задача № 14

Определить площадь тушения пожара 2-мя ГПС-600, если интенсивность подачи равна 0.08 л/кв.м.сек.

Решение:

$$S_{туш}/\text{ГПС-600} = Q_{р-р}/\text{ГПС-600} / 0,08 = 6 / 0,08 = 75 \text{ м}^2$$

$$2 \text{ ств.} = 75 \cdot 2 = 150 \text{ м}^2$$

Задача № 15.

Определить количество ГПС-600 для объёмного тушения кабельного туннеля размерами 2х2х45м.

Решение:

$$N_{\text{ГПС}} = V_{\text{ПОМ}}/V_{\text{т}}/\text{ГПС-600} = (2 \cdot 2 \cdot 45)/120 = 180/120 = 1,5 \approx 2 \text{ ГПС-600.}$$

Задача № 16.

В резервуаре РВС-5000 горит бензин. Габариты резервуара: диаметр - 23,8 м, высота - 12,9 м. расстояние до двух соседних резервуаров составляет 0,5D.

Интенсивность охлаждения горящего резервуара 0,8 л/см, соседних - 0,3л/с м, на тушение бензина - 0,08 л/ см² (по раствору).

Определить требуемое количество генераторов для проведения пенной атаки, стволов для охлаждения горящего и соседних резервуаров, требуемый запас пенообразователя на месте пожара.

Для охлаждения горящего резервуара подаются лафетные стволы ПЛС-20П с диаметром насадка 28 мм, напором у насадка 50 м; соседних - лафетные стволы ПЛС-20П с диаметром насадка 25 мм, напором у насадка 50 м. Время проведения пенной атаки 10 мин.

Решение:

Определяем требуемое количество стволов РС-70 на охлаждение соседних резервуаров:

$$N_{\text{ств}} = (0,5 P_p I_{\text{охл стр}}) / q_{\text{ств}} = 0,5720,3/7 = 2 \text{ ствола РС-70}$$

так как, по условию задачи соседних резервуаров 2, то $N_{\text{ств}} = 4$ ствола РС-7

Определяем требуемое количество стволов РС-70 на охлаждение горящего резервуара:

$$N_{\text{ств}} = (P_p I_{\text{охл стр}}) / q_{\text{ств}} = 720,3/7 = 9 \text{ ствола РС-70}$$

Определяем площадь зеркала горящего резервуара:

$$S_{\text{грз}} = R^2 = 3,14 \cdot 11,92 = 444 \text{ м}^2$$

Определяем требуемый расход раствора пенообразователя на тушение горящего резервуара:

$$Q_{\text{р-ртр}} = S_{\text{грз}} I_{\text{тр}} = 444 \cdot 0,08 = 35,52 \text{ л/секунду}$$

Определяем требуемое количество ГПС-600 на тушение горящего резервуара:

$$N_{\text{ГПС-600}} = Q_{\text{р-ртр}} / Q_{\text{р-рГПС-600}} = 35,52/6 = 5,92 \approx 6 \text{ ГПС-600}$$

Определяем требуемое количество пенообразователя:

$$N_{\text{ПО}} = N_{\text{ГПС-600}} Q_{\text{ПОтр}} t_{\text{норм}} K_3 = 6 \cdot 0,36 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 5832 \text{ литра}$$

Определяем требуемое количество личного состава:

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{ств}} \cdot 2 + N_{\text{разв}} + N_{\text{связной}} = 9 \cdot 2 + 1 + 1 = 21 \text{ человек}$$

Определяем количество отделений на основной пожарной технике:

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{л/с}}/3 = 21/3 = 7 \text{ автоцистерн}$$

Вывод: на тушение загорания РВС-5000 необходимо задействовать 7 отделений на автоцистернах, кроме того необходимо привлечь 2 автолестницы с гребенками на ГПС-600, насосную станцию ПНС-110, рукавный автомобиль АР-2 и 2 автомобиля воздушно пенного тушения.

Задача № 17.

Определить тактические возможности отделения на АЦ-4-40 (4331-04) (запас ПО- 400л), по возможной площади тушения ЛВЖ и возможному объему тушения с установкой и без установки на водоисточник, 6%-м раствором пенообразователя, за нормативное время 10 мин.

Решение:

Определяем, что закончится быстрее вода или пенообразователь

$Kф = Vц/Vпо = 4000/400=10$ т.к. при 6-ти процентном растворе на 1 литр пенообразователя приходится 15,7 воды. 15,7 больше 10, следовательно, вода в АЦ закончится быстрее чем пенообразователь – при расчете без установки на водоисточник расчет ведем по воде

Определяем возможную площадь тушения ЛВЖ ($J_{тр.} = 0,08$ л/сек м².)

А) без установки на водоисточник

$$V_{р-ра} = Vц / Kв + Vц = 4000 / 15.7 + 4000 = 4254 \text{ л.}$$

$$S_T = V_{р-ра} / J * T * 60 = 4254 / 0,08 * 10 * 60 = 89 \text{ м}^2.$$

Б) с установкой на водоисточник (пенообразователь закончится быстрее расчет ведет по ПО)

$$V_{р-ра} = Vпо Kв + Vц = 400 * 15,7 + 400 = 6680 \text{ л.}$$

$$S_T = V_{р-ра} / J * T * 60 = 6680 / 0,08 * 10 * 60 = 139,2 \text{ м}^2$$

3) Определяем возможный объем тушения в подвале.

А) без установки на водоисточник

$$V_{р-ра} = Vц / Kв + Vц = 4000 / 15.7 + 4000 = 4254 \text{ л.}$$

$$V_{п} = V_{р-ра} * K = 4254 * 100 = 425400 \text{ л. или } 425,4 \text{ м}^3.$$

$$V_T = V_{п} / Kз = 425,4 / 3 = 141,8 \text{ м}^3.$$

Б) с установкой на водоисточник

$$V_{p-ра} = V_{по} K_B + V_{ц} = 400 \cdot 15,7 + 400 = 6680 \text{ л}$$

$$V_{п} = V_{p-ра} \cdot K = 6680 \cdot 100 = 668000 \text{ л. или } 668 \text{ м}^3.$$

$$V_T = V_{п} / K_3 = 668 / 3 = 222,7 \text{ м}^3.$$

Задача № 18

Определить возможный объём заполнения воздушно-механической пеной средней кратности пены (К)-100, при использовании 4%го раствора пенообразователя, и наличии 350л. пенообразователя. Коэффициент заполнения равен -3. Запас воды неограничен.

Решение:

$$V_{пом.} = V_{по} \cdot K_{п} / 3 = 350 \cdot 3500 / 3 = 408,3 \text{ м}^3,$$

где $K_{п}$ -количество пены для 4% раствора пенообразователя при кратности 100

Задача № 19

Определить время работы двух ГПС-600 от АЦ с установкой её на естественный водоисточник, если запас пенообразователя 180л. Генераторы подаются по двум рукавным линиям, состоящих из трёх рукавов d - 66мм. каждая, магистральная линия собрана из двух рукавов - 77мм.

Определить возможный объём пены и площадь тушения пеной, если требуемая интенсивность подачи раствора пенообразователя 0,08л/с м^3 , кратность пены (К) - 100, нормативное время тушения 13 мин., концентрация пенообразователя в растворе – 6%, коэффициент разрушения пены (K_3) - 3.

Решение:

Определяем количество раствора.

$$V_{p-ра} = V_{по} \cdot K_{вод.} + V_{по} = 180 \cdot 15,7 + 180 = 3006 \text{ л.}$$

Определяем время работы двух ГПС-600.

$$T_{раб.} = V_{p-ра} - (N_p \cdot V_{p77} + N_p \cdot V_{p66}) / N_{гпс} \cdot Q_{гпс} \cdot 60 = 3006 - (2 \cdot 90 + 2 \cdot 2 \cdot 70) / 2 \cdot 6 \cdot 60 = 3,5 \text{ мин.}$$

Определяем площадь тушения.

$$\begin{aligned} S_{\text{туш.}} &= V_{p-ра} - (N_p \cdot V_{p77} + N_p \cdot V_{p66}) / J \cdot T \cdot 60 = \\ &= 3006 - (2 \cdot 90 + 2 \cdot 2 \cdot 70) / 0,08 \cdot 13 \cdot 60 = 40,8 \approx 41 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Определяем объём ВМП.

$$V_{\text{п}} = V_{p-ра} \cdot K = 3006 \cdot 100 = 300600 \text{ л. или } 300,6 \text{ м}^3.$$

Определяем объём тушения.

$$V_{\text{туш.}} = V_{\text{п}} / K_3 = 300,6 \div 3 = 100,2 \text{ м}^3.$$

Задача №20

Определить возможный объём тушения пеной средней кратности одним стволом ГПС-600 от АЦ-40 (131) без установки на водоисточник. Объём цистерны 2400 л, пенобака 150 л, напор у ГПС-600 60 м., рукавная линия состоит из 2-х рукавов 66 мм.

Решение:

Определим фактическое количество воды, приходящееся на 1 л ПО:

$$K_{\text{ф}} = V_{\text{ц}} \setminus V_{\text{по}} = 2400 \setminus 150 = 16$$

$V_{p-ра}$ определяется по формуле:

12. $V_{p-ра} = V_{\text{ц}} \setminus K_{\text{в}} + V_{\text{ц}} = 150 \cdot 15,7 + 150 = 2505 \text{ л.}$ (Справочник руководителя тушения пожара. В.П. Иванников, П.П. Ключ. Москва, Стройиздат 1987 г. стр 67 формула 3.4)

$V_{\text{п}} = V_{p-ра} \cdot K = 2505 \cdot 100 = 250500 \text{ л}$ (Справочник руководителя тушения пожара. В.П. Иванников, П.П. Ключ. Москва, Стройиздат 1987 г стр. 69 формула 3.7)

$$V_{\text{туш.}} = V_{\text{п}} / K_3 = 250500 / 3 = 83500 \text{ л. или } 83,5 \text{ м}^3$$