

2.2. Расчет зоны ЧС при пожарах

2.2.1. Расчет зон теплового воздействия и задымления

Зона ЧС при пожарах включает в себя зону горения, теплового воздействия и задымления, опасную вследствие присутствия продуктов полного и неполного сгорания.

1. Зона горения – часть пространства, в котором образуется пламя или огненный шар из продуктов горения.

2. Зона теплового воздействия – часть пространства, примыкающего к зоне горения, в котором происходит воспламенение или изменение состояния материалов и конструкций и поражающее действие на незащищенных людей.

3. Зона задымления – часть пространства, примыкающая к зоне горения и заполненная токсичными дымовыми газами в концентрациях, создающих угрозу жизни и здоровью людей или затрудняющих действия пожарных подразделений.

Температуры в зоне горения:

- внутри зданий $t = 800...900\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- горение газов и ЛВЖ на воздухе $t = 1200...1600\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- горение твердых, веществ $t = 1000...1200\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- горение напалма $t = 1200...1500\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- горение термита, электрона $t = 2000...3000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Размеры зоны теплового воздействия рассчитывают по соотношению, определяющему безопасное расстояние при заданном уровне интенсивного теплового излучения для человека, объекта, материала и т.д.

$$R_{\text{без}} = R_1 \sqrt{\frac{\varphi Q_o}{I_*}}, \text{ м} \quad (2.21)$$

$$R_{\text{без}} = \sqrt{\frac{\alpha M Q_V}{2\pi I_* t_{\text{св}}}}, \text{ м} \quad (2.22)$$

где φ – коэффициент, характеризующий геометрию очага горения;

$\varphi = 0,02$ – если источник излучения (горения) плоский (разлив на поверхности земли или воды нефти, бензина, ЛВЖ и др.);

$\varphi = 0,08$ – если источник излучения объемный (горящее здание, резервуар);

Q_o – удельная теплота пожара, $\text{кДж/м}^2 \cdot \text{с}$, т.е. количество тепла, излучаемого с единицы пламени в единицу времени;

Q_v – удельная теплота сгорания, кДж/кг , т.е. количество тепла, выделяемого при сгорании 1 кг горючего вещества;

M – масса горючего вещества, кг;

$t_{св}$ – время горения (свечения огненного шара), с;

α – коэффициент, учитывающий долю энергии, идущей на лучистый теплообмен (для древесины $\alpha = 0,4$, для нефтепродуктов - $\alpha = 0,6$);

I_* – заданная интенсивность теплового излучения, $\text{кДж/м}^2 \cdot \text{с}$ – критерий поражения человека, воспламенения материала или их безопасности (табл. 2.6);

R_* – приведенный размер очага горения (пожара):

- для горящих зданий $R_* = \sqrt{S} = \sqrt{Lh}$ (L – длина стены, h – высота дома);

- для штабелей пиленого леса $R_* = \sqrt{L(3...4)h_{шт}}$ ($h_{шт}$ – высота штабеля);

- при горении нефтепродуктов в резервуарах ЛВЖ $R_* = D_{рез}$; горючие жидкости $R_* = 0,8 D_{рез}$ ($D_{рез}$ – диаметр резервуара);

- при разливе горючей жидкости $R_* = d$, d – диаметр разлива (свободное растекание) $R_* = d = \sqrt{25,5 \cdot V}$, м, где V – объем жидкости, м^3 ;

- при разливе в поддон $R_* = L_{поддона}$.

Пример. Определить безопасные расстояния для человека и близстоящих деревянных зданий от горящего деревянного дома размером 30х20 м. Исходные данные: $Q_o = 260 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{с}$ (дерево); $\varphi = 0,08$; $I_* = 1,26 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{с}$ (человек); $I_* = 14 \text{ кДж/м}^2$ за 10 минут (древесина).

Решение.

1. Безопасное расстояние для человека составит

$$R_{без} = \sqrt{30 \cdot 20} \cdot \sqrt{\frac{0,08 \cdot 260}{1,26}} \cong 100 \text{ м.}$$

2. Расстояние, на котором может произойти воспламенение дома

$$R = \sqrt{30 \cdot 20} \cdot \sqrt{\frac{0,08 \cdot 260}{14}} = 30 \text{ м.}$$

На этом расстоянии воспламенение дома произойдет через 10 мин.

Таблица 2.6

Технологические характеристики веществ и материалов

Вещества, материалы	Скорость выгорания $V_{\text{выг}}$, кг/м ² ·с	Q_v , теплота сгорания, кДж/кг · 10 ³	Q_v , теплота пожара, кДж/м ² ·с
Ацетон	0,047	28,4	1200
Бензол	0,08	30,5	2500
Бензин	0,05	44,0	1780...2200
Керосин	0,05	43,0	1520
Метиловый спирт	0,04	20,9	840
Смесь метана, пропана, бутана	0,65	40,0...50,0	2800
Нефть	0,02	43,7	874
Этиловый спирт	0,03	33,8	8200...10000
Фурфурол	0,04	23,0	1000
Древесина	0,015	19,0	260
Каучук натуральный	0,013	42,0	460
Пиломатериалы	0,017	14,0	150
Полистирол	0,007	42,0	350
Орг. стекло	0,016	15,0	120
Мазут	0,013	40,0	1300

Примечание: $Q_o = Q_v \cdot V_{\text{выг}}$.

Таблица 2.7

**Предельные (критические) значения теплового излучения для человека
и материалов**

Предельное значение I_* , кДж/м ² · с	Время в сек до того, как	
	начинаются болевые ощущения	появляются ожоги (покраснения, пузыри)
30	1	2
22	2	3
18	2,5	4,3
11	5	8,8
10,5	6	10
8	8	13,5
5	16	25
4,2	15...20	40
2,5	40	65
1,5 1,26	длительный период (1...2 ч) безопасный I_*	
17,5	возгорание древесины ($\varphi=15\%$) через $t = 5$ мин	
14	возгорание древесины через $t = 10$ мин	
35	возгорание горючих жидкостей, веществ с $T_c = 300$ С (мазут, торф, масло) через $t = 3$ мин	
41	возгорание ЛВЖ с $T_c > 400$ °С (ацетон, бензол, спирт) через $t = 3$ мин	

Особенности теплового воздействия при горении ГВС

При возгорании облака ГВС образуется огненный шар с радиусом ($R_{\text{огш}}$), с временем свечения ($t_{\text{св}}$) и интенсивностью теплового излучения (I). Для газовой смеси (метан, пропан, бутан, этилен и т.д.) с теплотой сгорания $Q_V = (40...50) \cdot 10$ кДж/кг. Эти параметры определяются по формулам

$$R_{\text{огш}} = 2,25 \sqrt[3]{M}, \text{ м} \quad , \quad (2.23)$$

$$t_{\text{св}} = 2,76 \sqrt[3]{M}, \text{ с}, \quad (2.24)$$

$$I = \frac{133\sqrt[3]{M^2}}{R^2}, \text{ кДж/м}^2\cdot\text{с.} \quad (2.25)$$

Формулы (2.23...2.25) справедливы для средней температуры ГВС $T = 1350^\circ\text{К}$ и сферического огненного шара. Преобразование соотношения (2.25) позволяет определить радиус теплового воздействия огненного шара

$$R = \sqrt{\frac{133M^{2/3}}{I_*}}, \text{ м,} \quad (2.26)$$

где I_* – см. табл. 2.7, M – масса ГВС, кг.

Величина безопасного (противопожарного) разрыва (r)

$$r = \sqrt{\frac{I \cdot F_\phi}{\pi \cdot I_*}}, \text{ м} \quad (2.27)$$

где I – интенсивность теплового излучения, кДж/м²·с;

F_ϕ – площадь факела пламени, м².

Пример. При аварии железнодорожной цистерны выброшено 50 т бутана. Определить зону теплового воздействия при возгорании облака ГВС.

Решение.

1. Определяем время горения облака ГВС

$$t_{гор} = 2,76\sqrt[3]{25000} = 80, \text{ с.}$$

2. Радиус зоны теплового воздействия при $I_* = 4,2 \text{ кДж/м}^2\cdot\text{с}$ (появляются у людей болевые ощущения)

$$R = \sqrt{\frac{133 \cdot 25000^{2/3}}{4,2}} = 160, \text{ м.}$$

При воздействии на человека теплового излучения более 20 с, начинаются болевые ощущения и ожоги.

Расчет зоны задымления при пожаре

Зона задымления является опасной для человека при содержании окиси углерода свыше 0,2 %, углекислого газа – свыше 6 %, кислорода менее 17 %.

При наличии в зоне горения СДЯВ, пластмасс, фанеры могут выделяться токсичные продукты: фенол, формальдегид, хлористый водород, цианистый водород, окислы азота и др. (табл. 2.8).

Таблица 2.8

Токсические вещества, выделяющиеся при задымлении

Выделяющиеся при пожаре токсические вещества	Исходные материалы при пожаре	Смертельно-опасные концентрации через – 5...10 мин		Опасные концентрации через 30 мин	
Окись углерода	Каучук, орг. стекло, винипласт	0,5	6,0	0,2	2,4
Хлористый водород	Винипласт, каучук, пластикат	0,3	4,5	0,1	1,5
Фосген	Фторопласт	0,005	0,25	0,0026	0,1
Окись азота	Нитрон, орг. стекло	0,05	0,005	0,01	0,2
Сероводород	Линолеум	0,08	0,05	0,04	0,6
Сернистый газ	Каучук, сера	0,3	0,08	0,04	1,1

Скорость дымообразования (V_d) равна скорости выгорания (V_v) (см. табл. 2.6) с учетом коэффициента дымообразования (D_m) и показателя токсичности дыма (LC), определяемые по формулам

$$V_d = V_v \cdot D_m \cdot LC_{50}, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с} \quad (2.28)$$

$$\text{где } D_m = \frac{V_n}{l_m} \ln \frac{E_0}{E_{\min}},$$

где V_n – объем пространства горения, м^3 ;

l – длина светового луча в дыму, м;

m – масса сгоревшего материала, кг.

$E_0, E_{\min}$ – освещенность участка горения без задымления и в дыму, лк.

Зона задымления при пожаре имеет форму трапеции (рис. 2.4).

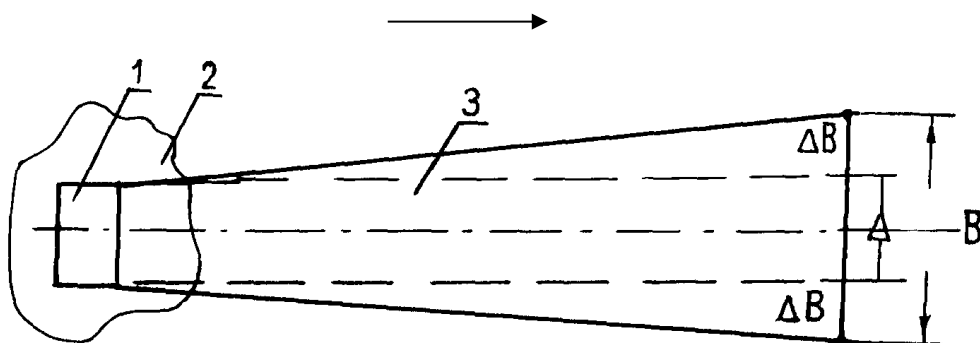


Рис. 2.4. Зоны поражающего воздействия на человека при пожаре
1 – горящее сооружение; 2 – зона теплового воздействия; 3 – зона задымления

Глубину опасной по токсическому действию части зоны задымления определяют по соотношению

$$Г = \frac{34,2}{K_1} \cdot \left[\frac{Q \cdot (a + b)}{K_2 V_{\Pi} D} \right]^{2/3}, \text{ м}, \quad (2.29)$$

где Q – масса токсичных продуктов горения, кг;

D – токсичная доза, мг·мин/л;

V_{Π} – скорость переноса дыма, равная $1,5 \dots 2 V_{\text{в}}$, м/с;

K_1 – коэффициент шероховатости поверхности ($K_1=1$ – открытая поверхность;

$K_1=2$ – степная растительность, сельхозугодия; $K_1=2,5$ – кустарник, отдельные деревья; $K_1=3,3$ – городская застройка, лес);

K_2 – коэффициент степени вертикальной устойчивости атмосферы (инверсия $K_2=1$; изотермия $K_2=1,5$; конвекция $K_2=2$);

Δ – ширина зоны горения, м;

B – ширина зоны задымления, м;

$\Delta B = 0,1Г$ – при устойчивом ветре (отклонение менее $\pm 6^\circ$);

$\Delta B = 0,4Г$ – при неустойчивом ветре (отклонение более $\pm 6^\circ$).

Коэффициенты « a » и « b » – доли массы токсических продуктов в первичном и вторичном облаке и значения токсодоз (пороговых и смертельных) показаны в табл. 2.9. При пожаре значения коэффициентов « a » и « b » для всех СДЯВ принимают значения: $a = 1$, $b = 0$.

Значения токсических доз и коэффициентов «а» и «b»

СДЯВ	Токсическая доза, мг·мин/л		Коэффициенты	
	смертельная $D_{см}$	пороговая $D_{п}$	a	b
Аммиак	60	18	0,2	0,15
Двуокись хлора	0,6	0,06	0,07	0,15
Окись углерода	60	25	1,0	
Окислы азота	3	1,5	0	0,03
Сернистый ангидрид	70	1,8	0,2	0,15
Синильная кислота	2	0,2	0	0,03
Фосген	6	6,2	0,07	0,15
Фурфурол	22,5	1,5	0	0,03
Фенол	22,5	1,5	0	0,03
Формалин	22,5	1,5	0	0,03
Хлор	6,0	0,6	0,2	0,15
Формальдегид	22,5	1,5	0	0,03

Пример. Определить зону токсического задымления, если при пожаре вскрылась цистерна с хлором, и испарилось в атмосферу 300 кг хлора. Местность закрытая (город), состояние атмосферы – инверсия, скорость ветра равна 1 м/с, ветер устойчивый.

Решение.

1. Выбираем значения показателей, входящих в формулу (2.29):

$D_{п} = 0,6$ мг·мин/л; $D_{см} = 6$ мг·мин/л; $a = 1$; $K_1 = 3,3$; $K_2 = 1$; $V_{п} = 1,5$ м/с.

2. Определяем глубину токсического задымления

$$G_{пор} = \frac{34,2}{3,3} \cdot \left[\frac{(1+0) \cdot 300}{1 \cdot 1,5 \cdot 0,6} \right]^{2/3} \cong 487, \text{ м};$$

$$G_{см} = \frac{34,2}{3,3} \cdot \left[\frac{(1+0) \cdot 300}{1 \cdot 1,5 \cdot 6} \right]^{2/3} \cong 110, \text{ м}$$

2.2.2. Расчет зоны ЧС при пожарах в населенных пунктах

Под пожарной обстановкой понимается совокупность условий, которые

складываются в результате возникновения пожаров в населенных пунктах, лесах, на объектах экономики.

1. Пожарная обстановка в населенных пунктах определяется исходя из характера застройки, огнестойкости зданий и категории пожарной опасности объектов.

Исходные данные для оценки обстановки:

R – расстояние между зданиями, м;

L – длина фронта пожара, м;

φ – влажность воздуха, %;

– тип защитных сооружений (встроенные, отдельно стоящие, негерметичные);

V_v – скорость ветра, м/с.

а) Устанавливаем степень огнестойкости зданий и сооружений объекта, исходя из типа материала и времени развития пожара ($t_{\text{разв.}}$).

I степень огнестойкости ($t_{\text{разв.}}$ до 2 ч) – основные сооружения из негорючих материалов повышенной сопротивляемости;

II степень огнестойкости ($t_{\text{разв.}} = 2$ ч) – основные элементы сооружений – негорючие материалы;

III степень огнестойкости ($t_{\text{разв.}} < 1,5$ ч) – сооружения каменные с деревянными оштукатуренными переборками;

IV степень огнестойкости ($t_{\text{разв.}} < 1$ ч) – оштукатуренные деревянные здания;

V степень огнестойкости – деревянные здания и сооружения.

Кроме того, следует учитывать, что в зданиях I и II степени огнестойкости пожар возникает от повреждения газовых и электрических сетей при взрывах от $\Delta P_{\text{ф}} = 30...40$ кПа; IV и V степени – от $\Delta P_{\text{ф}} = 20$ кПа.

б) Устанавливаем категорию пожарной опасности (КПО) объекта исходя из характера технологического процесса и типа промышленного производства. Категории объектов по пожарной опасности:

A – нефтеперерабатывающие заводы, химические производства, склады

бензина, растворителей, красок;

Б – производства приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, цеха СТК, воздушные коммуникации;

В – деревообрабатывающие производства, склады леса, масел, текстильные производства, стапеля с деревянными лесами;

Г – металлургические производства, котельные, литейные, транспортные цеха;

Д – предприятия по холодной обработке металлов, трубомедницкие, корпусные, механосборочные цеха.

На объектах категории А и Б пожары возникают при разрушении систем жизнеобеспечения от $\Delta p_{\Phi} = 10 \dots 43$ кПа.

2. Определяем плотность застройки объекта, населенного пункта по формуле

$$П = \frac{S_{зд}}{S_p} 100\%, \quad (2.30)$$

где $S_{зд}$ – площадь зданий, км²;

S_p – площадь района, км².

3. Определяем вероятность возникновения и распространения пожара (рис. 2.5) $P = f(R, П)$

Можно определить вероятность распространения пожара в зависимости от расстояния между зданиями (R) (табл. 2.10).

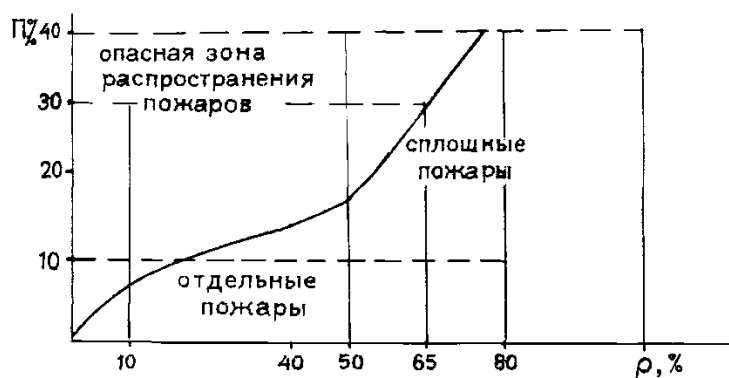


Рис. 2.5. Зависимость вероятности возникновения и распространения
пожара от плотности застройки

Таблица 2.10

R, м	10	20	30	50
P, %	65	27	23	3

4. Определяем продолжительность (T_{II}) и скорость распространения
пожара. Продолжительность пожара равна

$$T_{II} = \frac{M}{S_{об} \cdot V_{выг}}, \text{ ч}, \quad (2.31)$$

где M – масса горючего вещества, кг;

$S_{об}$ – площадь объекта (пожара), m^2 ;

$V_{выг}$ – скорость выгорания, $kg/m^2 \cdot c$.

Для средних топографических и климатических условий определение
скорости пожара производится по графику (рис. 2.6).

Скорость распространения пожара в населенных пунктах с деревянной
застройкой составляет 150...300 м/ч при $V_{в} = 3...4$ м/с, время развития пожара
– 0,5 ч. В населенных пунктах с каменными зданиями (при этой же скорости
ветра) $V_{II} = 60...120$ м/ч.



Рис. 2.6. Зависимость скорости распространения пожара
от скорости ветра и влажности воздуха

I – пожар распространяется очень быстро, требуется срочная эвакуация;
 II – пожар распространяется быстро, необходимы эвакуация или проведение мероприятий по локализации пожара; III – пожар распространяется медленно

5. Определение проходимости улиц для эвакуации и тушения пожара (Π_p):

$$\Pi_p = f(\text{Ст. О, } t_{\text{гор.}}).$$

Таблица 2.11

Проходимость улиц в населенном пункте

Степень огнестойкости, Ст. О	Общая продолжительность пожара		Время наступления максимальной скорости горения, ч	Безопасные расстояния от горящих зданий, м
	Зона слабых разрушений	Зона сильных разрушений		
I, II	2...3	1...2	0,1...0,5	50...20
III	5...6	7...8	0,2...1,2	50...20
IV, V	2...3	8...10	0,3...1,5	50...20

6. Определение характера воздействия пожара на людей, находящихся в защитных сооружениях. Люди в зоне пожара подвергаются воздействию высокой температуры (ВТ) и вредных примесей газовой среды (дым, окись углерода), в результате чего получают легкое, среднее или тяжелое отравление (ЛО, СО, ТО). Характер воздействия газовой среды на человека отражен в табл. 2.12.

Таблица 2.12

Вид пожара	Тип убежища	Характер воздействия за время, ч				
		0,25	0,5	1,0	3,0	6,0
Сплошной пожар на ОЭХ, в населенном пункте	с нарушением герметизации	-	-	ЛО, ВТ	СО, ВТ	ТО, ВТ
	встроенные	-	-	-	ЛО, ВТ	СО, ВТ
	отдельностоящие	-	-		ЛО	СО

7. Потребность в силах и средствах пожаротушения рассчитываются по формуле

$$N_{отд} = \frac{L_{фр}}{50}, \quad (2.32)$$

где $N_{отд}$ – число отделений пожаротушения;

$L_{фр}$ – длина фронта пожара

50 - длина фронта пожара на одно отделение

2.2.3. Расчет зоны ЧС при лесных пожарах

Пожарная обстановка в лесах зависит от времени года, погодных и топографических условий. Различают почвенные, низовые и верховые виды пожаров. Наиболее пожароопасный период – лето (5...7 дней в году), когда влажность уменьшается до 35...40 %. Как правило, пожары возникают в утреннее и дневное время (10...17 ч).

Исходные данные для оценки обстановки

а) географическая карта района пожара;

б) η – значение лесопожарного коэффициента (величина постоянная для каждого региона на месяц). Для большинства государств СНГ в июне, июле и августе $\eta = 0,65$; в Юго-Западном и Центрально-Черноземном районах $\eta = 0,7$;

в) $t_{разв}$ – время развития пожара, т.е. время прибытия средств пожаротушения на место пожара, ч;

г) V_{ϵ} – скорость ветра, м/с;

д) φ – относительная влажность, %;

е) Z – запас горючих материалов, т/га;

ж) ω – влажность материала, %;

з) α – крутизна склонов, град.

1. Определяем площадь (S_0 и параметр) пожара по номограмме (рис.

2.7). Входные показатели – $t_{разв}$, η .

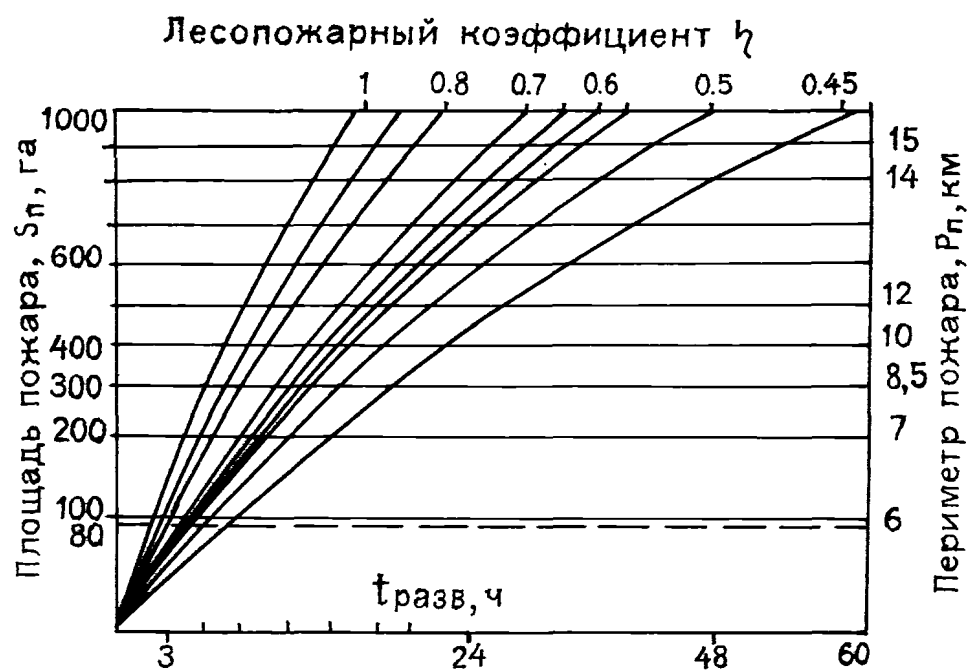


Рис. 2.7. Номограмма прогнозирования лесного пожара ($S < 1000$ га)

2. Определяем скорость распространения пожара в зависимости от влажности воздуха (φ) и скорости ветра (V_v) (рис. 2.8) при средних погодных и топографических условиях.

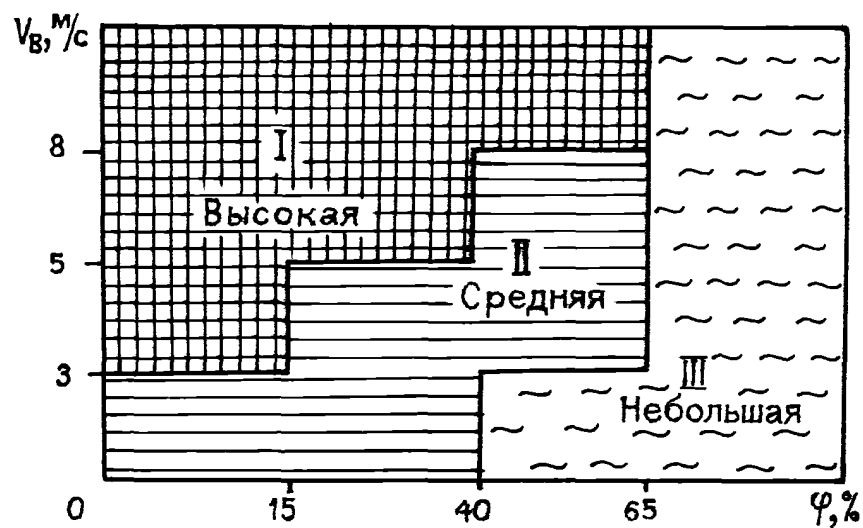


Рис. 2.8. Скорость распространения лесного пожара летом

При высокой скорости распространения пожара (6...7 км/ч) (I обл.) возникают низовые и верховые пожары. Высота пламени – до 50 м.

При средней скорости (II обл., $V_v < 200$ м/ч) пожар может быть остановлен при встрече с препятствием.

Скорость распространения пожара в лесу можно рассчитать аналитически. Скорости распространения фронтальной ($V_{фр}$), тыловой (V_T) и фланговой ($V_{фл}$) кромок пожара определяют по формулам

$$V_{фр} = (V_0 + \beta V_с) \cdot \left(1 + \frac{V_с}{\sqrt{V_с^2 + c^2}} \right)^2, \text{ м/мин}; \quad (2.33)$$

$$V_T = (V_0 + \beta V_с) \cdot \left(1 - \frac{V_с}{\sqrt{V_с^2 + c^2}} \right)^2, \text{ м/мин}; \quad (2.34)$$

$$V_{фл} = (V_0 + \beta V_с), \text{ м/мин}, \quad (2.35)$$

где V_0 – скорость пожара в безветрие ($V_0 = 0,4 \dots 0,6$ м/мин при влажности материала до 30 %, $V_0 = 0,2 \dots 0,4$ м/мин при влажности более 30 %);

β , c – коэффициенты, значения которых приведены в табл. 2.13.

Таблица 2.13

Значения коэффициентов β и c в зависимости от типа горючего материала и его влажности

№ п/п	Горючий материал	Коэффицие нты	Влажность материала, %		
			<	30...50	>
1	Трава, хвоя, листья	β	0,45	0,27	0,16
		c	3,5	3,3	3,0
2	Мох зеленый	β	0,2	0,1	0,01
		c	2,4	2,2	1,8

Основными мероприятиями по уменьшению или предотвращению возникновения пожаров являются:

- строительство зданий 1 степени огнестойкости;
- наличие источников воды, средств пожаротушения и пожарной сигнализации;
- отсутствие вблизи воды, средств пожаротушения и пожарной сигнализации;

- обучение населения и персонала предприятий главным правилам пожарной безопасности, а именно: умению пользоваться пожарным инвентарем и средствами связи, знаниям правил поведения при пожаре.

Пример. При сильном урагане возник мощный очаг пожара в населенном пункте ($S_{об} = 4000 \text{ м}^2$, масса горючего вещества 1000 т), прилегающем к деревообрабатывающему заводу. Состав зданий: населенный пункт (кирпично-деревянный); завод (цеха деревообработки, готовой продукции, инструментальный). На территории есть запасы фенола (500 кг), лак (300 кг), растворители (1000 кг). Расстояние между зданиями 10...15 м, $S_{застр} = 20 \text{ км}^2$, $S_{район} = 66 \text{ км}^2$. Рядом с заводом расположен лесной массив площадью $S = 900 \text{ га}$, подстилающая поверхность – мох зеленый, лесопожарный коэффициент $\eta = 0,65$, влажность материалов 30...50 %, $\phi = 68$ %, готовность лесопожарных средств $t_{разв} = 1 \text{ ч}$, $V_v = 5...6 \text{ м/с}$. Защитные сооружения встроенные, негерметичные. Оценить пожарную обстановку.

Решение.

1. Определяем площадь (S) и периметр (P_n) возможного пожара в лесном массиве (номограмма рис. 2.7).

$$S = 80 \text{ га}, P_n = 6 \text{ км}.$$

2. Определяем степень огнестойкости зданий (Ст. О) и категорию пожароопасности (КПО):

а) заводские цеха (из негорючих материалов) – II Ст. О, КПО – «Д»;

б) цеха, поселок (деревянные конструкции) – V Ст. О, КПО «В»;

в) кирпичные жилые дома – III Ст. О, КПО «Г». При $\Delta P = 30 \text{ кПа}$ в поселке возможен пожар от разрушения газовых коммуникаций.

3. Определяем плотность застройки поселка

$$\Pi = \frac{20}{66} \cdot 100\% \approx 30\%.$$

4. Вероятность распространения пожара

$$P = f(\Pi) = 65\% \text{ (см. рис. 2.5).}$$

5. Определяем возможную продолжительность пожара в населенном

пункте

$$T_n = \frac{1000000}{3600 \cdot 4000 \cdot 0,015} \cong 4,5 \text{ ч.}$$

6. Определяем скорость распространения пожара в населенном пункте и лесу в средних метеоусловиях. В населенном пункте $V = 6$ м/мин (небольшая), в лесу – $V = 3$ м/мин (небольшая) (см. рис. 2.6 и 2.8).

По формулам 2.33 – 2.35 уточняем скорость кромки фронта, тыла и фланга пожара

$$V_{\text{фр}} = (0,4 + 0,1 \cdot 5) \cdot \left(1 + \frac{5}{\sqrt{5^2 + 2,2^2}} \right)^2 = 1,8 \text{ м/мин};$$

$$V_T = (0,4 + 0,1 \cdot 5) \cdot \left(1 - \frac{5}{\sqrt{5^2 + 2,2^2}} \right)^2 = 0,005 \text{ м/мин};$$

$$V_{\text{фл}} = (0,4 + 0,1 \cdot 5) \text{ м/мин.}$$

7. Определяем проходимость улиц (см. табл. 2.11).

При Ст. О III – V, время развития пожара $t_{\text{разв}} = 1,2$ ч, $R_{\text{без}}$ проезда составит 20...50 м. В лесу проехать можно.

8. Определяем воздействие пожара на людей (см. табл. 2.12).

Люди в ЗСГО негерметичного типа за 3 ч развития пожара получают средние отравления, тепловое воздействие.

9. Глубина распространения токсического дыма в случае разрушения резервуара с фенолом

$$G_{\text{смерт}} = \frac{34,2}{3,3} \cdot \left[\frac{(1+0) \cdot 500}{1 \cdot 7,5 \cdot 22,5} \right]^{\frac{2}{3}} \cong 22...25 \text{ м};$$

$$G_{\text{нор}} = \frac{34,2}{3,3} \cdot \left[\frac{(1+0) \cdot 500}{1 \cdot 7,5 \cdot 1,5} \right]^{\frac{2}{3}} \cong 130...140 \text{ м.}$$

Выводы.

1. Пожары в населенном пункте вызовут временную потерю трудоспособности людей.

2. Скорость распространения пожара в лесу и населенном пункте небольшая.

3. Для предотвращения пожара необходима его локализация в течение 1 ч, особенно источника токсического воздействия паров фенола.

Таблица 2.14

Варианты для расчета зоны ЧС при пожаре

№ п/п	Место пожара	Горючее вещество	Масса горючего вещества, т	Площадь зоны пожара, $S_{\text{п}}$, м ²	Расстояния до объекта, R, м
Горение твердых материалов					
1	Склад	древесина	1000	3000	100
2	Пиломатериалы	древесина	500	1500	200
3	Дом (30x10)	древесина	-	-	100
4	Пиломатериалы	древесина	1500	2500	150
Горение горючих жидкостей					
5	Ж/д станция	ацетон	30	700	300
6	Ж/д станция	бензол	20	1000	100
7	Ж/д станция	этиловый спирт	20	800	500
8	Ж/д станция	бензин	60	1000	400
9	Ж/д станция	нефть	50	1500	50
10	Ж/д станция	метиловый спирт	40	1200	40
Горение ГВС					
11	Ж/д станция	бутан	20,0	огн. шар	500
12	Ж/д станция	пропан	30,0	огн. шар	400

13	Ж/д станция	ацетилен	20,0	огн. шар	100
14	Ж/д станция	бензол	15,0	огн. шар	50
15	Ж/д станция	бензин	60,0	огн. шар	200
16	Ж/д станция	фенол	5,0	огн. шар	50
17	Ж/д станция	ацетилен	60,0	огн. шар	70
18	Ж/д станция	пропан	40,0	огн. шар	100
19	Ж/д станция	аммиак	3,0	огн. шар	50
20	Ж/д станция	бензол	20,0	огн. шар	150