

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)  
Кафедра «Автотранспортная и техносферная безопасность»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ  
РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА»

Составитель:

Г.В. Орлов

Владимир 2015

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

### Практическое занятие № 1

#### Тема: Оценка пожарной опасности помещений и зданий

Требования к обеспечению пожарной безопасности различных объектов содержатся в многочисленных нормативных документах: государственных стандартах, строительных нормах и правилах, нормах и правилах пожарной безопасности, в различных ведомственных документах. Обилие противопожарных требований должно бы исключить возможность возникновения и развития пожаров.

Однако статистика пожаров свидетельствует об обратном: несмотря на предпринимаемые усилия, количество пожаров в нашей стране практически не снижается, а материальный ущерб от них и количество ежегодно погибающих людей возрастают.

В этих условиях становятся необходимыми методы количественной оценки уровня пожарной опасности, учитывающие влияние разных факторов, влияющих на условия возникновения, развития и тушения пожаров.

Данная методика предназначена для оценки уровня пожарной опасности помещений и зданий различного назначения: производственных, складских, жилых, общественных, многофункциональных и позволяет:

- оценить уровень пожарной опасности конкретного объекта;
- выявить влияние различных факторов на уровень пожарной опасности;
- оптимизировать систему противопожарной защиты объекта;
- определить изменение уровня пожарной опасности при реконструкции объекта, внесении изменений в технологические процессы;
- определить условия страхования от пожара.

#### **1. Метод количественной оценки уровня пожарной опасности**

В настоящем методе использованы следующие понятия:

$P$  – количественный показатель пожарной опасности помещения или здания (далее объекта);

$У$  – количественный показатель относительной пожарной опасности (уровень пожарной опасности).

Величина  $P$  рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{P \cdot A}{ПЗ} \quad (1)$$

где  $P$  – потенциальная опасность объекта, определяемая условиями возникновения и развития пожара на объекте;  $A$  – фактор, отражающий возможность развития пожара на рассматриваемом объекте;  $ПЗ$  – фактор противопожарной защиты объекта, учитывающий наличие (или отсутствие) на объекте элементов противопожарной защиты. Значение  $У$  оценивается по соотношению:

$$У = \frac{P}{P_{доп}}, \quad (2)$$

где  $P_{доп}$  – допустимое значение пожарной опасности, учитывающие возможность влияния опасных факторов пожара на людей.

Если при оценке пожарной опасности объекта установлено, что рассчитанное значение  $P$  оказывается меньше  $P_{доп}$  (при этом  $У < 1$ ), то объект считается достаточно защищенным от пожара. В противном случае (когда  $P > P_{доп}$ ) противопожарная защита недостаточна и требуется ее усиление за счет дополнительных противопожарных мероприятий.

Потенциальная опасность объекта  $P$  рассчитывается как произведение следующих величин:

$$P = q \cdot c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g, \quad (3)$$

где  $q$  – фактор влияния переменной<sup>1</sup> пожарной нагрузки;  
 $c$  – фактор влияния горючести веществ и материалов, составляющих переменную пожарную нагрузку;  
 $г$  – фактор влияния дымообразующей способности<sup>2</sup> материалов, составляющих пожарную нагрузку;  
 $k$  – фактор влияния токсичности продуктов горения<sup>3</sup> материалов, составляющих пожарную нагрузку;  
 $i$  – фактор влияния постоянной<sup>4</sup> пожарной нагрузки;  
 $e$  – фактор влияния этажности здания или высоты помещения;  
 $g$  – фактор влияния размеров и формы площади объекта.

Величина  $ПЗ$  вычисляется как произведение факторов, отражающих наличие на объекте различных способов противопожарной защиты:

$$ПЗ = N \cdot F \cdot S, \quad (4)$$

где  $N$  – фактор влияния выполнения требований нормативных документов;  
 $F$  – фактор влияния подсистем пассивной противопожарной защиты;  
 $S$  – фактор влияния подсистем активной противопожарной защиты.

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5, \quad (5)$$

где  $n_1$  – параметр, учитывающий правильность выбора ручных огнетушителей;  
 $n_2$  – параметр, учитывающий наличие и состояние системы внутреннего водяного пожаротушения;  
 $n_3$  – параметр, учитывающий надежность водоснабжения для целей пожаротушения;  
 $n_4$  – параметр, учитывающий наличие и состояние наружного водяного пожаротушения;  
 $n_5$  – параметр, учитывающий подготовленность персонала объекта к действиям при возникновении пожара.

$$F = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4, \quad (6)$$

где  $f_1$  – параметр, учитывающий огнестойкость несущих конструкций здания;  
 $f_2$  – параметр, учитывающий огнестойкость наружных стен здания;  
 $f_3$  – параметр, учитывающий огнестойкость междуэтажных перекрытий;  
 $f_4$  – параметр, учитывающий огнестойкость стен, дверей и окон, ограничивающих противопожарный отсек.

$$S = s_1 \cdot s_2 \cdot s_3 \cdot s_4 \cdot s_5 \cdot s_6, \quad (7)$$

где  $s_1$  – параметр, учитывающий наличие на объекте средств обнаружения пожара;  
 $s_2$  – параметр, учитывающий наличие технических средств передачи сигнала о возникновении пожара в пожарную охрану;  
 $s_3$  – параметр, учитывающий оснащенность пожарных подразделений и их подготовленность к тушению пожара;  
 $s_4$  – параметр, учитывающий время прибытия пожарных подразделений;  
 $s_5$  – параметр, учитывающий наличие и тип установок автоматического пожаротушения;  
 $s_6$  – параметр, учитывающий наличие системы дымоудаления.

Величина  $П_{дон}$  вычисляется по формуле:

<sup>1</sup> Под "постоянной" понимается пожарная нагрузка материалов, находящихся в строительных конструкциях рассматриваемого объекта.

<sup>2</sup> Под "переменной" понимается пожарная нагрузка из горючих материалов, находящихся внутри объекта.

<sup>3</sup> Токсичность продуктов горения материалов характеризуют показателем токсичности, определяемом по ГОСТ 12.1.044-89.

<sup>4</sup> Под "постоянной" понимается пожарная нагрузка материалов, находящихся в строительных конструкциях рассматриваемого объекта.

$$P_{\text{оп}} = 1,3 \cdot K_{\text{л}} \quad (8)$$

где 1,3 – значение "нормальной" пожарной опасности объекта;  $K_{\text{л}}$  – коэффициент, учитывающий повышенную опасность воздействия пожара на людей в зданиях с массовым пребыванием людей (например, в учебных заведениях, кинотеатрах, гостиницах и т.п.) или в зданиях с затрудненными условиями эвакуации людей при пожарах (в домах престарелых, хосписах, больницах и т.п.).

## 2. Форма бланка оценки уровня пожарной опасности объекта

Бланк оценки уровня пожарной опасности объекта содержит следующие разделы:

- Характеристика объекта
- Результаты оценки потенциальной опасности объекта
- Результаты оценки возможности развития пожара
- Результаты оценки фактора противопожарной защиты объекта
- Результаты оценки уровня пожарной опасности объекта и его допустимого значения

- Выводы

Форма бланка имеет следующий вид:

Характеристика объекта	
Название объекта:	
Адрес:	
Тип здания:	
Геометрические размеры:	
Назначение здания:	
Вид горючих материалов и их масса:	
Результаты оценки потенциальной опасности	
Фактор переменной пожарной нагрузки	q=
Фактор горючести материалов	c=
Фактор дымообразующей способности	r=
Фактор токсичности продуктов горения	k=
Фактор постоянной пожарной нагрузки	i=
Фактор этажности или высоты помещения	e=
Фактор размера площади помещения	g=
Потенциальная опасность объекта $P=c \cdot r \cdot k \cdot i \cdot e \cdot g$	P=
Результаты оценки возможности развития пожара	
Фактор возможности развития пожара	A=
Результаты оценки фактора противопожарной защиты объекта	
Параметр наличия ручных огнетушителей	n <sub>1</sub>
Параметр наличия внутренних пожарных кранов	n <sub>2</sub>
Параметр надежности противопожарного водоснабжения	n <sub>3</sub>
Параметр расстояния до гидранта	n <sub>4</sub>
Параметр подготовленности персонала	n <sub>5</sub>
Фактор нормативных мероприятий $N=n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5$	N=
Параметр огнестойкости несущих конструкций	f <sub>1</sub>
Параметр огнестойкости фасада здания	f <sub>2</sub>
Параметр огнестойкости междуэтажных перекрытий	f <sub>3</sub>
Параметр огнестойкости противопожарных отсеков	f <sub>4</sub>
Фактор влияния систем пассивной противопожарной защиты	F=
Параметр наличия мероприятий по обнаружению пожара	s <sub>1</sub>
Параметр передачи сигнала о пожаре	s <sub>2</sub>
Параметр оснащенности пожарной охраны	s <sub>3</sub>

Параметр времени прибытия	S <sub>4</sub>
Параметр наличия автоматических установок пожаротушения	S <sub>5</sub>
Параметр наличия системы дымоудаления	S <sub>6</sub>
Фактор влияния систем активной противопожарной защиты	S=
Результаты оценки уровня пожарной опасности объекта и его допустимого значения	
Пожароопасность объекта	П=
Допустимая пожароопасность	П <sub>доп</sub> =
Уровень пожарной опасности	У=
Вывод: объект достаточно (или недостаточно) защищен от пожара	

опасности.

## Практическое занятие № 2

### Тема: Метод определения уровня обеспечения пожарной безопасности людей

Показателем оценки уровня обеспечения пожарной безопасности людей на объектах является вероятность предотвращения воздействия ( $P_v$ ) опасных факторов пожара (ОФП), перечень которых определяется настоящим стандартом.

Вероятность предотвращения воздействия ОФП определяют для пожароопасной ситуации, при которой место возникновения пожара находится на первом этаже вблизи одного из эвакуационных выходов из здания (сооружения).

Вероятность предотвращения воздействия ОФП ( $P_v$ ) на людей в объекте вычисляют по формуле

$$P_v = 1 - Q_v, \quad (1)$$

где  $Q_v$  – расчетная вероятность воздействия ОФП на отдельного человека в год.

Уровень обеспечения безопасности людей при пожарах отвечает требуемому, если

$$Q_v \leq Q_v^H, \quad (2)$$

где  $Q_v^H$  – допустимая вероятность воздействия ОФП на отдельного человека в год.

Допустимую вероятность  $Q_v^H$  принимают в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.

Вероятность  $Q_v$  вычисляют для людей в каждом здании (помещении) по формуле

$$Q_v = Q_n (1 - P_3)(1 - P_{п.з}), \quad (3)$$

где  $Q_n$  – вероятность пожара в здании в год;

$P_3$  – вероятность эвакуации людей;

$P_{п.з}$  – вероятность эффективной работы технических решений противопожарной защиты.

Вероятность эвакуации  $P_3$  вычисляют по формуле

$$P_3 = 1 - (1 - P_{3.п})(1 - P_{д.в}), \quad (4)$$

где  $P_{3.п}$  – вероятность эвакуации по эвакуационным путям;

$P_{д.в}$  – вероятность эвакуации по наружным эвакуационным лестницам, переходам в смежные секции здания.

Вероятность  $P_{3.п}$  вычисляют по зависимости

$$P_{3.п} = \begin{cases} \frac{\tau_{6л} - t_p}{\tau_{н.э}}, & \text{если } t_p < \tau_{6л} < t_p + \tau_{н.э}; \\ 0,999, & \text{если } t_p + \tau_{н.э} \leq \tau_{6л}; \\ 0, & \text{если } t_p \geq \tau_{6л}, \end{cases} \quad (5)$$

где  $\tau_{6л}$  – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, мин;

$t_p$  – расчетное время эвакуации людей, мин;

$\tau_{н.э}$  – интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей, мин.

Расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной  $l_i$  и шириной  $\delta_i$ . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п.

При определении расчетного времени длина и ширина каждого участка пути эвакуации принимаются по проекту. Длина пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проеме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельным участком горизонтального пути, имеющим конечную длину  $l_i$ .

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути  $l_i$  по формуле

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (6)$$

где  $t_1$  – время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

$t_2, t_3, \dots, t_i$  – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин;

Время движения людского потока по первому участку пути  $t_1$ , мин, вычисляют по формуле

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} \quad (7)$$

где  $l_1$  – длина первого участка пути, м;

$v_1$  – значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, определяется по табл.2 в зависимости от плотности  $D_1$ , м/мин.

Плотность людского потока  $D_1$  на первом участке пути,  $м^2/м^2$ , вычисляют по формуле

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1}, \quad (8)$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке, чел.;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая равной,  $м^2$ :

взрослого в домашней одежде	0,1
взрослого в зимней одежде	0,125
подростка	0,07

$\delta_1$  – ширина первого участка пути, м.

Скорость  $v_i$  движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимается по таблице 1 в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которое вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i} \quad (9)$$

где  $\delta_i, \delta_{i-1}$  – ширина рассматриваемого  $i$ -го и предшествующего ему участка пути, м;

$q_i, q_{i-1}$  – значение интенсивности движения людского потока по рассматриваемому  $i$ -му и предшествующему участкам пути м/мин значение интенсивности движения людского потока на первом участке пути ( $q=q_{i-1}$ ), определяемое по таблице 1 по значению  $D_1$ , установленному по формуле (8)

Плотность потока $D$ , $м^2/м^2$	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница в	
	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Скорость $v$ , м/мин	Интенс $q$ , м
0,01	100	1	1	100	1	60	С
0,05	100	5	5	100	5	60	
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	
0,3	47	14,1	16,5	52	16,6	32	С
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10
0,9 и более	15	13,5	8,5	8	7,2	11	С

*Примечание.* Табличное значение интенсивности движения в дверном проеме при плотности потока 0,9 и более, равное 8,5 м/мин, установлено для дверного проема шириной 1,6 м и более, а при дверном проеме меньшей ширины дельта интенсивность движения следует определять по формуле  $q=2,5+3,75\cdot\delta$ .

Если значение  $q_i$ , определяемое по формуле (9), меньше или равно значению  $q_{max}$  то время движения по участку пути  $t_i$  в минуту

$$t_i = \frac{l_i}{v_i} \quad (10)$$

при этом значения  $q_{max}$  следует принимать равными, м/мин:

для горизонтальных путей	16,5
для дверных проемов	19,6
для лестницы вниз	16
для лестницы вверх	11

Если значение  $q_i$ , определенное по формуле (9), больше  $q_{max}$ , то ширину  $\delta_i$  данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие

$$q_i \leq q_{max} \quad (11)$$

При невозможности выполнения условия (11) интенсивность и скорость движения людского потока по участку пути  $i$  определяют по таблице 2 при значении  $D = 0,9$  и более. При этом должно учитываться время задержки движения людей из-за образовавшегося скопления.

При слиянии в начале участка  $i$  двух и более людских потоков (рис. 1) интенсивность движения  $q_i$ , м/мин, вычисляют по формуле

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (12)$$

где  $q_{i-1}$  – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка  $i$ , м/мин;

$\delta_{i-1}$  – ширина участков пути слияния, м;

$\delta_i$  – ширина рассматриваемого участка пути, м.

Если значение  $q_i$ , определенное по формуле (12), больше  $q_{\max}$ , то ширину  $\delta_i$  данного участка пути следует увеличивать на такую величину, чтобы соблюдалось условие (11). В этом случае время движения по участку  $i$  определяется по формуле (10).

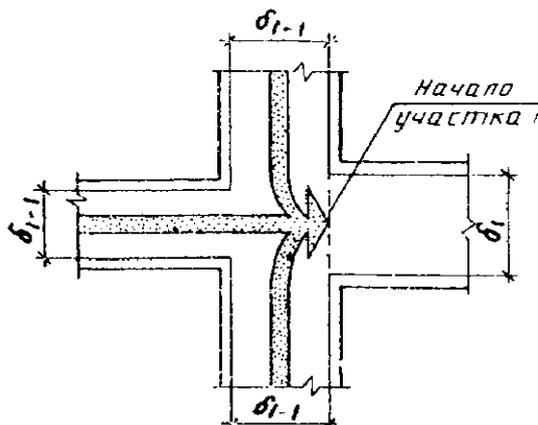


Рисунок 1 – Слияние людских потоков

Время  $\tau_{\text{бл}}$  вычисляют путем расчета значений допустимой концентрации дыма и других ОФП на эвакуационных путях в различные моменты времени. Допускается время  $\tau_{\text{бл}}$  принимать равным необходимому времени эвакуации  $t_{\text{нб}}$ .

Необходимое время эвакуации рассчитывается как произведение критической для человека продолжительности пожара на коэффициент безопасности. Предполагается, что каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других.

Критическая продолжительность пожара для людей, находящихся на этаже очага пожара, определяется из условия достижения одним из ОФП в поэтажном коридоре своего предельно допустимого значения. В качестве критерия опасности для людей, находящихся выше очага пожара, рассматривается условие достижения одним из ОФП предельно допустимого значения в лестничной клетке на уровне этажа пожара.

Значения температуры, концентраций токсичных компонентов продуктов горения и оптической плотности дыма в коридоре этажа пожара и в лестничной клетке определяются в результате решения системы уравнений теплогазообмена для помещений очага пожара, поэтажного коридора и лестничной клетки.

Уравнения движения, связывающие значения перепадов давлений на просмах с расходами через проемы, имеют вид

$$G = \text{sign}(\Delta P) \mu B (y_2 - y_1) \sqrt{\tilde{\rho} |\Delta P|} \quad (13)$$

где  $G$  – расход через проем,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

$\mu$  – коэффициент расхода просма ( $\mu=0,8$  для закрытых просмов и  $\mu=0,64$  для открытых);

$B$  – ширина проемов, м;

$y_2, y_1$  – нижняя и верхняя границы потока, м;

$\tilde{\rho}$  – плотность газов, проходящих через проем,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ;

$\Delta P$  – средний в пределах  $y_2, y_1$  перепад полных давлений, Па.

Нижняя и верхняя границы потока зависят от положения плоскости равных давлений

$$y_0 = \frac{P_i - P_j}{g(\rho_j - \rho_i)}, \quad (14)$$

где  $P_i$  и  $P_j$  – статическое давление на уровне пола  $i$ -го и  $j$ -го помещений, Па;

$\rho_j, \rho_i$  – среднесобъемные плотности газа в  $j$ -м и  $i$ -м помещениях,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ;

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ .

Если плотность равных давлений располагается вне границ рассматриваемого проема ( $y_0 \leq h_1$  или  $y_0 \geq h_2$ ), то поток в проеме течет в одну сторону и границы потока совпадают с физическими границами проема  $h_1$  и  $h_2$ . Перепад давлений  $\Delta P$ , Па, в этом случае вычисляются по формуле

$$\Delta P = P_i - P_j + g(h_1 + h_2)(\rho_i - \rho_j)/2, \quad (15)$$

Если плоскость равных давлений располагается в границах потока ( $h_1 < y_0 < h_2$ ), то в проеме текут два потока: из  $i$ -го помещения в  $j$ -е и из  $j$ -го в  $i$ -е. Нижний поток имеет границы  $h_1$  и  $y_0$ , перепад давления  $\Delta P$  для этого потока определяется по формуле

$$\Delta P = P_i - P_j + g(y_0 + h_1)(\rho_j - \rho_i)/2 \quad (16)$$

Поток в верхней части проема имеет границы  $y_0$  и  $h_2$ , перепад давления  $\Delta P$  для него рассчитывается по формуле

$$\Delta P = P_i - P_j + g(h_2 + y_0)(\rho_j - \rho_i)/2 \quad (17)$$

Знак расхода газов (входящий в помещение расход считается положительным, выходящий – отрицательным) и значение вектора  $\tilde{p}$  зависят от знака перепада давлений

$$\tilde{p}, \text{sign}(\Delta P) = \begin{cases} -1, & \tilde{p} = \rho_j \quad \text{при} \quad \Delta P < 0 \\ +1, & \tilde{p} = \rho_i \quad \text{при} \quad \Delta P \geq 0 \end{cases} \quad (18)$$

Уравнение баланса массы выражается зависимостью

$$\frac{d(\rho_j V_j)}{dt} = \Psi + \sum_i G_i - \sum_k G_k, \quad (19)$$

где  $V_j$  – объем помещения,  $\text{м}^3$ ;

$t$  – время, с;

$\Psi$  – скорость выгорания пожарной нагрузки,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

$\sum_i G_i$  – сумма расходов, входящих в помещение,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

$\sum_k G_k$  – сумма расходов, выходящих из помещения,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

Уравнение энергии для коридора и лестничной клетки

$$\frac{d(C_v \rho_j V_j T_j)}{dt} = C_p \sum_i T_i G_i - C_p T_j \sum_k G_k, \quad (20)$$

где  $C_v$ ,  $C_p$  – удельная изохорная и изобарная теплоемкости,  $\text{кДж}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$ ;

$T_i$ ,  $T_j$  – температуры газов в  $i$ -м и  $j$ -м помещениях, К.

Уравнение баланса масс отдельных компонентов продуктов горения и кислорода

$$\frac{d(X_L \rho_j V_j)}{dt} = \Psi L_L \sum_i X_{L,i} G_i - X_{L,j} \sum_k G_k, \quad (21)$$

где  $X_{L,i}$ ,  $X_{L,j}$  – концентрация  $L$ -го компонента продуктов горения в  $i$ -м и  $j$ -м помещениях,  $\text{г}\cdot\text{кг}^{-1}$ ;

$L_L$  – количество  $L$ -го компонента продуктов горения (кислорода), выделяющегося (поглощающегося) при сгорании одного килограмма пожарной нагрузки,  $\text{кг}\cdot\text{кг}^{-1}$ .

Уравнение баланса оптической плотности дыма

$$\frac{V_j d\mu_j}{dt} = \Psi D_m + \sum_i \mu_i G_i - \mu_j \sum_k G_k, \quad (22)$$

где  $\mu_i$ ,  $\mu_j$  – оптическая плотность дыма в  $j$ -м и  $i$ -м помещениях  $\text{Нп}\cdot\text{м}^{-1}$ ;

$D_m$  – дымообразующая способность пожарной нагрузки,  $\text{Нп}\cdot\text{м}^2\cdot\text{кг}^{-1}$ .

Оптическая плотность дыма при обычных условиях связана с расстоянием предельной видимости в дыму соотношением

$$l_{пр} = 2,38 / \mu \quad (23)$$

Значение времени начала эвакуации  $\tau_{н.э}$  для зданий (сооружений) без систем оповещения вычисляют по результатам исследования поведения людей при пожарах в зданиях конкретного назначения.

При наличии в здании системы оповещения о пожаре значение  $\tau_{н.э}$  принимают равной времени срабатывания системы с учетом ее инерционности. При отсутствии необходимых исходных данных для определения времени начала эвакуации в зданиях (сооружениях) без систем оповещения величину  $\tau_{н.э}$  следует принимать равной 0,5 мин – для этажа пожара и 2 мин – для вышележащих этажей.

Если местом возникновения пожара является зальное помещение, где пожар может быть обнаружен одновременно всеми находящимися в нем людьми, то  $\tau_{н.э}$  допускается принимать равным нулю. В этом случае вероятность  $P_{э.н}$  вычисляют по зависимости

$$P_{э.н} = \begin{cases} 0,999 & \text{если } t_p \leq t_{нб} \\ 0 & \text{если } t_p > t_{нб} \end{cases} \quad (24)$$

где  $t_{нб}$  – необходимое время эвакуации из зальных помещений.

*Примечание.* Зданиями (сооружениями) без систем оповещения считают те здания (сооружения), возникновение пожара внутри которых может быть замечено одновременно всеми находящимися там людьми.

Расчет  $t_{нб}$  производится для наиболее опасного варианта развития пожара, характеризующегося наибольшим темпом нарастания ОФП в рассматриваемом помещении. Сначала рассчитывают значения критической продолжительности пожара  $t_{кр}$  по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей (рабочей зоне):

по повышенной температуре

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ \frac{70 - t_0}{(273 + t_0)z} \right] \right\}^{1/n}, B = \frac{353C_p V}{(1 - \varphi)\eta Q}, \quad (25)$$

по потере видимости

$$t_{кр}^{н.в} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{V \ln(1,05\alpha E)}{l_{пр} B D_m z} \right] \right\}^{1/n}, \quad (26)$$

по пониженному содержанию кислорода

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{B L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) z} \right] \right\}^{-1/n}, \quad (27)$$

по каждому из газообразных токсичных продуктов горения

$$t_{кр}^{m.z} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[ 1 - \frac{V X}{B L z} \right] \right\}^{-1/n}, \quad (28)$$

где  $B$  – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

$t_0$  – начальная температура воздуха в помещении, С;

$n$  – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени;  
 $A$  – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-n}$ ;  
 $z$  – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;  
 $Q$  – низшая теплота сгорания материала,  $\text{МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ ;  
 $C_p$  – удельная изобарная теплоемкость газа  $\text{МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ ;  
 $\varphi$  – коэффициент теплопотерь;  
 $\eta$  – коэффициент полноты горения;  
 $V$  – свободный объем помещения,  $\text{м}^3$ ;  
 $\alpha$  – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;  
 $E$  – начальная освещенность, лк;  
 $l_{np}$  – предельная дальность видимости в дыму, м;  
 $D_m$  – дымообразующая способность горящего материала, L  
 $L$  – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала,  $\text{кг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ;  
 $X$  – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$   
 $(X_{\text{CO}_2}=0,11 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}; X_{\text{CO}}=1,16\cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}; X_{\text{HC}}=23\cdot 10^{-6} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3})$ ;  
 $L_{\text{O}_2}$  – удельный расход кислорода,  $\text{кг}\cdot\text{кг}^{-1}$ .

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности. Параметр  $Z$  вычисляют по формуле

$$Z = \frac{h}{H} \exp\left(1,4 \frac{h}{H}\right), \text{ при } H \leq 6 \text{ м} \quad (29)$$

где  $h$  – высота рабочей зоны, м;

$H$  – высота помещения, м.

Определяется высота рабочей зоны

$$h = h_{пл} \cdot (1,7 - 0,5 \cdot \delta), \quad (30)$$

где  $h_{пл}$  – высота площадки, на которой находятся люди, над полом помещения, м;

$\delta$  – разность высот пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

Следует иметь в виду, что наибольшей опасности при пожаре подвергаются люди, находящиеся на более высокой отметке. Поэтому, например, при определении необходимого времени эвакуации людей из партера зрительного зала с наклонным полом значение  $h$  следует находить, ориентируясь на наиболее высоко расположенные ряды кресел.

Параметры  $A$  и  $n$  вычисляют так:

для случая горения жидкости с установившейся скоростью

$$A = \Psi_F \cdot F, \quad n = 1,$$

где  $\Psi_F$  – удельная массовая скорость выгорания жидкости,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

для кругового распространения пожара

$$A = 1,05 \Psi_F \cdot v^2, \quad n = 3$$

где  $v$  – линейная скорость распространения пламени,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях за счет распространения пламени (например, распространение огня в горизонтальном направлении по занавесу после охвата его пламенем по всей высоте)

$$A = \Psi_F \cdot v \cdot b, \quad n = 2$$

где  $b$  – перпендикулярный к направлению движения пламени размер зоны горения, м.

При отсутствии специальных требований значения  $\alpha$  и  $E$  принимаются равными 0,3 и 50 лк соответственно, а значение  $l_{np} = 20$  м.

Исходные данные для проведения расчетов могут быть взяты из справочной литературы.

Из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара выбирается минимальное

$$t_{кр} = \min \{ t_{кр}^m, t_{кр}^{n.в}, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{m.з} \} \quad (31)$$

Необходимое время эвакуации людей  $t_{нб}$ , мин, из рассматриваемого помещения рассчитывают по формуле

$$t_{нб} = \frac{0,8 \cdot t_{кр}}{60}, \quad (32)$$

При расположении людей на различных по высоте площадках необходимое время эвакуации следует определять для каждой площадки.

Свободный объем помещения соответствует разности между геометрическим объемом и объемом оборудования или предметов, находящихся внутри. Если рассчитывать свободный объем невозможно, допускается принимать его равным 80 % геометрического объема.

При наличии в здании незадымляемых лестничных клеток, вероятность  $Q_v$  для людей, находящихся в помещениях, расположенных выше этажа пожара, вычисляют по формуле

$$Q = Q_n (1 - P_{п.з}), \quad (33)$$

Вероятность эвакуации людей  $P_{д.в}$  по наружным эвакуационным лестницам и другими путями эвакуации принимают равной 0,05 – в жилых зданиях; 0,03 – в остальных при наличии таких путей; 0,001 – при их отсутствии.

Вероятность эффективного срабатывания противопожарной защиты  $P_{п.з}$  вычисляют по формуле

$$P_{п.з} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i), \quad (34)$$

где  $n$  – число технических решений противопожарной защиты в здании;

$R_i$  – вероятность эффективного срабатывания  $i$ -го технического решения.

Для эксплуатируемых зданий (сооружений) вероятность воздействия ОФП на людей допускается проверять окончательно с использованием статистических данных по формуле

$$Q_v = \frac{n}{T} \cdot \frac{M_{ж}}{N_0}, \quad (35)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий пострадавших людей;

$T$  – рассматриваемый период эксплуатации однотипных зданий (сооружений), год;

$M_{ж}$  – число жертв пожара в рассматриваемой группе зданий (сооружений) за период;

$N_0$  – общее число людей, находящихся в зданиях (сооружениях).

Однотипными считают здания (сооружения) с одинаковой категорией пожарной опасности, одинакового функционального назначения и с близкими основными параметрами: геометрическими размерами, конструктивными характеристиками, количеством горючей нагрузки, вместимостью (числом людей в здании), производственными мощностями.

Для проектируемых зданий (сооружений) вероятность первоначально оценивают по (3) при  $P_{п.з}$ , равной нулю. Если при этом выполняется условие  $Q_v \leq Q_v^H$ , то безопасность людей в зданиях (сооружениях) обеспечена на требуемом уровне системой предотвращения пожара. Если это условие не выполняется, то расчет вероятности взаимодействия ОФП на людей  $Q_v$  следует производить по расчетным зависимостям, приведенным выше.

### Практическое занятие № 3

#### Тема: Расчет автоматических систем противопожарной защиты

Необходимость оборудования объектов автоматическими установками пожаротушения (АУПТ) или пожарной сигнализации (АУПС) определяется на основании требований НПБ 110, соответствующих СНиП, отраслевых перечней объектов или по требованию заказчика.

При этом следует также учитывать задачи, стоящие перед системой пожарной автоматики в соответствии с ГОСТ 12.1.004.

Тип автоматической установки пожаротушения, способ тушения, вид огнетушащих веществ, тип оборудования установок пожарной автоматики (пожарные извещатели, приемно-контрольные приборы и приборы управления) определяются организацией-проектировщиком в соответствии с действующими нормативными документами с учетом настоящих рекомендаций.

Исполнение автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации должно соответствовать требованиям НПБ 88-2001\*, ГОСТ 12.3.046, ГОСТ 12.4.009, ГОСТ 15150, ПУЭ и других нормативных документов, действующих в этой области.

При выборе типа АУПТ и АУПС следует учитывать:

- категорию объекта по пожарной опасности;
- физико-химические свойства и показатели пожарной опасности пожарной нагрузки на объекте;
- физико-химические и огнетушащие свойства огнетушащих веществ (ОТВ), возможности и условия их применения, которые указаны в прил. 1;
- конструктивные и объёмно-планировочные характеристики защищаемых зданий, помещений и сооружений;
- стоимость обращающихся на объекте материальных ценностей;
- особенности технологического процесса.

При выборе АУПТ учитываются также:

- возможные типы АУПТ в зависимости от применяемых огнетушащих веществ (ОТВ) и быстродействия установок;
- капитальные вложения и текущие затраты на АУПТ.

Автоматические установки пожаротушения, предназначенные для защиты объектов, предусмотренных НПБ 110, ведомственными перечнями, должны срабатывать на начальной стадии пожара.

Автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации, проектирование которых осуществляется по требованию заказчика, должны обеспечивать безопасность людей на защищаемом объекте. По согласованию с заказчиком они могут решать также одну из следующих задач:

минимизация ущерба при тушении пожара материальным ценностям, находящимся в защищаемом помещении;

сохранение целостности ограждающих конструкций защищаемого помещения и предотвращение распространения пожара за его пределы.

#### *Алгоритм выбора АУПТ*

Алгоритм выбора АУПТ включает в себя следующие основные этапы:

- выбор и подготовку исходных данных;
- расчет критического времени развития пожара;
- выбор огнетушащего вещества, способа пожаротушения и типа АУПТ;
- обоснование основных параметров АУПТ;
- окончательный выбор АУПТ.

Расчетное количество ОТВ вычисляют в соответствии с НПБ 88-2001\*, ведомственными нормативными документами или действующими рекомендациями ВНИИПО для определенного типа объектов (высотные стеллажные склады, кабельные сооружения и

др.). Определяют необходимость резерва, или запаса ОТВ.

Элементную базу АУПТ выбирают с учетом перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации и действующих норм на проектирование АУПТ, например НПБ 88-2001\*.

Окончательный выбор производят из условия минимизации затрат на создание установки или минимизации разницы  $A$  между ущербом от пожара  $У$  и затратами на АУП для конкретного объекта  $З$  (по согласованию с заказчиком):

$$A = У - З \quad (1)$$

При этом учитывают капитальные вложения и эксплуатационные издержки потребителя при использовании единицы АУПТ. Кроме того, с учетом местных условий определяют ущерб от применения ОТВ в случае его негативного воздействия на материальные ценности защищаемого объекта.

По согласованию с заказчиком окончательный выбор АУПТ может производиться при условии минимизации расходов на создание установки.

#### ***Расчет критического времени развития пожара***

В зависимости от особенностей защищаемого помещения (наличие людей, минимизация ущерба от пожара, исключение его распространения) определяют критическую продолжительность (время) развития пожара для одного или нескольких вариантов:

- обеспечения своевременной эвакуации людей;
- развития пожара до начальной стадии;
- предотвращения распространения пожара за пределы помещения.

Расчет критического времени пожара, необходимого для обеспечения своевременной эвакуации людей, проводят по методике, изложенной в ГОСТ 12.1.004.

Задача заключается в выборе схемы пожара, которая приводит к наиболее быстрому развитию одного из опасных факторов пожара (ОФП).

Развитие ОФП зависит от вида горючих веществ и материалов и площади горения, которая, в свою очередь, обуславливается свойствами самих материалов, а также способом их укладки и размещения.

#### ***Выбор схемы пожара***

Первоначально выбирают возможные расчетные схемы развития пожара, которые могут быть реализованы при пожаре на защищаемом объекте. Для каждой схемы вычисляют комплексы  $A$ ,  $n$ ;  $B$ ,  $z$ .

Каждая расчетная схема характеризуется значениями комплекса  $A$  и  $n$ , которые зависят от формы поверхности горения, характеристик горючих веществ и материалов и определяются следующим образом:

а) для горения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, разлитых на площади  $S$ :

- при горении жидкости с установившейся скоростью

$$A = \psi \cdot S, \quad n=1 \quad (2)$$

где  $\psi$  – удельная массовая скорость выгорания,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$A$  – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара,  $\text{кг} \cdot \text{с}^{-n}$ ;

$n$  – расчетный параметр (показатель степени), учитывающий изменение массы выгоревшего материала во времени;

- при горении жидкости с неустановившейся скоростью горения

$$A = \frac{0,67 \cdot \psi \cdot S}{\sqrt{\tau_{ст}}}, \quad n=1,5 \quad (3)$$

где  $\tau_{ст}$  – время установления стационарного режима выгорания жидкости.

Значение  $\tau_{ст}$  принимают в зависимости от температуры кипения жидкости:

до  $100^\circ\text{C}$  –  $180$  с;

от 101 до 150 °С – 240 с;

более 150 °С – 360 с;

б) для кругового распространения пламени по поверхности равномерно распределенного в горизонтальной плоскости горючего материала:

$$A = 1,05 \cdot \psi \cdot v_{\Gamma}^2, \quad n=3 \quad (4)$$

где  $v_{\Gamma}$  – линейная скорость распространения пламени по поверхности горючего материала;

в) для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях вследствие распространения пламени (например, горизонтальное направление огня по занавесу после охвата его пламенем по всей высоте):

$$A = \psi \cdot v_{\Gamma} \cdot b, \quad n=2 \quad (5)$$

где  $b$  – размер зоны горения, перпендикулярный направлению движения пламени;

г) для вертикальной поверхности горения, имеющей форму прямоугольника (горение занавеса, одиночных декораций, горючих или облицовочных материалов стен при воспламенении снизу до момента достижения пламенем верхнего края материала):

$$A = 0,667 \psi \cdot v_{\Gamma} \cdot v_{\text{в}}, \quad n=3, \quad (6)$$

где  $v_{\Gamma}$  – среднее значение горизонтальной скорости распространения пламени;

$v_{\text{в}}$  – среднее значение вертикальной скорости распространения пламени;

д) для поверхности горения, имеющей форму цилиндра (горение пакета декораций или тканей, размещенных с зазором):

$$A = 2,09 \psi \cdot v_{\Gamma} \cdot v_{\text{в}}, \quad n=3, \quad (7)$$

Для вычисления комплексов  $B$  и  $z$  определяют геометрические характеристики защищаемого помещения. К ним относятся его геометрический объем, приведенная высота и высота каждой из рабочих зон.

*Вычисление комплексов  $B$  и  $z$*

Определяют геометрический объем на основе размеров и конфигурации помещения. Приведенную высоту вычисляют как отношение геометрического объема к площади горизонтальной проекции помещения. Высоту рабочей зоны  $h$  рассчитывают по формуле:

$$h = h_{\text{отм}} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta \quad (8)$$

где  $h_{\text{отм}}$  – высота отметки зоны нахождения людей над полом помещения;

$\delta$  – разность высот пола;  $\delta = 0$  при его горизонтальном расположении.

Находят значения комплексов  $B$  и  $z$ :

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q}; \quad (9)$$

$$z = \frac{h}{H} \exp\left(1,4 \frac{h}{H}\right) \text{ при } h \leq 6 \text{ м}, \quad (10)$$

где  $B$  – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

$z$  – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОПФ по высоте;

$V$  – свободный объем объекта (помещения), м<sup>3</sup>;

$Q$  – низшая теплота сгорания, МДж·кг<sup>-1</sup>;

$h$  – высота рабочей зоны, м;

$H$  – высота объекта, м;

$\varphi$  – коэффициент теплопотерь;

$\eta$  – коэффициент полноты горения.

$C_p$  – удельная изобарная теплоемкость газа, МДж·кг<sup>-1</sup>.

*Развитие ОПФ*

Каждой рассмотренной выше расчетной схеме присваивают порядковый номер (индекс  $j$ ). Вычисляют значение критической продолжительности пожара  $\tau_{крj}$ , по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей (рабочей зоне):

а) по повышенной температуре

$$\tau_{крj}^T = \left( \frac{B}{A_j} \ln \left[ 1 + \frac{70 - T_o}{z(273 + T_o)} \right] \right)^{1/n_j}, \quad (11)$$

где  $T_o$  – начальная температура в помещении до начала пожара;

б) по потере видимости

$$\tau_{крj}^{ПВ} = \left( \frac{B}{A_j} \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot \ln(1,05\alpha \cdot E)}{z \cdot B \cdot D \cdot l_{пр}} \right] \right)^{1/n_j}, \quad (12)$$

где  $\alpha$  – коэффициент отражения (альbedo) предметов на путях эвакуации;

$E$  – начальная освещенность путей эвакуации, лк;

$D$  – дымообразующая способность горящего материала,  $\text{Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$  (значения приведены в табл. 3, прил. 2);

$l_{пр}$  – предельная дальность видимости в дыму, м.

При отсутствии специальных требований значения  $\alpha$  и  $E$  принимаются равными соответственно 0,3 и 50 лк;

в) по пониженному содержанию кислорода

$$\tau_{крj}^{O_2} = \left( \frac{B}{A_j} \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{z \left( \frac{B L_{O_2}}{V} + 0,27 \right)} \right] \right)^{1/n_j}, \quad (13)$$

$L_{O_2}$  – удельный расход кислорода,  $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$  (прил. 2, табл. 4);

г) по предельно допустимому содержанию каждого из газообразных токсичных продуктов горения

$$\tau_{крj}^{ПГ} = \left( \frac{B}{A_j} \ln \left[ 1 - \frac{X \cdot V}{z \cdot B \cdot L_i} \right]^{-1} \right)^{1/n_j}, \quad (14)$$

где  $X$  – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$  ( $X_{CO_2} = 0,11 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;  $X_{CO} = 1,16 \cdot 10^{-3}$ ;  $X_{Cl} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ );

$L$  – удельный выход токсичных газов при сгорании одного кг материала,  $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$  (значения приведены в прил. 2, табл. 4).

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный ОФП не представляет опасности.

Последующий расчет производят для наиболее опасного варианта развития пожара, который характеризуется наибольшим темпом нарастания ОФП в рассматриваемом помещении.

Для этого выбирают наиболее опасные схемы развития пожара, для которых определяют критическую продолжительность пожара  $\tau_{крj}^{офп}$

$$\tau_{крj}^{офп} = \min \{ \tau_{крj}^T, \tau_{крj}^{ПВ}, \tau_{крj}^{O_2}, \tau_{крj}^{ПГ} \}, \quad (15)$$

Находят количество материала, выгоревшего к моменту  $\tau_{крj}$ :

$$m_j = A_j \cdot \tau_{крj}^{n_j}, \quad (16)$$

Каждое значение  $m_j$ , в выбранной  $j$ -й схеме сравнивают с общей массой горючего материала на защищаемом объекте  $M$ . Расчетные схемы, для которых  $m_j > M$ , исключают из дальнейшего рассмотрения.

Из оставшихся расчетных схем выбирают наиболее опасную, для которой критическая продолжительность пожара минимальна:

$$m_j = \min\{\tau_{крj}\} \quad (17)$$

Полученное значение  $\tau_{кр}$  и есть критическая продолжительность пожара для расчетной схемы обеспечения безопасности людей.

Определяют время, необходимое для эвакуации людей:

$$\tau_{АВП}^{\ominus} = K_{\sigma} \cdot \tau_{кр}^{ОФП} \approx 0,8\tau_{кр}^{ОФП} \quad (18)$$

По методике, приведенной в ГОСТ 12.1.004, определяют время эвакуации людей из защищаемого объекта  $\tau_{АВП рас}^{\ominus}$

Значение  $\tau_{АВП рас}^{\ominus}$  должно удовлетворять следующему неравенству:

$$\tau_{АВП рас}^{\ominus} \leq \tau_{АВП}^{\ominus} \quad (19)$$

*Расчет критического времени пожара на начальной стадии*

В соответствии с ГОСТ 12.3.046-91 АУПТ должна срабатывать до окончания начальной стадии пожара.

Минимальную продолжительность начальной стадии пожара  $\tau_{исп}$  в помещении определяют в соответствии с ГОСТ 2.1.004 следующим методом.

Рассчитывают количество приведенной пожарной нагрузки  $g$  по формуле

$$g = \sum_{i=1}^n g_i \quad (20)$$

где  $g_i$  – количество приведенной пожарной нагрузки, со стоящей из  $i$ -го горючего и трудногорючего материала. Значение  $g_i$  вычисляют по формуле

$$g_i = g_{mi} \frac{Q_{ni}^p}{13,8} \quad (21)$$

где  $g_{mi}$  – количество горючего и трудногорючего  $i$ -го материала на единицу площади,  $кг \cdot м^{-2}$ ;

$Q_{ni}^p$  – теплота сгорания  $i$ -го материала,  $МДж \cdot кг^{-1}$ .

Вычисляют продолжительность начальной стадии пожара по формулам:

а) для помещения объемом  $V \leq 3 \cdot 10^3 \text{ м}^3$

$$\tau_{исп} = 0,94 \cdot 10^{-2} \cdot \tau_{исп}^{np} \left( \frac{1}{\psi_{ср} \cdot Q_{исп}^{np} \cdot v^2} \right)^{1/3} \quad (22)$$

б) для помещения объемом  $V > 3 \cdot 10^3 \text{ м}^3$

$$\tau_{исп} = 0,89 \cdot 10^{-2} \cdot \tau_{исп}^{np} \left( \frac{0,73 + 0,01g}{\psi_{ср} \cdot Q_{исп}^{np} \cdot v^2} \right)^{1/3} \quad (23)$$

где  $\tau_{исп}^{np}$  – минимальная (приведенная) продолжительность начальной стадии пожара (с), в зависимости от объема помещения определяется графически по данным рис. 4.1 или 4.2;

$\psi_{ср}$  – средняя скорость потери массы пожарной нагрузки в начальной стадии пожара,  $кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$ , вычисляют по формуле

$$\psi_{ср} = \frac{\sum (g_{mi} \cdot \psi_i)}{\sum g_{mi}} \quad (24)$$

где  $\psi_i$  – скорость потери массы в начальной стадии пожара  $i$ -го материала пожарной нагрузки,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

$Q_{\text{ср}}^p$  – средняя теплота сгорания пожарной нагрузки,  $\text{МДж}\cdot\text{кг}^{-1}$ , вычисляются по формуле:

$$Q_{\text{ср}}^p = \frac{\sum (g_{mi} \cdot Q_{ni}^p)}{\sum g_{mi}} \quad (25)$$

$v$  – линейная скорость распространения пламени,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Допускается в качестве величины  $v$  брать максимальное значение для составляющих пожарную нагрузку материалов.

Значения величин  $v$ ,  $\psi_i$ ,  $Q_{\text{ср}}^p$  для основных горючих материалов приведены в приложении 2.

Критическое время на начальной стадии пожара  $\tau_{\text{кр}}^{\text{мин}}$  может быть принято равным минимальной продолжительности начальной стадии пожара  $\tau_{\text{нсп}}$ :

$$\tau_{\text{кр}}^{\text{мин}} = \tau_{\text{нсп}} \quad (26)$$

С целью минимизации ущерба от пожара критическое время может быть уменьшено с учетом коэффициента безопасности  $K_{\text{б}}$ :

$$\tau_{\text{кр}}^{\text{мин}} = K_{\text{б}} \cdot \tau_{\text{нсп}} \quad (27)$$

Обоснование критического времени для предотвращения распространения пожара за пределы защищаемого объекта.

В ряде случаев по требованию заказчика проектирование АУПТ производится с целью предотвращения распространения пожара за пределы защищаемого объекта. Обычно это достигается при сохранении целостности элемента конструкции защищаемого объекта с минимальной огнестойкостью.

При этом продолжительность пожара в защищаемом объекте определяется по ГОСТ 12.1.004 и другим действующим нормативным документам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ  
Нормативная документация

1. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (посл. изм. ФЗ от 09.11.2009 № 247-ФЗ)
2. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ (с посл. изменениями от 03.11.2009 № 245-ФЗ)
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.12.2004 № 820 «Положение о государственном пожарном надзоре»
5. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с последними изменениями от 25.11.2009 № 267-ФЗ)
6. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
7. Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне»
8. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
9. Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля (посл. изменения ФЗ от 26.04.2010 № 66-ФЗ)
10. Приказ МЧС России от 18.06.2003 № 313 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации»
11. Приказ МЧС России от 01.10.2007 № 517 «Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами установленных требований пожарной безопасности» (с посл. изм. приказ МЧС России от 22.03.2010 № 122 «О внесении изменений в приказ МЧС России от 01.10.2007 № 517»)
12. Приказ МЧС России от 20.10.2008 № 627 «Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению

государственной функции по лицензированию деятельности в области пожарной безопасности»

13. Приказ МЧС России от 16.02.2009 № 65 «Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами установленных требований в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

14. Приказ МЧС России от 16.02.2009 № 66 «Административный регламент Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами установленных требований в области гражданской обороны»

15. Приказ МЧС России от 24.02.2009 № 91 «Об утверждении формы и порядка регистрации декларации пожарной безопасности» (с изм. приказ МЧС России от 26.03.2010 № 135 «О внесении изменения в приказ МЧС России от 24.02.2009 № 91»).