

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ
ПАРАМЕТРОВ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ**

**НА ОСНОВАНИИ ПОЛОЖЕНИЙ
ГОСТ 12.1.004-91
"ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ"**

1. Общие положения	2
2. РАСЧЕТ ФАКТИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ	5
2.1. Разбиение на участки	7
2.2. Нахождение тупиковых первоначальных и диктующих участков, маршрутов следования	10
2.3. Определение расчетной длины и ширины участков	12
2.4. Определение плотности потока	17
2.6. Определение времени движения на участке	21
2.7. Уравнение неразрывности людского потока	21
2.8. Определение времени задержки	22
3. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ	25
3.1. Необходимое (требуемое) время эвакуации	25
3.2. Критическая продолжительность пожара	25
3.3. Значения критической продолжительности пожара	27
3.4. Нормативное определение требуемого времени эвакуации	40
литература	41

1. Общие положения

Основной задачей при проектировании противопожарной защиты зданий является обеспечение безопасности людей при пожаре. Данное требование обеспечивается предотвращением воздействия на людей опасных факторов пожара (ОФП) на требуемом уровне.

Количественной оценкой требуемого уровня обеспечения пожарной безопасности людей является вероятность предотвращения воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения, в год в расчете на одного человека.

Вероятность предотвращения воздействия ОФП (P_B) определяется для пожароопасной ситуации, при которой место возникновения пожара находится на первом этаже вблизи одного из эвакуационных выходов из здания (сооружения) и находится по формуле:

$$P_B = 1 - Q_B, \quad (1)$$

где Q_B - расчетная вероятность воздействия ОФП на отдельного человека.

Уровень обеспечения безопасности людей при пожарах отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq 0,000001, \quad (2)$$

где $Q_B^u = 0,000001$ - допустимая вероятность воздействия ОФП на отдельного человека в год (принимается в соответствии с требованиями [1]).

Вероятность (Q_B) вычисляется для людей в каждом здании по формуле:

$$Q_B = Q_n (1 - P_э) (1 - P_{пз}), \quad (3)$$

где Q_n - вероятность пожара в здании в год;

$P_э$ - вероятность эвакуации людей;

$P_{пз}$ - вероятность эффективной работы технических решений противопожарной защиты.

Вероятность эвакуации ($P_э$) вычисляется по формуле:

$$P_э = 1 - (1 - P_{эп}) (1 - P_{дв}), \quad (4)$$

где $P_{эп}$ - вероятность эвакуации по эвакуационным путям ;

$P_{дв}$ - вероятность эвакуации по наружным эвакуационным лестницам, переходам в смежные секции зданий.

Вероятность ($P_{эп}$) вычисляется по зависимости:

$$P_{эн} = \begin{cases} \frac{\tau_{бл} - t_p}{\tau_{нэ}}, \text{ если } t_p < \tau_{бл} < t_p + \tau_{нэ} \\ 0,999, \text{ если } t_p + \tau_{нэ} \leq \tau_{бл} \\ 0, \text{ если } t_p \geq \tau_{бл} \end{cases}, \quad (5)$$

где $\tau_{бл}$ - время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения по ним ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значений, мин; (допускается $\tau_{бл} = t_{уб}$);

t_p - расчетное время эвакуации людей, мин;

$\tau_{нэ}$ - интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей, мин.

Значение времени начала эвакуации $\tau_{нэ}$ принимается равным времени срабатывания системы оповещения с учетом ее инерционности. При отсутствии необходимых исходных данных для определения времени начала эвакуации в зданиях (сооружениях) без систем оповещения величину $\tau_{нэ}$ следует принимать равной 0,5 мин - для этажа пожара и 2 мин. для вышерасположенных этажей.

Если местом возникновения является зальное помещение, где пожар может быть обнаружен одновременно всеми находящимися в нем людьми, то $\tau_{нэ} = 0$.

Порядок определения расчетного (фактического) t_p и необходимого (требуемого) $t_{уб}$ времени эвакуации приведен в соответствующих разделах настоящих рекомендаций.

Вероятность $P_{дв}$ эвакуации людей по наружным лестничным клеткам принимается равной 0,05 - в жилых зданиях; 0,03 - в остальных зданиях при наличии таких путей; 0,01 - при их отсутствии.

Вероятность эффективного срабатывания противопожарной защиты $P_{пз}$ вычисляется по формуле:

$$P_{пз} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i), \quad (6)$$

где n - число технических решений противопожарной защиты в здании;

R_i - вероятность эффективного срабатывания i -го технического решения.

Допускается уровень обеспечения безопасности людей в зданиях оценивать по вероятности Q_v в одном или нескольких помещениях, наиболее удаленных от выходов в безопасную зону (например, верхние этажи многоэтажных зданий).

Наряду с изложенной выше методикой возможен частный случай применения на практике величин расчетного t_p и необходимого $t_{нб}$ времени эвакуации людей. Исходя из приведенной методики справедливо следующее условие безопасности людей при пожаре.

$$t_{нб} \leq \tau_{нэ} + \tau_p. \quad (7)$$

Таким образом, суммарное время от начала эвакуации людей до момента выхода из здания (помещения) последнего человека должно быть меньше необходимого, то есть времени достижения ОПП своих предельных значений. Порядок определения $t_{нб}$ и t_p приведен в соответствующих разделах настоящих рекомендаций. Решение данной задачи дает возможность проверить качество обеспечения безопасной эвакуации людей запроектированными объемно-планировочными и конструктивными решениями рассматриваемого здания.

2. РАСЧЕТ ФАКТИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ

Определение расчетного (фактического) времени эвакуации людей из зданий и помещений можно представить в виде общей схемы, состоящей из 4-х основных частей:

1) В начале производится анализ объемно-планировочных решений здания, прогнозируется развитие процессов горения, составляется предварительная схема эвакуации, включающая в себя участки и маршруты эвакуации (блоки 1, 2, 3).

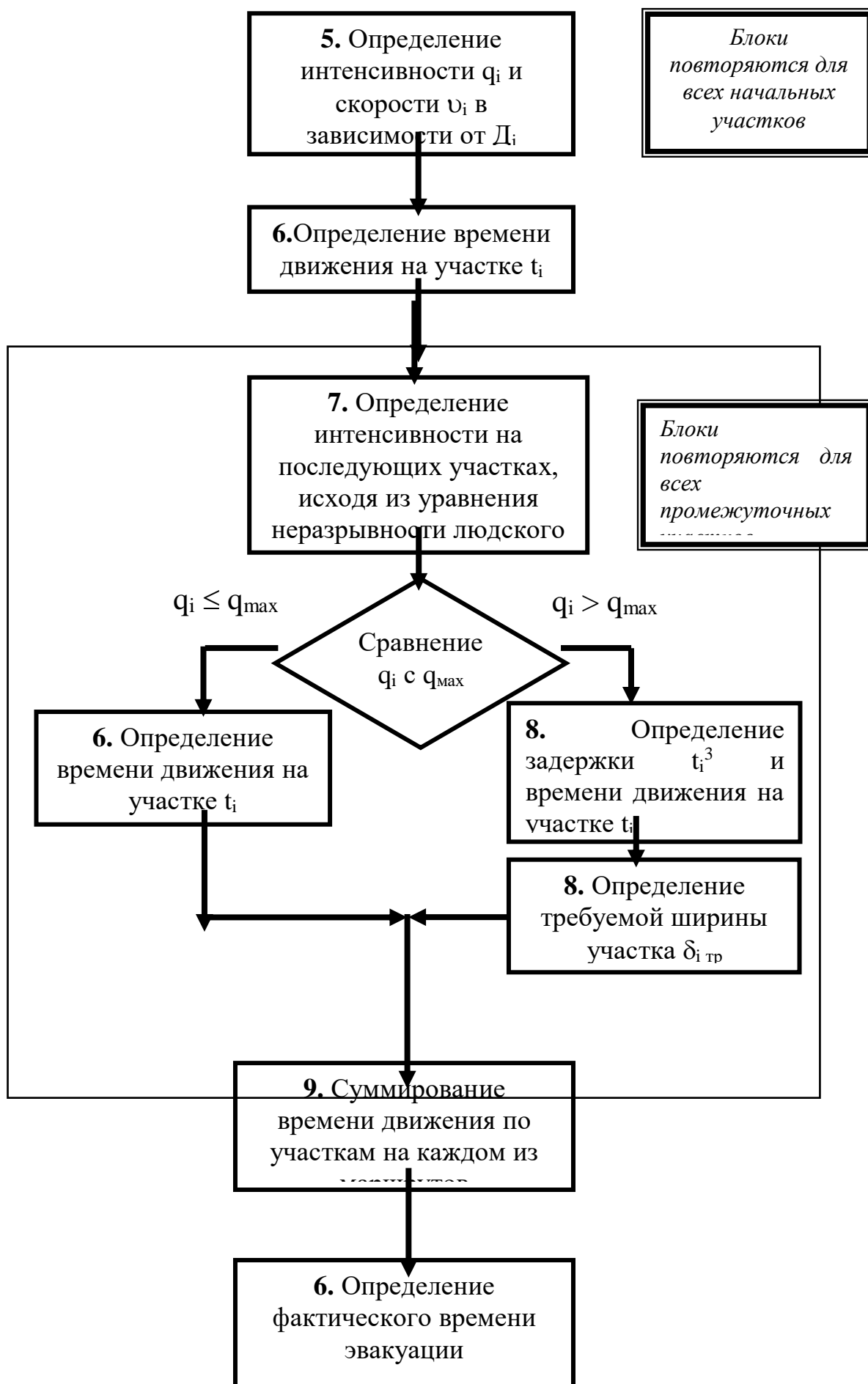
2) Производится расчет первоначальных (тупиковых) этапов эвакуации для каждого маршрута (блоки 4, 5, 6).

3) Производится последовательный расчет промежуточных участков, начиная от смежных с диктующими, заканчивая эвакуационным выходом из здания (помещения) (блоки 7, 8).

4) Суммируется время эвакуации по каждому из маршрутов, определяется расчетное время эвакуации.

Схема определения фактического времени эвакуации





Примечания:

1.) Номера блоков соответствуют номерам подразделов в данной главе, в которых разъяснено их выполнение.

2.) Расчеты производятся с точностью до сотых (два знака после запятой). В указанных пределах допускается расчет упрощать.

2.1. Разбиение на участки

Разбиение на участки производится с учетом выполнения следующих требований:

2.1.1. В пределах участка его внешние параметры должны оставаться неизменными

$$\delta_i = \text{const} \quad (8)$$

$$l_i = \text{const},$$

где δ_i - ширина участка;

l_i - длина участка.

2.1.2 Параметры участка δ_i , l_i , h_i (высота участка), должны соответствовать требованиям;

2.1.3. Допускается помещение, принимать за один участок при условии, что из него по нормам допускается устраивать один эвакуационный выход, при этом все люди сосредотачиваются в наиболее удаленной от выхода из помещения точке;

Расчет подобного участка производится только в том случае, если значение интенсивности движения потока на данном участке необходимо для расчета последующих.

Проверка соответствия требованиям заложенных проектных решений на практике проводится путем сравнения расстояния от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода L_i (рис. 2.1) с требуемым (нормативным) значением.

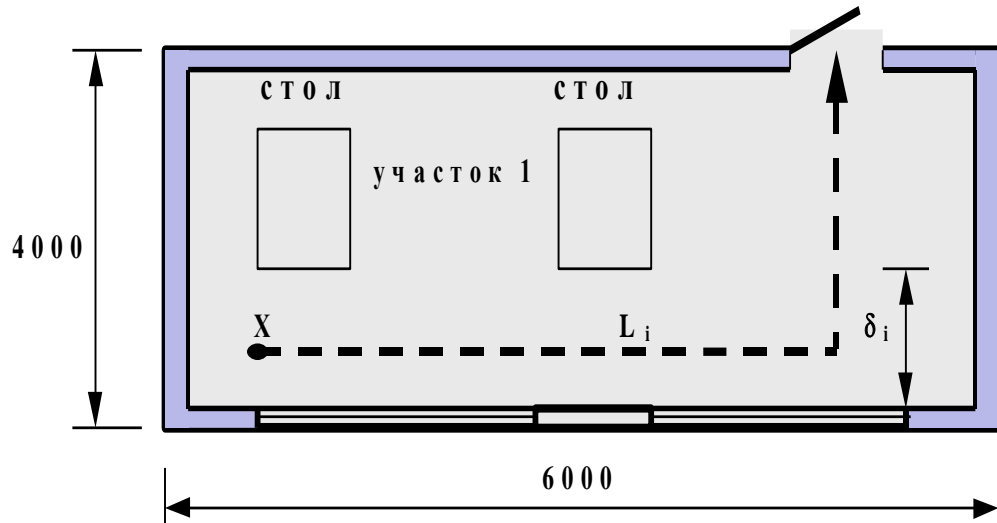


рис. 2.1. (к п. 2.1.3)

2.1.4 Участки, имеющие одинаковые параметры δ , l , N (количество людей на участке) обозначаются одинаковыми индексами и рассчитываются один раз. Получаемые параметры интенсивности q , скорости v и времени t используются в дальнейших расчетах для всех подобных участков.

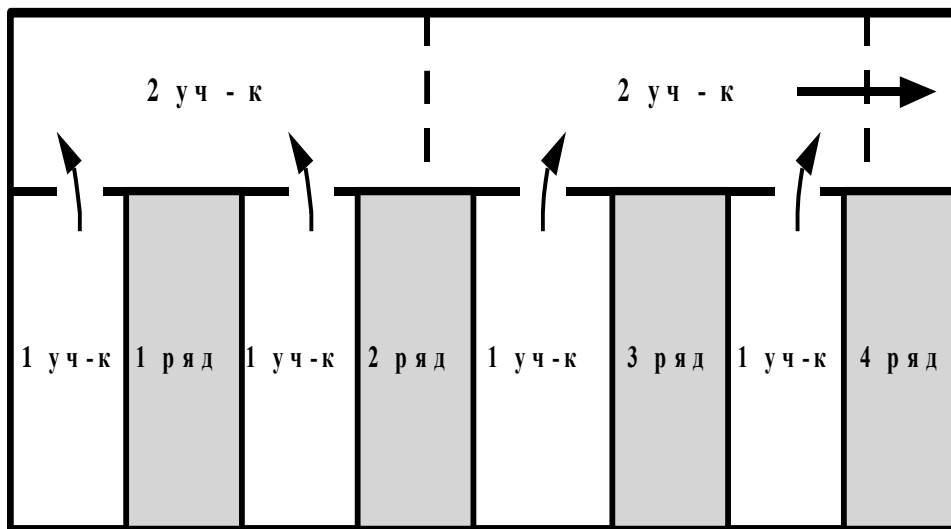


рис. 2.2. (к п. 2.1.4)

2.1.5. При расчете зальных помещений допускается упрощать расчет, предусматривая сливание нескольких потоков из рядов на одном участке.

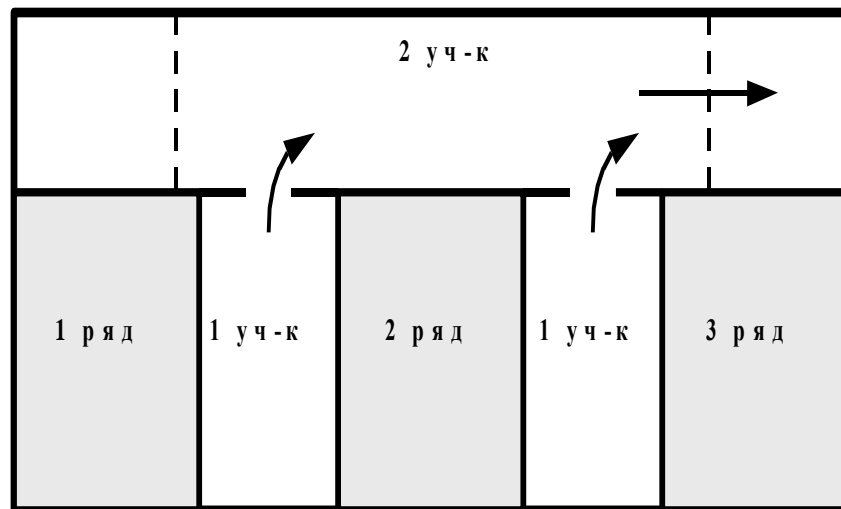


рис. 2.3. (к п. 2.1.5)

2.1.6 Дверной проем либо другое иное местное сужение принимается за отдельный участок.

2.1.7. Если в общественных зданиях (классов функциональной пожарной опасности Ф1, Ф2, Ф3, Ф4) на этаже расположены помещения, удовлетворяющие требованиям п. 2.1.3, имеющие выходы в один коридор, допускается непосредственно расчет из помещений не производить, а принять в качестве первоначального (тупикового) участка - коридор. В данном случае принимается, что поток формируется на участке от выхода из помещения, наиболее удаленного от выхода из коридора, до данного выхода. Число людей на данном участке определяется суммированием для всех помещений.

$$N_{уч} = 10 + 15 + 40 = 65 \text{ чел.}$$

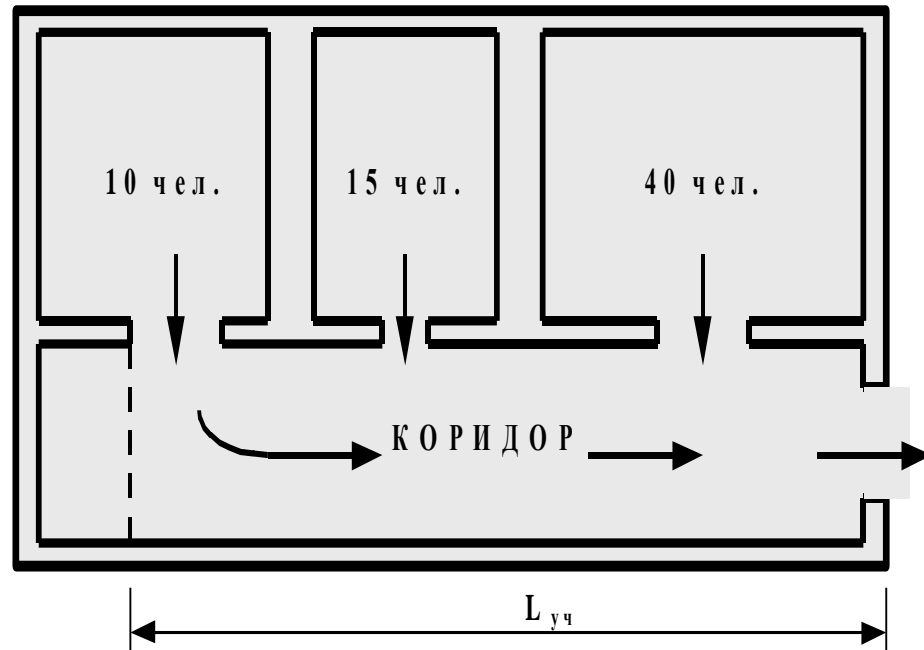


рис. 2.4. (к п. 2.1.7)

2.1.8 Проходы между кабинами контроллеров кассиров с наружной стороны торгового зала принимаются за отдельные участки.

2.2. Нахождение тупиковых первоначальных и диктующих участков, маршрутов следования

2.2.1. К *первоначальным* (тупиковым) следует отнести участки, с которых начинается процесс эвакуации, то есть участки, на которых не происходит слияние или изменение параметров потоков. К таким следует отнести участки А, Б, Г, Д (рис. 2.5).

2.2.2 К *диктующим* следует отнести тупиковые участки, для эвакуации, из которых потребуется однозначно большее количество времени, чем с других. К таким следует отнести участки Б, Д (рис. 2.5).

2.2.3 Под *маршрутом эвакуации* следует понимать пути эвакуации, состоящие из последовательно соединенных участков от диктующего до эвакуационного выхода.

2.2.4 Маршруты эвакуации составляются с учетом наиболее вероятных путей эвакуации людей к ближайшим эвакуационным выходам из зданий (пример участок Н).

При составлении маршрутов необходимо учитывать следующее:

- люди всегда стремятся идти по кратчайшему пути, который хорошо просматривается и по которому легче идти;

- в аварийных ситуациях, люди незнакомые с планировкой здания, стремятся к выходу, который увидели перед собой в момент начала эвакуации, хотя с другой стороны выход может быть и ближе;

- посетители зданий общественного назначения стремятся покинуть здания по пути, по которому они в него вошли;

- люди всегда двигаются в сторону, противоположную очагу пожара, несмотря на то, что они могли бы воспользоваться выходом, расположенным в направлении очага пожара.

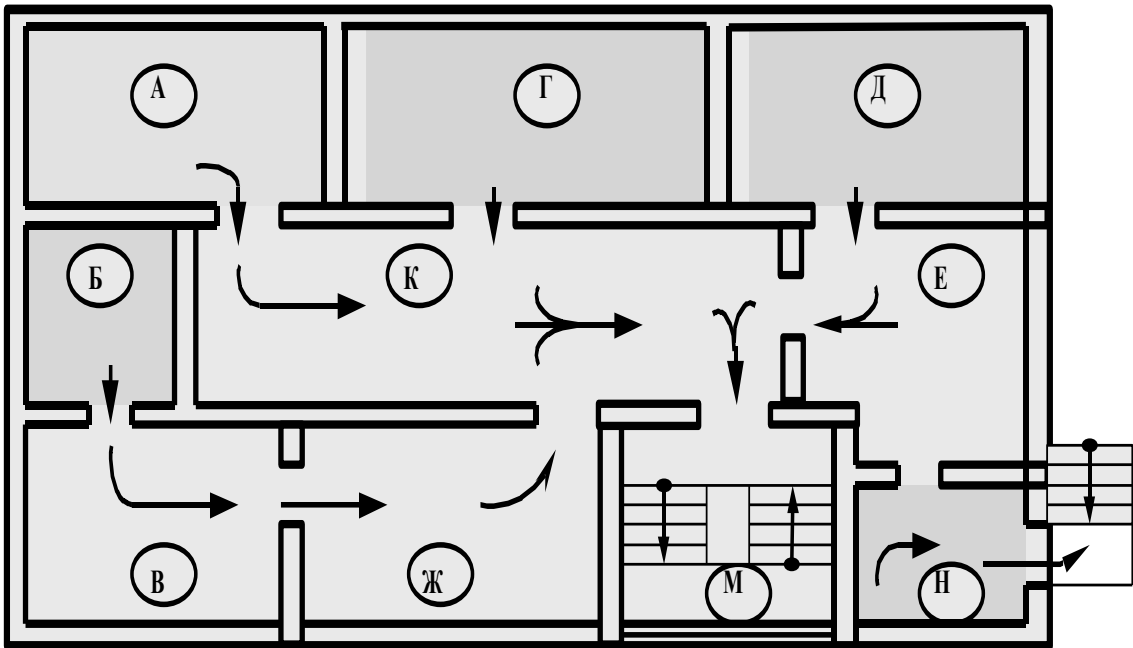


рис. 2.5. (к п. 2.2)

На рис. 2.5. можно составить следующие маршруты эвакуации

1) Б-В-Ж-К-М

2) Д-Е-К-М.

При определении расчетного времени эвакуации t_p , оно будет находится как максимальное из сумм времен t_M движения по каждому из участков маршрутов эвакуации:

$$t_p = \max \{ t_{M1}, t_{M2} \} \quad , \quad (9)$$

$$t_M = \sum_{i=1}^n t_i \quad , \quad (10)$$

где t_i - время движения по i -му участку маршрута.

В рассматриваемом примере это будут:

$$t_{M1} = t_6 + t_B + t_{ж} + t_K + t_M$$

$$t_{M2} = t_d + t_6 + t_K + t_M,$$

тогда расчетное время равно

$$t_p = \max \{t_{M1}, t_{M2}\}.$$

2.2.5 Эвакуационные выходы и пути эвакуации, рассматриваемые в расчетах, должны соответствовать требованиям нормативных документов.

2.2.6 В упрощенных расчетах можно ограничиться группой помещений главного функционального назначения, в которых, как правило, сосредоточено наибольшее число людей. Например, при проектировании здания высшего учебного заведения, очевидно, что для расчетов следует взять аудитории, как основные помещения, исключив административные, где бывает относительно немного людей.

2.3. Определение расчетной длины и ширины участков

2.3.1 Расчетная длина участка соответствует пути эвакуации. Они подразделяются на горизонтальные, наклонные и проемы.

Горизонтальные пути эвакуации - это участки помещений, предназначенные для движения людей и имеющие горизонтальный уровень пола, а также пандусы с уклоном менее 1:8. Расчетная длина l в данном случае соответствует горизонтальной проекции пути эвакуации. Если в пределах участка ширина δ_i количество людей N_i не меняются, то длина участка определяется как

$$l = l_1 + l_2 \dots + l_n. \quad (11)$$

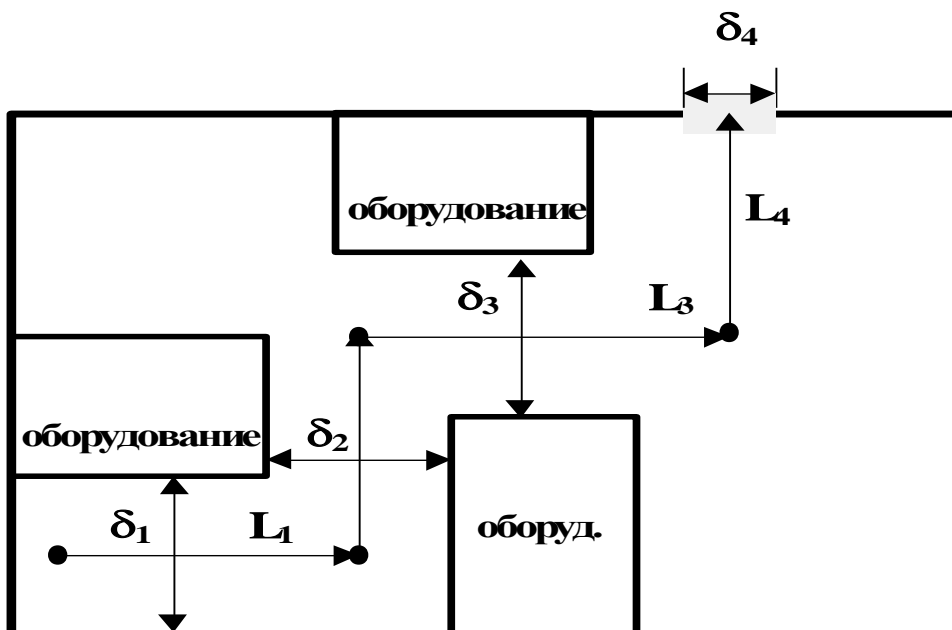


рис. 2.6. (к п. 2.3.1) $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4$, $l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$.

Максимальная протяженность путей эвакуации определяется по специализированным нормам.

К *наклонным участкам* относятся лестницы и пандусы с уклоном 1:8 и более. Расчетная длина наклонных участков пути соответствует их истинному значению

$$L = L' / \cos \alpha , \quad (12)$$

где l' - горизонтальная проекция длины наклонного участка, м;

α - угол наклона к горизонтали.

Средняя длина наклонного пути в пределах одного этажа с учетом движения по площадкам составит:

а) для двух маршевых лестниц:

$$l = \frac{2l'}{\cos \alpha} + 4e . \quad (13)$$

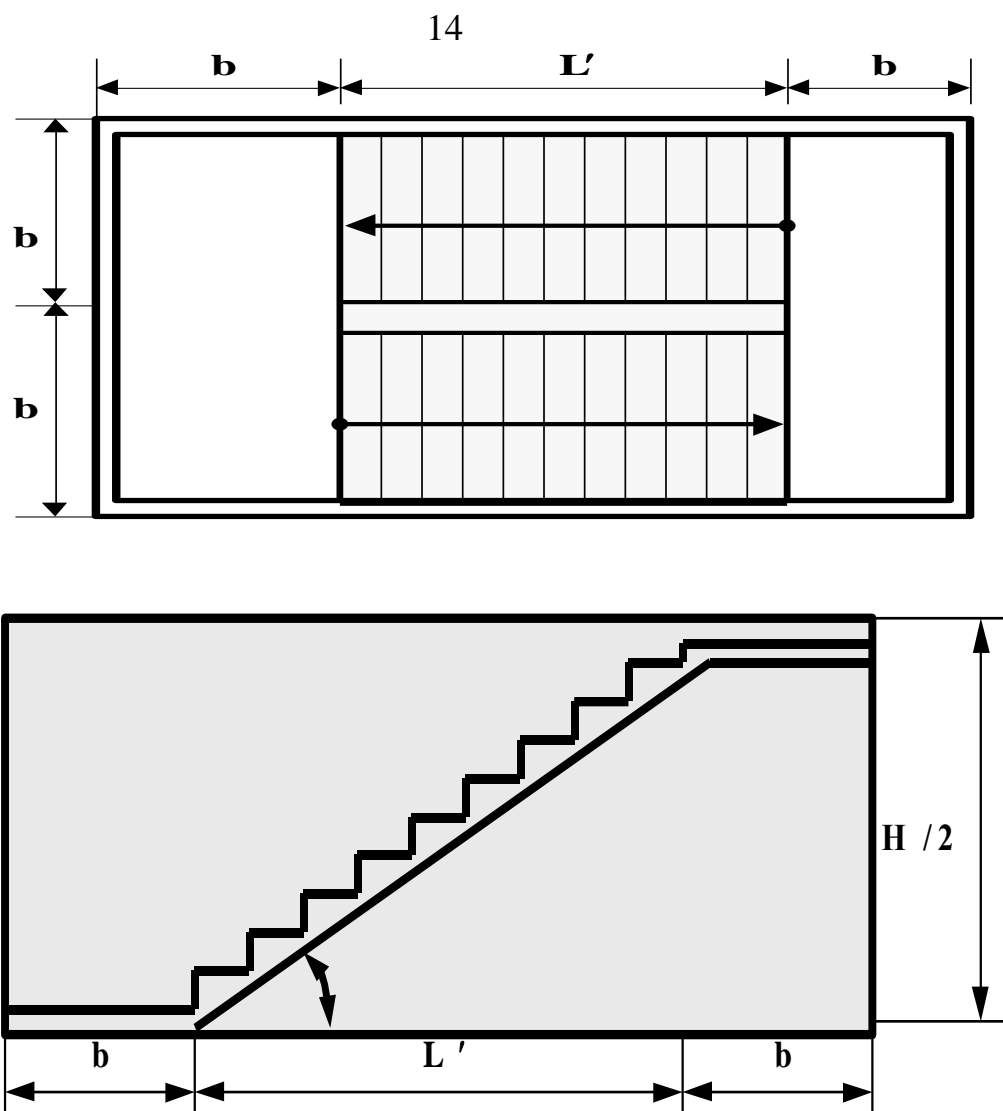


рис. 2.7. (к п. 2.3.1.а)

Для двух маршевых лестниц допускается принимать длину пути равную утроенной высоте этажа.

б) для трех маршевых лестниц:

$$l = \frac{2l'}{\cos \alpha} + \frac{l''}{\cos \alpha} + 4e . \quad (14)$$

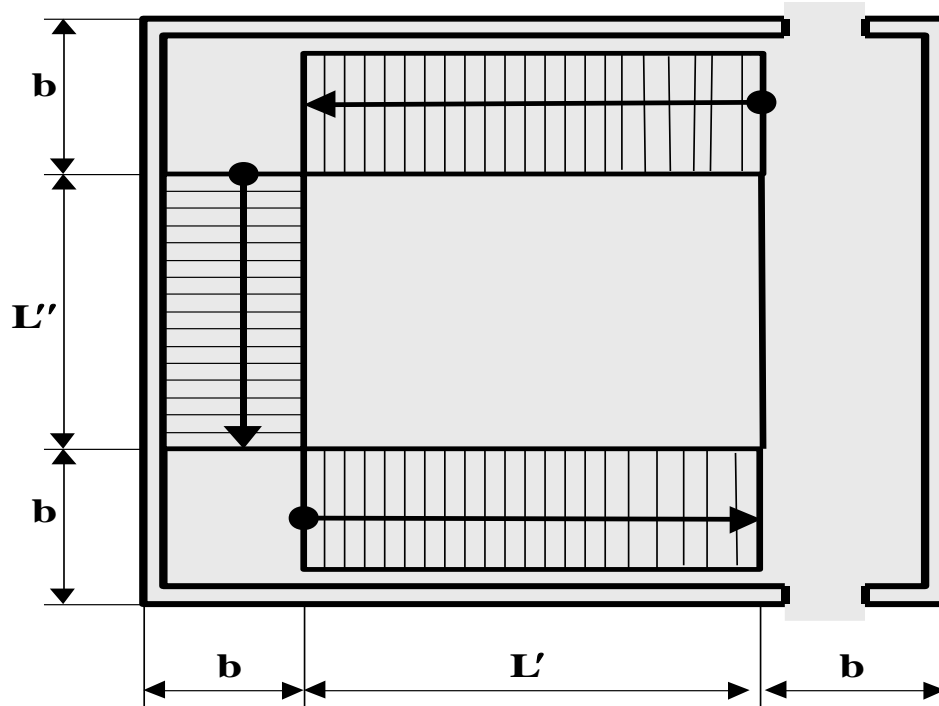


рис. 2.8. (к п. 2.3.1.6)

К *проемам* относятся дверные проемы и различные местные сужения пути, образуемые конструктивными или технологическими выступами в ограждениях путей эвакуации - общей длиной не более 700 мм. Длина данного участка принимается равной нулю ($\iota_{дв} = 0$). Данные участки учитываются только в случае, если необходимо рассчитывать время задержки на них, то есть

$$q_{дв} > q_{max} . \quad (15)$$

2.3.2 Расчетная ширина участка принимается равной фактической ширине проходов и коридоров. В случае открывания дверных полотен в сторону эвакуационного пути, ширина коридора должна быть уменьшена:

а) при одностороннем расположении дверей:

$$\delta_i = \delta_k - \delta_{дв} / 2 . \quad (16)$$

б) при двухстороннем расположении дверей:

$$\delta_i = \delta_k - \delta_{дв} . \quad (17)$$

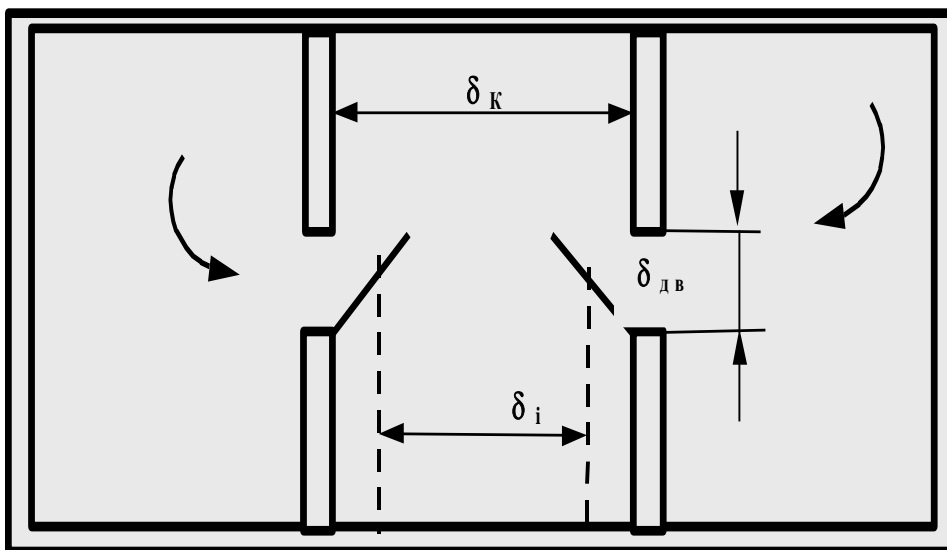
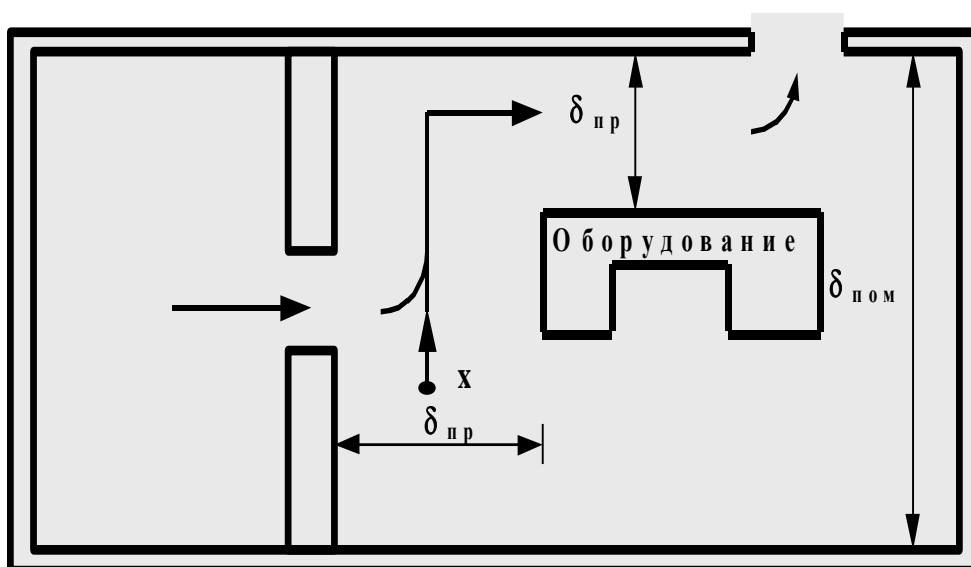


рис. 2.9. (к п. 2.3.2)

2.3.3 Минимальная ширина эвакуационных путей и выходов определяется по соответствующим разделам норм.

2.3.4. При движении потока из одного помещения в другое за ширину участка принимается ширина прохода, а не помещения в целом.

рис. 2.10. (к п. 2.3.4) $\delta_i = \delta_{пр}$, $\delta_i \neq \delta_{пом}$

2.4. Определение плотности потока

2.4.1 Плотность потока определяется только для первоначальных (тупиковых) участков.

2.4.2 Плотность потока D_i (m^2/m^2) характеризует размещение людей на участке эвакуационного пути и степень свободы их перемещения в потоке:

$$D_i = \frac{N_i \cdot f}{\delta_i \cdot \ell_i}, \quad (18)$$

где N - количество людей на участке;

f - средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая равной, m^2 :

- взрослого в домашней одежде - 0,1;
- взрослого в зимней одежде - 0,125;
- подростка - 0,07;
- взрослого с сумкой или портфелем - 0,16;
- взрослого с чемоданом - 0,35;
- взрослого с ребенком на руках и сумкой - 0,26.

ℓ_i - длина участка, м;

δ_i - ширина участка, м;

2.4.3. Если количество людей в помещении, невозможно однозначно определить, то оно определяется по нормам [5]: исходя из площади помещения и норм отвода площади на одного человека в данном помещении (n);

а) Число эвакуируемых из санитарно-бытовых и административных помещений зданий ФОК и спортивных сооружений без мест для зрителей (класса Ф3.6) должно соответствовать численности работающих в смену;

б) В залах столовых, кафе, баров, ресторанов, собраний и совещаний при определении расчетной вместимости людей в дополнение к числу постоянных рабочих мест следует также учитывать количество посадочных мест, увеличенное на 25 %;

в) Для расчета путей эвакуации число покупателей или посетителей предприятий торговли и бытового обслуживания, одновременно находящихся в торговом зале или помещении для посетителей, следует принимать из расчета на одного человека:

- для магазинов в городах и поселках городского типа, а также для предприятий бытового обслуживания - $1,35 \text{ м}^2$ площади торгового зала или помещения для посетителей, включая площадь, занятую оборудованием;
- для магазинов в сельских населенных пунктах - 2 м^2 площади торгового зала;
- для рынков - $1,6 \text{ м}^2$ торгового зала рыночной торговли.

д) Число людей, одновременно находящихся в демонстрационном зале и зале проведения семейных мероприятий, следует принимать по числу мест в зале.

е) Число эвакуирующихся людей со сцены (эстрады) следует определять из расчета 1 человек на 2 м^2 площади планшета сцены (эстрады).

Например: Для торгового зала магазина (площадь $F_{ном} = 135 \text{ м}^2$, площадь занятая оборудованием $F_{оборуд} = 35 \text{ м}^2$). Норма отвода площади на одного человека, включающая площадь оборудования - $n = 1,35 \text{ м}^2/\text{чел}$, таким образом, общее количество людей в помещении (N):

$$N = \frac{F_{ном.}}{n} = \frac{135 \text{ м}^2}{1,35 \text{ м}^2/\text{чел.}} = 100 \text{ чел.}$$

Тогда средняя плотность потока в торговом зале ($D_{ср}$) составит:

$$D_{ср.} = \frac{N}{F_{ном.} - F_{оборуд.}} = \frac{100}{135 - 35} = 1 \text{ чел./м}^2.$$

Следовательно на участке площадью $F_{уч.} = 25 \text{ м}^2$ будет находиться:

$$N_{уч.} = F_{уч.} \cdot D_{ср.} = 25 \cdot 1 = 25 \text{ чел.}$$

2.5. Определение интенсивности и скорости движения

2.5.1 Скорость движения потока v_i (м/мин.) зависит от вида эвакуационного пути, плотности потока и условий эвакуации. Для первоначальных участков скорость движения на участке определяется как функция от плотности потока по таблице 2.1 [1].

$$v_i = f(D_i), \text{ если } q_{i-1} = 0, \quad (20)$$

Таблица 2.1

Плотность потока D_i м ² /м ²	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость v м/мин.	Интенсивность q м/мин.	Интенсивность q м/мин.	Скорость v м/мин.	Интенсивность q м/мин.	Скорость v м/мин.	Интенсивность q м/мин.
0,01	100,0	1,0	1,0	100,0	1,0	60,0	0,6
0,05	100,0	5,0	5,0	100,0	5,0	60,0	3,0
0,10	80,0	8,0	8,7	95,0	9,5	53,0	5,3
0,20	60,0	12,0	13,4	63,0	13,6	40,0	8,0
0,30	47,0	14,1	16,5	52,0	15,6	32,0	9,6
0,40	39,0	15,6	18,4	40,0	16,0	26,0	10,4
0,50	33,0	16,5	19,6	31,0	15,5	22,0	11,0
0,60	27,0	16,2	19,0	24,0	14,4	18,0	10,8
0,70	23,0	16,5	18,0	18,0	12,6	15,0	10,5
0,80	19,0	15,2	17,3	13,0	10,4	13,0	10,4
0,90 и более	15,0	13,5	8,5	8,0	7,2	11,0	9,9

ПРИМЕЧАНИЕ

В случае, если известные величины имеют промежуточные значения, то искомая величина определяется методом линейной интерполяции. Сущность метода интерполяции представлена формулой:

$$H = H_1 + \frac{(H_2 - H_1) \cdot (Z - Z_1)}{(Z_2 - Z_1)}, \quad (21)$$

где H - искомая величина;

H_1, H_2 - граничные значения искомой величины ($H_2 > H_1$);

Z - известная величина;

Z_1, Z_2 - граничные значения известной величины ($Z_2 > Z_1$).

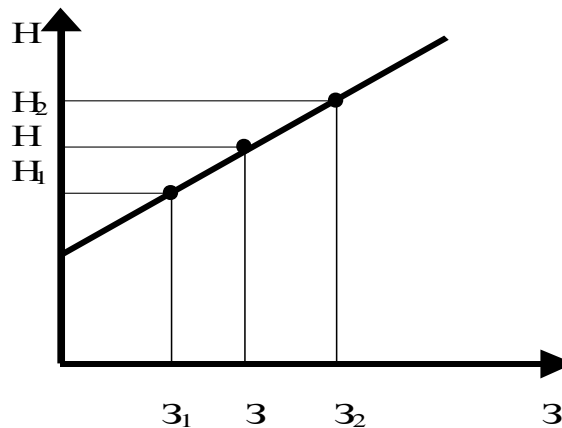


рис. 2.11. (к формуле (21))

Пример: дано $D = 0,25 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Найти: q -?

Определяются граничные значения:

$D_1=0,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$; $D_2=0,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$

$q_1=12 \text{ м/мин}$; $q_2=14,1 \text{ м/мин}$.

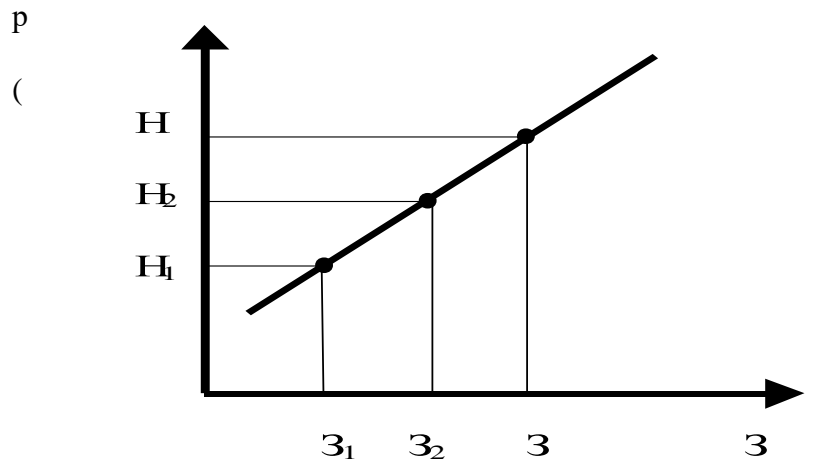
$$q = q_1 + \frac{(q_2 - q_1) \cdot (D_2 - D)}{(D_2 - D_1)}; \quad q = 12 + \frac{(14,1 - 12) \cdot (0,3 - 0,25)}{(0,3 - 0,2)} = 13,05 \text{ м/мин.}$$

Метод экстраполяции применим для нахождения значений за пределами зоны, определенной в таблице.

$$H = H_2 + \frac{(H_2 - H_1) \cdot (Z - Z_2)}{(Z_2 - Z_1)}, \quad (22)$$

Рис. 2.12.

(к формуле (22))



2.5.2 Интенсивность

движения q_i (м/мин; чел·м/мин.) характеризует кинетику движения потока и численно равна количеству людей, проходящих через поперечное сечение пути единичной ширины в единицу времени.

$$q_i = D_i \cdot v_i. \quad (23)$$

Величину интенсивности движения для тупиковых участков определяют как функцию от плотности потока по таблице 2.1[1].

$$q_i = f(D_i), \text{ если } q_{i-1} = 0. \quad (24)$$

2.5.3. Для промежуточных (не тупиковых) участков значение скорости на участке определяется как функция от интенсивности движения по таблице 2.1 [1].

$$v_i = f(q_i), \text{ если } q_{i-1} \neq 0. \quad (25)$$

2.5.4. Для каждого типа участков, а именно горизонтальный путь, дверной проем, лестницу вниз, лестницу вверх - скорость на участке (v_i) определяется по соответствующей колонке таблицы 2.1 [1].

2.5.5 Пропускная способность эвакуационного прохода Q_i определяется количеством людей, проходящих через поперечное сечение пути в единицу времени.

$$Q_i = q_i \cdot \delta_i . \quad (26)$$

2.6. Определение времени движения на участке

2.6.1 Время движения людского потока (t_i , мин) на участке определяется по формуле:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}, \text{ если } q_i \leq q_{\max}, \quad (27)$$

где l_i - длина участка, м;

v_i - скорость движения на участке, м/мин.

2.6.2 Общее расчетное время эвакуации (t_p) определяется как максимальное из времени движения по маршрутам;

$$t_p = \max \{ t_{m1}, t_{m2}, \dots, t_{m3} \},$$

$$t_{m_i} = \sum_{j=1}^n t_j,$$

где t_{m_i} - время эвакуации по маршруту i ;

t_j - время эвакуации по j - участку маршрута.

2.7. Уравнение неразрывности людского потока

2.7.1 Уравнение неразрывности людского потока связывает между собой параметры, определяющие движение потока на предыдущих и последующих участках.

$$\sum \delta_{i-1} \cdot q_{i-1} = \delta_i \cdot q_i, \quad (28)$$

где q_{i-1} - интенсивность движения людского потока, на предыдущем участке м/мин;

δ_{i-1} - ширина предыдущего участка, м;

δ_i - ширина рассматриваемого участка пути, м.

2.7.2. При слиянии двух и более людских потоков интенсивность движения (q_i) на участке определяется исходя из преобразованного уравнения неразрывности людского потока:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}. \quad (29)$$

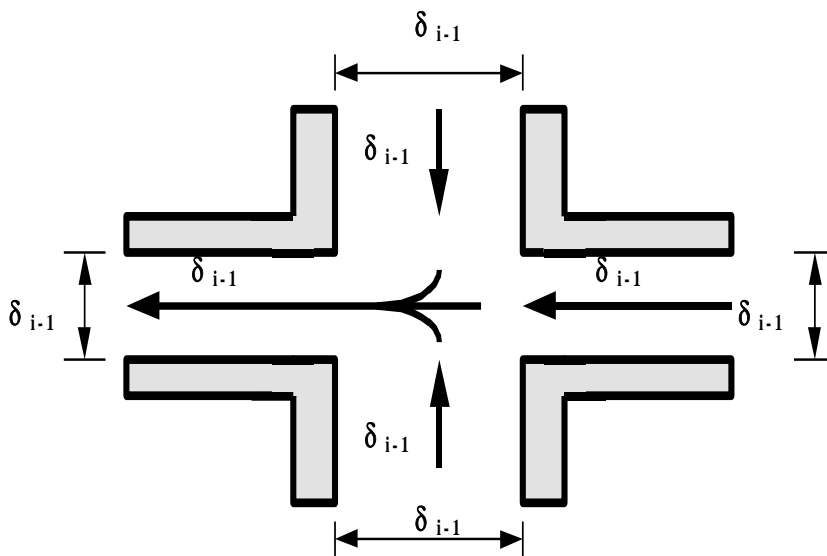


рис. 2.13.(к п. 2.7.2)

2.7.3 Полученное значение интенсивности q_i сравнивается с максимальным значением интенсивности для данного вида пути q_{\max} . При этом q_{\max} следует принимать равным, м/мин:

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

2.7.4. Если $q_i < q_{\max}$, то в соответствии с п. 2.5.3 определяется скорость движения на участке и время движения на участке в соответствии с п. 2.6.1. Далее производится расчет для последующего участка.

2.8. Определение времени задержки

2.8.1. Если $q_i > q_{\max}$, то на данном участке из-за образования скоплений будут задержки. Скопления становятся результатом нарушения пропускных способностей смежных участков, когда не выполняется условие

$$\sum Q_{i-1} = \sum Q_i. \quad (30)$$

Задержки рекомендуется учитывать путем дополнительного расчета времени задержки по формулам: Предтеченского В. М.

$$t_i^3 = Nf \left(\frac{1}{q_{пред} \delta_i} - \frac{1}{q_{i-1} \delta_{i-1}} \right), \quad (31)$$

или Ройтмана М. Я.

$$t_i^3 = \frac{Nf}{q_{пред} \delta_i} - \frac{l_i}{v_{пред}}, \quad (32)$$

где t_i^3 - время задержки на i участке;

N - количество эвакуирующихся;

f - средняя площадь горизонтальной проекции человека, $m^2/чел$;

δ_{i-1}, δ_i - ширина предыдущего и последующего участков, m ;

l_i - длина участка, где происходит задержка движения, m ;

q_{i-1} - интенсивность движения на предыдущем участке, $m/мин$;

$q_{пред}, v_{пред}$ - предельные значения интенсивности и скорости движения потока.

Для практических расчетов более применима и рекомендуется формула профессора Предтеченского В.М. (31).

Предельные параметры ($q_{пред}, v_{пред}$) находятся по таблице 2.1 [1] при значении $D = 0,9$ и более.

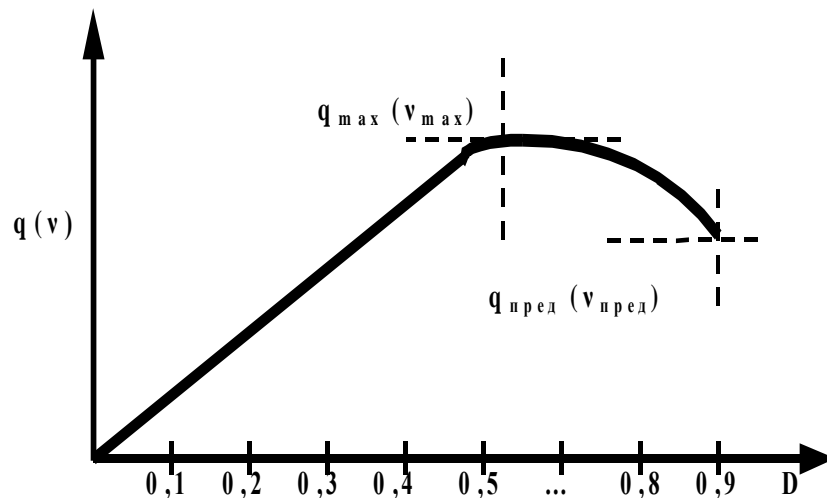


рис. 2.14. (к п. 2.8.1)

2.8.2 Время движения на участке в случае расчета на данном участке времени задержки определяется по формуле:

$$t_i = \frac{l_i}{v_{пред}} + t_i^3. \quad (33)$$

2.8.3 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 интенсивность движения следует определять по формуле

$$q_{пред} = 2.5 + 3.75\delta_i. \quad (34)$$

2.8.4 В дальнейших расчетах для последующего участка принимаются значения параметров интенсивности по предельному значению.

$$q_i = q_{пред}. \quad (35)$$

2.8.5 В случае, если задержка недопустимо влияет на конечное значение расчетного времени эвакуации, необходимо увеличить ширину участка до величины, при которой создаются условия позволяющие избежать скоплений. Требуемая ширина участка рассчитывается по формуле, полученной путем преобразования уравнения неразрывности людского потока:

$$\delta_{тр} = \frac{\sum q_{i-1} \delta_{i-1}}{q_{max}}. \quad (36)$$

При увеличении ширины участка до требуемой величины, параметры движения определяются по табл.2.1 [1] при $q_i = q_{max}$. Время задержки в данном случае не вычисляется.

3. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ

Необходимое время эвакуации определяется аналитически и нормативно. Порядок нормативного определения изложен в п. 3.4

3.1. Необходимое (требуемое) время эвакуации

Аналитически необходимое (требуемое) время эвакуации людей ($t_{нб}$) из рассматриваемого помещения (здания) рассчитывается по формуле (37), как произведение критической для человека продолжительности пожара на коэффициент безопасности

$$t_{нб} = \frac{0.8 * t_{кр}}{60} . \quad (37)$$

Расчет $t_{нб}$ производится для наиболее опасного варианта развития пожара, характеризующегося наибольшим темпом нарастания ОПП в рассматриваемом помещении. Сначала рассчитывается значение критической продолжительности пожара ($t_{кр}$) по условию достижения каждым ОПП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей. Из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара выбирается минимальное:

$$t_{кр} = \min \left\{ t_{кр}^T, t_{кр}^{ПВ}, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{ТГ} \right\} , \quad (38)$$

Предполагается, что каждый опасный фактор воздействует на человека независимо от других.

3.2 Критическая продолжительность пожара

Критическая продолжительность пожара определяется:

3.2.1 Для людей находящихся в одном помещении - из условия достижения одним из ОПП в данном помещении критического значения.

3.2.2 Для людей находящихся на этаже очага пожара - определяется из условия достижения одним из ОПП в поэтажном коридоре своего предельного допустимого значения.

3.2.3 Для людей, находящихся выше очага пожара - из условия достижения одним из ОПП предельно-допустимого значения в лестничной клетке на уровне этажа пожара.

ПРИМЕЧАНИЕ (к п. 3.2.2) Данное примечание распространяется на этажи жилых и общественных зданий (классов Ф1, Ф3, Ф4), характеризующиеся условно-постоянной пожарной опасностью в пределах этажа. Для упрощения расчетов вышеуказанных зданий вводятся следующие допущения:

- 1) Все дверные проемы из помещений в коридоры открыты вследствие эвакуации людей;
- 2) Высота дверных проемов не менее 2 м, а средний рост человека 1,7 м.
- 3) Высота всех помещений равна $H_1=H_2=H_3=...=H_n$. Высота рабочей зоны равна среднему росту человека $h=1,7$ м.

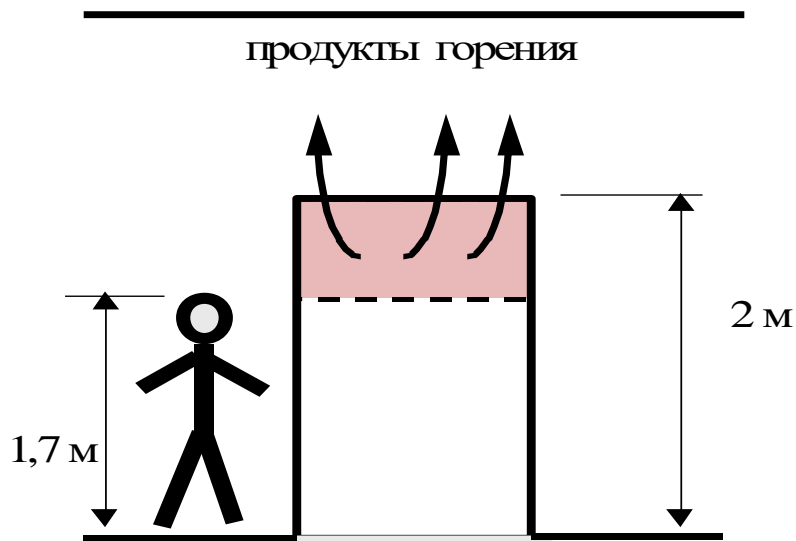


рис.3.1. (к п. 3 примечания)

- 4) В расчетах используется свободный объем.

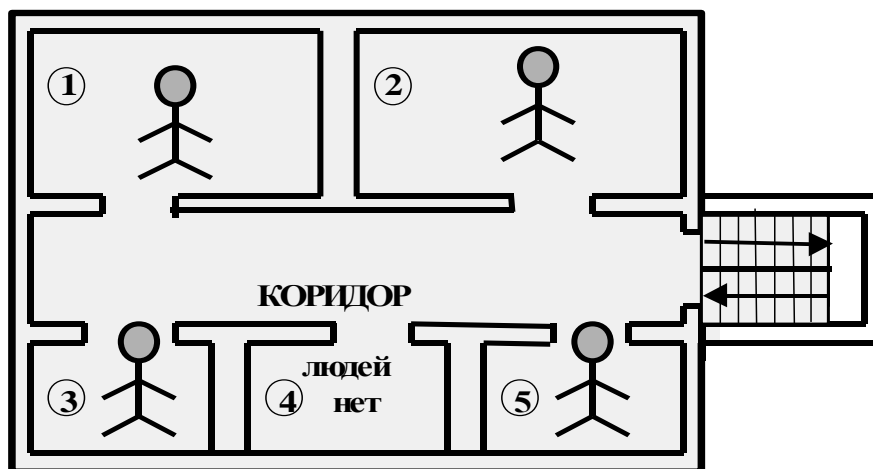


рис. 3.2.
(к п. 4 прим).

$V_{расч} =$

$$0,8 \sum V_{пом.} \quad (39)$$

5) Размерный параметр A и показатель степени n принимается для случая кругового развития пожара (п. 3.3.8).

Для этажей производственных и складских зданий (класса Ф5) в пределах этажа расчет необходимо производить для каждого помещения в отдельности.

3.3. Значения критической продолжительности пожара

Значение критической температуры по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей находите по формулам:

- по повышенной температуре

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot Z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (40)$$

- по потере видимости

$$t_{кр}^{ПВ} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln \cdot (1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{\ell_{np} \cdot B \cdot Dm \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (41)$$

- по пониженному содержанию кислорода

$$t_{кр}^O = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (42)$$

- по каждому из газообразных токсичных продуктов горения

$$t_{кр}^{ПГ} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (43)$$

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

3.3.1 B - размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q}. \quad (44)$$

3.3.2 C_p - удельная изобарная теплоемкость газа (принимается по табл 3.1), МДж · кг⁻¹ · К⁻¹.

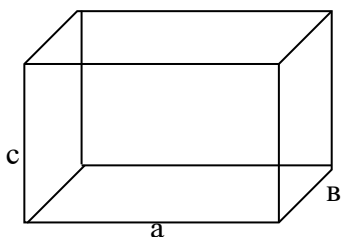
Таблица 3.1

Физические свойства дымовых газов

t, °С	ρ , кг/м ³	C_p , кДж/(кг · К)
0	1,295	1,042
100	0,950	1,068
200	0,748	1,097
300	0,617	1,122
400	0,525	1,151
500	0,457	1,185
600	0,405	1,214
t, °С	ρ , кг/м ³	C_p , кДж/(кг · К)
700	0,363	1,239
800	0,330	1,264
900	0,301	1,290
1000	0,275	1,306
1100	0,257	1,323
1200	0,240	1,340

ПРИМЕЧАНИЕ Промежуточные значения находят методом линейной интерполяции.

3.3.3 V - свободный объем помещения, м³.



$$V=0,8V_{geom.}$$

$$V_{geom}=a \times b \times c$$

рис. 3.3 (к п. 3.3.2)

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

3.3.4 Q - низшая теплота сгорания

Таблица 3.2

Низшая теплота сгорания материала

Горючий материал	Теплота сгорания, МДж·кг ⁻¹
Бумага разрыхленная	13,4
Волокно штапельное разрыхленное	13,8
Древесина в изделиях (влажность 8...10%)	13,8
Древесина в штабелях (пиломатериалы, высотой слоя 4...8 м, при плотности укладки 0,2...0,3 и влажности 12...14%).	16,6
Карболитовые изделия	24,9

Каучук: - синтетический;	40,2
- натуральный	42,3
Книги на стеллажах	13,4
Органическое стекло	25,1
Пенополиуретан	24,3
Полистирол	39,0
Полипропилен (в изделиях)	45,6
Полиэтилен (в изделиях)	47,1
Резинотехнические изделия	33,5
Пенополиурета	24,3
Торф в караванах (влажность 40%)	11,3
Толуол	41,03
Хлопок разрыхленный	15,7

3.3.5 η - коэффициент полноты горения (см.табл.3.3);

Таблица 3.3

Коэффициент полноты горения

Горючий материал (вещества)	Усредненный коэффициент полноты горения, η
Акриловая кислота	0,97
Амилацетат	0,93
Амиловый спирт	0,93
Аммиак	0,97
Анулин	0,93
Ацетат	0,85
Ацетон	0,93

продолжение табл.3.3

Горючий материал (вещества)	Усредненный коэффициент полноты горения, η
Бензин	0,85
Бензол	0,85
Битум	0,93
Бумага	0,97
Бутан	0,85
Бутилацетат	0,93
Бутиловый спирт	0,93
Водород	0,85
Гексан	0,85
Глицерин	0,97
Дизельное топливо	0,85
Диэтиловый эфир	0,93
Древесина при влажности, %:	
- 10;	0,97
- 20;	0,97
- 30.	0,97
Капролактан	0,93
Каучук натуральный	0,85
Каучук синтетический	0,85
Керосин	0,85
Кинопленка:	
- нитроцеллюлозная;	0,97
- триацетатная.	0,97
Мазут	0,85
Метиловый спирт	0,97
Нефть	0,85
Пентан	0,85
Полистирол	0,85
Полипропилен	0,85
Полиэтилен	0,85
Пенополиуретан	0,93
Скипидар	0,85
Стирол	0,85
Толоул	0,85
Торф при влажности, %: - 10;	0,93
- 20;	0,97
- 30.	0,97
Хлопок и изделия из него	0,97
Этиловый спирт	0,93
Этиленгликоль	0,97

3.3.6 ϕ - коэффициент теплопотерь.Допускается при отсутствии данных принимать $\phi=0,25$ 3.3.7 t_0 - начальная температура воздуха в помещении, $^{\circ}\text{C}$.3.3.8 A - размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания материала и площадь пожара, $\text{кг}\cdot\text{с}^{-\text{n}}$.

n - показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени;

Параметры A и n вычисляются по формулам:

а) для случая горения жидкости с установившейся скоростью

$$A = \psi_F \cdot F; n = 1, \quad (46)$$

где ψ_F - удельная массовая скорость выгорания жидкости (табл. 3.4), $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

F - площадь зеркала жидкости, м^2 ;

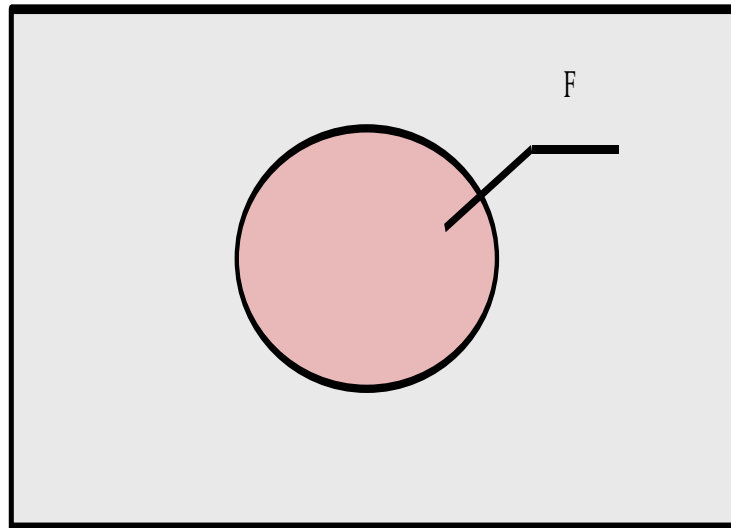


рис. 3.4. (к п.3.3.7)

б) для кругового распространения пожара

$$A = 1,05 \cdot \psi_F \cdot v^2; n = 3, \quad (47)$$

где v - линейная скорость распространения пламени, $\text{м}/\text{с}$;

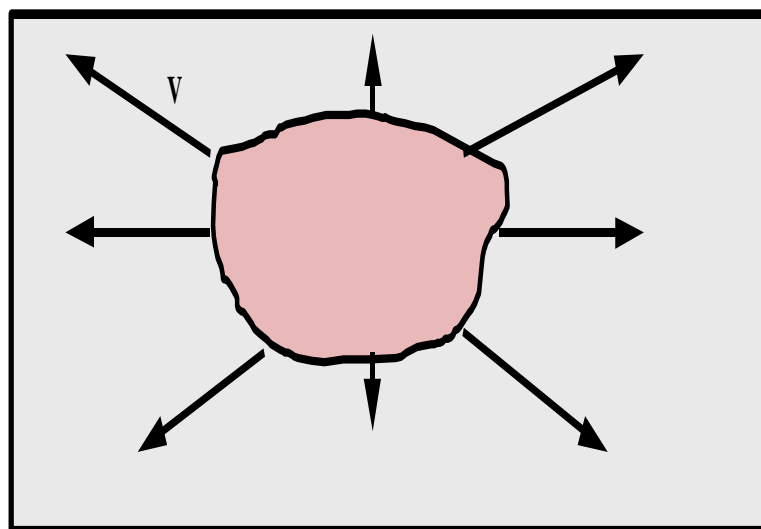


рис. 3.5. (к п. 3.3.7)

Скорость выгорания

Горючий материал	Скорость выгорания, кг·м ⁻² ·с ⁻¹
Бумага разрыхленная	0,008
Волокно штапельное разрыхленное	0,0067
Древесина в изделиях (в жилых и административных зданиях при влажности 8...10%).	0.0014
Карболитовые изделия	0.0095
Каучук: - синтетический;	0.013
- натуральный	0.019
Книги на стеллажах	0.0167
Органическое стекло	0.0161
Пенополиуретан	0.015
Полистирол	0.0144
Полипропилен (в изделиях)	0.0145
Полиэтилен (в изделиях)	0.0103
Резинотехнические изделия	0.0112
Торфоплиты в штабелях (влажность в 9...12%)	0,318
Волокно штапельное	0.0067
Хлопок разрыхленный	0.0024

Линейная скорость распространения пламени

Объект	Значение скорости, м/мин
Административные здания	1,5
Библиотеки, книгохранилища, архивохранилища	1,0
Деревообрабатывающие предприятия:	
- лесопильные цехи (здания I, II, III степени огнестойкости);	3,0
- лесопильные цехи (здания IV, V степени огнестойкости);	5,0
- заготовительные цехи;	1,5
- производство фанеры;	1,5
- помещения других цехов	1,0
Жилые дома	0,8
Коридоры и галереи	5,0
Кабельные сооружения (горения кабелей)	1,1
Музеи и выставки	1,5
Объекты транспорта:	
- гаражи, трамвайные и троллейбусные депо;	0,1
- ремонтные залы ангаров;	1,5
Пенополиуретан	0,9
Предприятия текстильной промышленности:	
- помещения текстильного производства;	1,0
- помещения текстильного производства, при наличии на конструкциях слоя пыли;	2,0
- волокнистые материалы во взрыхленном состоянии;	8,0
Сгораемые покрытия цехов большой площади	3,2
Сгораемые конструкции крыш и чердаков	2,0
Склады:	
- льноволокна;	5,6
- текстильных изделий;	0,4
- бумаги в рулонах;	0,3
- резинотехнические изделия в зданиях;	1,0
- резинотехнические изделия (штабеля на открытой площадке);	1,2
- каучука;	1,0
- пиломатериалов (досок) в штабелях при влажности %:	
а) до 16%	4,0
б) 16-18%	2,3
в) 18-20%	1,6
г) 20-30%	1,2
д) более 30%	1,0
Сушильные отделения кожзаводов	2,2

продолжение табл.3.5

Объект	Значение скорости, м/мин
Театры и дворцы культуры (сцены)	3,0
Торговые предприятия, склады и базы товаро-материальных ценностей	1,2
Типографии	0,8
Холодильники	0,7
Школы, лечебные учреждения:	

- здания I и II степени огнестойкости;	1,0
- здания III и IV степени огнестойкости;	3,0

в) для вертикальной или горизонтальной поверхности горения в виде прямоугольника, одна из сторон которого увеличивается в двух направлениях за счет распространения пламени.

$$A = \psi_F \cdot v \cdot b, n = 2, \quad (48)$$

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

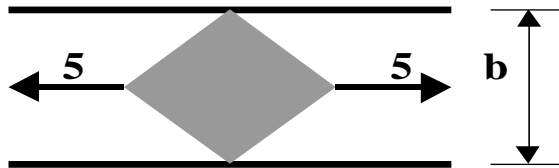


рис. 3.6. (к п. 3.3.7)

3.3.9 Z - безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения:

$$Z = \frac{h}{H} \cdot \exp(1,4 \cdot \frac{h}{H}), \text{ при } H \leq 6\text{ м}, \quad (49)$$

где h - высота рабочей зоны, м;

H - высота помещения, м.

$$h = h_{пл} + 1,7 - 0,5\delta, \quad (50)$$

где $h_{пл}$ - высота площадки (этажерки), по которой находятся люди, под полом помещения, м;

δ - разность высотных отметок пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

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

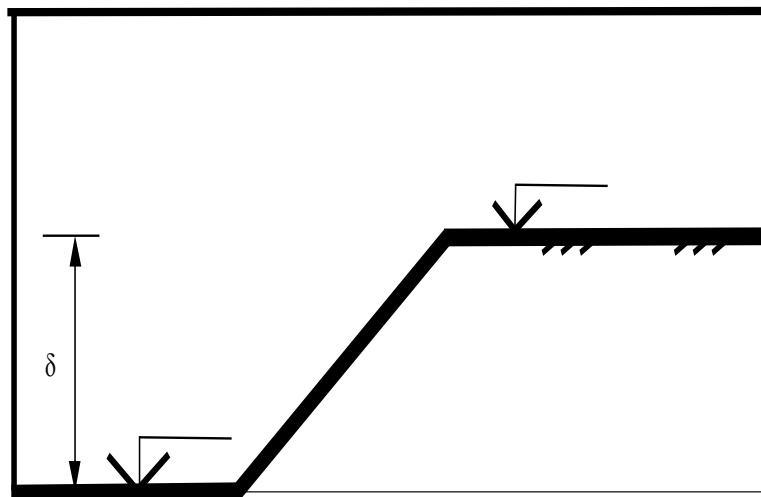
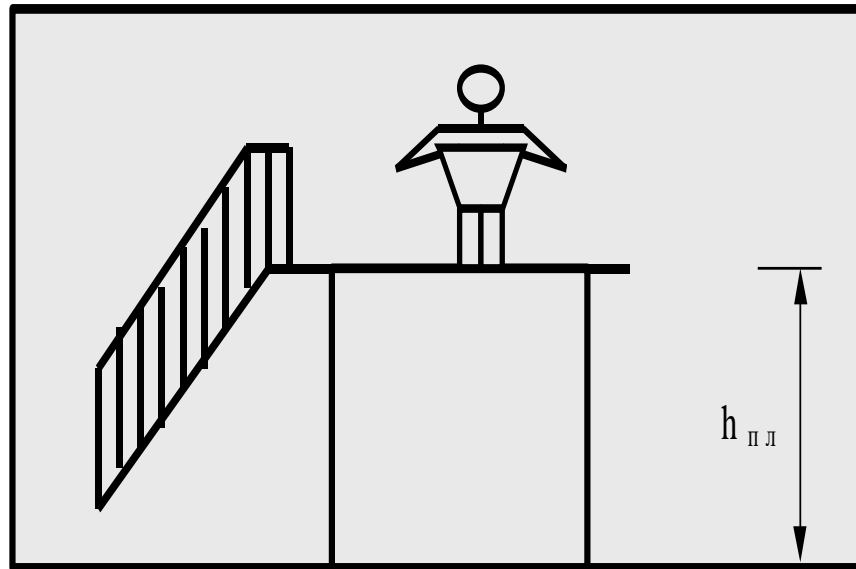


рис. 3.7. (к п. 3.3.9)

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 портера зрительного зала следует значение h находить, ориентируясь на наиболее высоко расположенные ряды кресел.

3.3.10 α - коэффициент отражения предметов на путях эвакуации. При отсутствии специальных требований значение α принимается равным 0,3 ($\alpha=0,3$).

3.3.11 E - начальная освещенность, лк. При отсутствии специальных требований значения E принимается равным 50 ($E = 50$ лк).

3.3.12 $t_{пр}$ - предельная видимость в дыму, м. При отсутствии специальных требований значения $t_{пр}$ принимается равным 20 м ($t_{пр}=20$ м).

3.3.13 D_m - дымообразующая способность горящего материала, $H_n \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$.

Таблица 3.6

Коэффициент дымообразования

Материал	Коэффициент дымообразования
Пиломатериалы лиственных пород + три слоя лака ПФ - 283	53
Пиломатериалы хвойных пород + два слоя олифы глифталевой	61
Фанера клееная + шпон строганный	69
Древесина	23
Картон марки "Г"	35
Волокнистая плита из скопа Жичевской бумажной фабрики	54
Древесное волокно	104
Линолеум ПВХ	270
Линолеум на тканевой основе	469
Полиэфирный стеклопластик "Синплекс"	520
Полиэфирный стеклопластик волокнистый листовой	475
Стеклопластик	340
Стеклотекстолит	92

продолжение табл. 3.6

Материал	Коэффициент дымообразования
Пенополистирол ПС-1	1048
Картон гаффрированный	1
Пенополистирол ПС-1 + 3% декаброма и фенилоксида	1219
ДСП	90
ДВП	130
Фанера	140
Резина	850
Мипора	400
Пенопласт марки ППУ - 316м	757
Лен разрыхленный	3.37
Атлас декоративный	32
Ткань вискозная	63
Ткань мебельная полушерстяная	116

3.3.14 L - удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала, $kg \cdot kg^{-1}$.

Таблица 3.7

Удельный выход токсичных газов

Материал	Наиболее токсичный продукт	Максимальный выход кг/кг
Ацетохлориновая ткань	HCl	0,38*
Винилпласт	HCl CO	0,037 0,015
Волокно ПВХ	HCl CO	0,03 0,05
Декаритивно-отделочная пленка	HCl CO	0,017 0,15
Хлопок	CO CO ₂	0,0052 0,57
Капрон (волокно)	HCN HCN	0,004* 0,0495*
Кожа искусственная	HCl CO	0,006 0,036
Нитрон (волокно)	HCN HCN	0,085* 0,128*
Древесина	CO CO ₂	0,024 1,51

Материал	Наиболее токсичный продукт	Максимальный выход кг/кг
Полистирол	CO	0,015
Фенол формальдегид полимеры:		0,0094
- лак БЛС;	CO	0,009
- наволочный СФ-100;	CO	0,0025
резальный СФ-340	CO	
Материал	Наиболее токсичный продукт	Максимальный выход кг/кг
Хлорин (волокно) при соотношении с целлюлозой в %:		
- 65/35	HCl	0,392
- 50/50	HCl	0,291
- 35/65	HCl	0,193
Чехольная ткань для отделки вагонов	HCN	0,0068*

* При термоокислительной деструкции

3.3.15 X - предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении (табл. 3.8), кг·м⁻³:

Таблица 3.8

Предельно допустимое содержание токсичного газа

двуокиси углерода	$X_{CO_2} = 0,11 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$
окси углерода	$X_{CO} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$
хлористый водород	$X_{HCL} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$
цианистого водорода	$X_{HCN} = 0,2 \cdot 10^{-3}$
фосгена	$X_{COCL_2} = 0,2 \cdot 10^{-3}$
окислов азота	$X_{NO_2} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$
сероводорода	$X_{H_2S} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$
сернистого углерода	$X_{SO_2} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$

3.3.16 LO₂ - удельный расход кислорода при горении вещества, кг·кг⁻¹.

Удельный расход кислорода

Материалы, вещества	L _{O2} , кг/кг
Бумага в рулонах	1,03
Древесина в виде мебели, отделки стен и перегородок древесностружечными и древесноволокнистыми плитами, деревянные перекрытия и покрытия с пустотами	1,26
Карболитовые изделия	2,25
Каучук натуральный	3
Корд	1,3
Пакет подвешенных тканей с расстоянием между ними 0,2 м	1,2
Пенополиуретан	1,89
Подвешенные ткани:	
- по вертикали;	1,2
- по горизонтали;	1,2
Полистирол (изделия)	3
Резинотехнические изделия	2,99
Текстолит	1,65
Угары в свободной укладке	1,2
Хлопок в плотной упаковке	1,15
Штапельное волокно в рулонах	1,26
Ацетон	2,22
Бензин	3,47
Бензол	3,07
Дизельное топливо	3,36
Диэтиловый эфир	2,59
Керосин	3,9
Мазут	3,14
Метиловый спирт	1,5
Нефть	3,24
Толуол	3,09
Этиловый спирт	2

3.4. Нормативное определение требуемого времени эвакуации

Пути эвакуации из спортивных залов с трибунами для зрителей и других зрительных залов в зданиях I и II степеней огнестойкости должны обеспечивать эвакуацию из зданий за необходимое время (табл.3.10).

Таблица 3.10

Виды залов	Необходимое время эвакуации, $t_{нбз}$, мин.						
	из зального помещения при его объеме*, тыс.м ³ .						из здания в целом
	до 5	10	20	25	40	60	
Залы с колосниковой сценой	1,5	2	2,5	2,5	-	-	6
Залы без колосниковой сцены	2	3	3,5	3,7	4	4,5	6

Для зданий III- IV степени огнестойкости, приведенные в табл.3.10 данные должны быть уменьшены на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости - на 50 %.

При расположении эвакуационных выходов из зальных помещений (объемом 60 тыс.м.³ и менее) выше отметки пола зала на половину и более высоты помещения необходимое время эвакуации следует уменьшать вдвое (указанного в табл.3.10).

При объеме зального помещения, W , более 60 тыс.м.³. необходимое время эвакуации из него следует определять по формуле

$$t_{нбз} = 0,115 \sqrt[3]{W}, \text{ но не более 6 мин.} \quad (51)$$

Необходимое время эвакуации, рассчитанное по формуле, должно уменьшаться на 35 % при расположении эвакуационных выходов на половине высоты помещения и на 65 % при их расположении на высоте, составляющей 0,8 высоты зального помещения. При промежуточных или меньших значениях необходимое время следует принимать по интерполяции и экстраполяции соответственно.

литература

1. ГОСТ 12.1.004-91 "Пожарная безопасность. Общие требования".
2. ГОСТ 12.1.044-89 Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
3. ГОСТ 12.1.033 «Пожарная безопасность. Термины и определения».
4. СНиП 2.01.02-85* "Противопожарные нормы".
5. СНиП 2.08.02-89* "Общественные здания и сооружения".
6. СНиП 2.09.02-85 "Производственные здания".
7. Рекомендации по применению полимерных материалов в строительстве (Вып. 58) (ЦНИИПО МВД РСФСР) 1967г.
8. Бариев Э.Р., Чеканов В.Л. Пожарная безопасность в строительстве: Учебн. для высш. учебн. заведений, техникумов и проф.-техн. училищ строит. профиля. - Мн.: ООО "ФОИКС", 1996. - 223 с.:ил.
9. Ройтман М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве. 2-е издание, перер. и дополнено - М.: Стройиздат, 1985г. - 590с.
10. Ройтман М.Я. Основы противопожарного нормирования в строительстве. /Под ред. Н.А. Стрельчука. - М: Стройиздат, 1969г. - 478с.
11. Пожарная профилактика в строительстве: Учебник для пожарно-технических училищ. / Б.В. Грушевский, Н.Л. Котов, В.И. Сидорук и др. - М.: Стройиздат, 1989г. - 368с.
12. Баратов, Р.А. Андрианов, А.Я. Корольченко. Пожарная опасность строительных материалов. - М.: Стройиздат 1988г. - 380с.
13. Пожарная профилактика в строительстве: Учебник под ред. Кудаленкина В.Ф. - М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985г. - 452с.
14. Обеспечение пожарной безопасности объектов народного хозяйства. Ч. III: Учебное пособие для пожарно-профилактических работников./В.И. Козлачков, А.С. Гурьев, В.П. Астапов и др. . - Мн.: ООО "ФОИКС", 1998. - 352 с.:ил.
15. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. -М.: Стройиздат, 1987.- 288 с.: ил.