



Тема 10.3: «Критерии оценки воздействия поражающих факторов на людей»

Учебные вопросы

1. Методика построения полей опасных факторов пожара
2. Методика оценки воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев



Литература

Основная

1. Хорошилов О.А., Пелех М.Т., Бушнев Г.В., Иванов А.В. Пожарная безопасность технологических процессов: Учебное пособие/ под общей редакцией В.С. Артамонова – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2012. - 300 с.

Дополнительная

1. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. – М.: ВНИИПО, 2010. – 125 с.

Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 года №123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
2. Приказ МЧС России от 10 июля 2009 года № 404.Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.



Вопрос 1. Методика построения полей опасных факторов пожара

При построении полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития учитываются:

- тепловое излучение при факельном горении, пожарах проливов горючих веществ на поверхность и огненных шарах;
- избыточное давление и импульс волны давления при сгорании газопаровоздушной смеси в открытом пространстве;
- избыточное давление и импульс волны давления при разрыве сосуда (резервуара) в результате воздействия на него очага пожара;
- избыточное давление при сгорании газопаровоздушной смеси в помещении;
- концентрация токсичных компонентов продуктов горения в помещении;
- снижение концентрации кислорода в воздухе помещения;
- задымление атмосферы помещения;
- среднеобъемная температура в помещении;
- осколки, образующиеся при взрывном разрушении элементов технологического оборудования;
- расширяющиеся продукты сгорания при реализации пожара-вспышки.



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Оценка величин указанных факторов проводится на основе анализа физических явлений, протекающих при пожароопасных ситуациях, пожарах, взрывах. При этом рассматриваются следующие процессы, возникающие при реализации пожароопасных ситуаций и пожаров или являющиеся их последствиями:

- истечение жидкости из отверстия;
- истечение газа из отверстия;
- двухфазное истечение из отверстия;
- растекание жидкости при разрушении оборудования;
- выброс газа при разрушении оборудования;
- формирование зон загазованности;
- сгорание газопаровоздушной смеси в открытом пространстве;
- разрушение сосуда с перегретой легковоспламеняющейся жидкостью, горючей жидкостью или сжиженным горючим газом;
- тепловое излучение от пожара пролива или огненного шара;
- реализация пожара-вспышки;
- образование и разлет осколков при разрушении элементов технологического оборудования;
- испарение жидкости из пролива;
- образование газопаровоздушного облака (газы и пары тяжелее воздуха);
- сгорание газопаровоздушной смеси в технологическом оборудовании или помещении;
- пожар в помещении;
- факельное горение струи жидкости и/или газа;
- тепловое излучение горящего оборудования;
- вскипание и выброс горячей жидкости при пожаре в резервуаре.
- Также при необходимости рассматриваются иные процессы, которые могут иметь место при возникновении пожароопасных ситуаций и пожаров.



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Основными структурными элементами алгоритма расчетов являются:

- определение ожидаемого режима сгорания облака;
- расчет максимального избыточного давления и импульса фазы сжатия воздушных волн давления для различных режимов;
- определение дополнительных характеристик взрывной нагрузки;
- оценка поражающего воздействия.



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Исходными данными для расчета параметров волн давления при сгорании облака являются:

- вид горючего вещества, содержащегося в облаке;
- концентрация горючего вещества в смеси C_2 ;
- стехиометрическая концентрация горючего вещества с воздухом $C_{ст}$;
- масса горючего вещества, содержащегося в облаке M_T , с концентрацией между нижним и верхним концентрационным пределом распространения пламени. Допускается величину M_T принимать равной массе горючего вещества, содержащегося в облаке, с учетом коэффициента Z участия горючего вещества во взрыве. При отсутствии данных коэффициент Z может быть принят равным 0,1;
- удельная теплота сгорания горючего вещества $E_{уд}$;
- скорость звука в воздухе C_0 (обычно принимается равной 340 м/с);
- информация о степени загроможденности окружающего пространства;
- эффективный энергозапас горючей смеси E , который определяется по формуле:

$$E = \begin{cases} M_T \cdot E_{уд}, C_T \leq C_{ст} \\ M_T \cdot E_{уд} \cdot \frac{C_{ст}}{C_T}, C_T > C_{ст} \end{cases}$$



Классификация горючих веществ по степени чувствительности

Вещества, способные к образованию горючих смесей с воздухом, по степени своей чувствительности к возбуждению взрывных процессов разделены на четыре класса:

класс 1 - особо чувствительные вещества (размер детонационной ячейки менее 2 см);

класс 2 - чувствительные вещества (размер детонационной ячейки лежит в пределах от 2 до 10 см);

класс 3 - средне чувствительные вещества (размер детонационной ячейки лежит в пределах от 10 до 40 см);

класс 4 - слабо чувствительные вещества (размер детонационной ячейки больше 40 см).



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Таблица 1

Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Ацетилен	Акрилонитрил	Ацетальдегид	Бензол
Винилацетилен	Акролеин	Ацетон	Декан
Водород	Бутан	Бензин	Дихлорбензол
Гидразин	Бутилен	Винилацетат	Додекан
Изопропилнитрат	Бутадиен	Винилхлорид	Метан
Метилацетилен	1,3-Пентадиен	Гексан	Метилбензол
Нитрометан	Пропан	Изооктан	Метилмеркаптан
Окись пропилена	Пропилен	Метиламин	Метилхлорид
Окись этилена	Сероуглерод	Метилацетат	Окись углерода
Этилнитрат	Этан	Метилбутилкетон	Этиленбензол
	Этилен	Метилпропилкетон	
	Эфиры: диметилвый дивиниловый метилбутиловый	Метилэтилкетон	
	Широкая фракция легких углеводородов	Октан	
		Пиридин	
		Сероводород	
		Спирты: этиловый пропиловый Метиловый амиловый изобутиловый изопропиловый	
		Циклогексан	
		Этилформиат	
		Этилхлорид	



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Классы горючих веществ	бета	Классы горючих веществ	бета
Класс 1.		Класс 3.	
Ацетилен	1,1	Кумол	0,84
Метилацетилен	1,05	Метиламин	0,7
Винилацетилен	1,03	Спирты:	
Окись этилена	0,62	Метиловый	0,45
Водород	2,73	Этиловый	0,61
Гидразин	0,44	Пропиловый	0,69
Изопропилнитрат	0,41	Амиловый	0,79
Нитрометан	0,25	Циклогексан	1
Этилнитрат	0,30	Ацетальдегид	0,56
Класс 2.		Винилацетат	0,51
Этилен	1,07	Бензин	1
Диэтилэфир	0,77	Гексан	1
Дивинилэфир	0,77	Изооктан	1
Окись пропилена	0,7	Пиридин	0,77
Акролеин	0,62	Циклопропан	1
Сероуглерод	0,32	Этиламин	0,8
Бутан	1	Класс 4	
Бутилен	1	Метан	1,14
Бутадиен	1	Трихлорэтан	0,15
1,3-Пентадиен	1	Метилхлорид	0,12
Этан	1	Бензол	1
Диметилэфир	0,66	Декан	1
Диизопропиловый эфир	0,82	Додекан	1
ШФЛУ	1	Метилбензол	1
Пропилен	1	Метилмеркаптан	0,53
Пропан	1	Окись углерода	0,23
Класс 3		Дихлорэтан	0,24
Винилхлорид	0,42	Дихлорбензол	0,42
Сероводород	0,34	Трихлорэтан	0,14
Ацетон	0,65		



Классификация режимов сгорания облака

Для оценки воздействия сгорания облака возможные режимы сгорания разделяются на шесть классов по диапазонам скоростей их распространения следующим образом:

класс 1 - детонация или горение со скоростью фронта пламени 500 м/с и более;

класс 2 - дефлаграция, скорость фронта пламени 300-500 м/с;

класс 3 - дефлаграция, скорость фронта пламени 200 - 300 м/с;

класс 4 - дефлаграция, скорость фронта пламени 150 - 200 м/с;

класс 5 - дефлаграция, скорость фронта пламени определяется по формуле:

$$u = k_1 \cdot M^{1/6}$$

где: k_1 - константа, равная 43;

M - масса горючего вещества, содержащегося в облаке, кг;

класс 6 - дефлаграция, скорость фронта пламени определяется по формуле:

$$u = k_2 \cdot M^{1/6}$$

где: k_2 - константа, равная 26;

M - масса горючего вещества, содержащегося в облаке, кг.



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Параметры воздушных волн давления (избыточное давление и импульс фазы сжатия) в зависимости от расстояния от центра облака рассчитываются исходя из ожидаемого режима сгорания облака.

Класс 1 режима сгорания облака

Рассчитывается соответствующее безразмерное расстояние по формуле:

$$R_x = R / \left(\frac{E}{P_0} \right)^{1/3} \quad (1)$$

R – расстояние от центра облака;

P_0 - атмосферное давление, Па;

E – эффективный энергозапас смеси, Дж.



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Величины безразмерного давления P_x и импульс фазы сжатия I_x определяются по формулам (для газопаровоздушных смесей):

$$\ln P_x = -1,124 - 1,66 \cdot (\ln(R_x)) + 0,26 \cdot (\ln(R_x))^2 \quad (2)$$

$$\ln I_x = -3,4217 - 0,898 \cdot (\ln(R_x)) - 0,0096 \cdot (\ln(R_x))^2 \quad (3)$$

При $R_x > 0,2$. Иначе принимается $P_x = 18$, а в формулу (3) подставляется величина $R_x = 0,14$

Размерные величины избыточного давления и импульса фазы сжатия определяются по формулам:

$$\Delta P = P_x \cdot P_0 \quad (4)$$

$$I^+ = I_x \cdot P_0^{2/3} \cdot E^{1/3} / C_0 \quad (5)$$



Классы 2-6 режима сгорания облака

Рассчитывается безразмерное расстояние от центра облака по формуле (1).
Рассчитываются величины безразмерного давления и импульса фазы сжатия по формулам:

$$P_{x1} = \left(\frac{u^2}{C_0^2} \right) \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right) \cdot \left(\frac{0,83}{R_x} - \frac{0,14}{R_x^2} \right)$$

$$I_{x1} = W \cdot (1 - 0,4 \cdot W) \cdot \left(\frac{0,06}{R_x} + \frac{0,01}{R_x^2} - \frac{0,0025}{R_x^3} \right)$$

$$W = \frac{u}{C_0} \cdot \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma} \right)$$

где: σ - степень расширения продуктов сгорания (для газопаровоздушных смесей допускается принимается равным 7, для пылевоздушных смесей 4);
 u - видимая скорость фронта пламени, м/с.

В случае дефлаграции пылевоздушного облака величина эффективного энергозапаса умножается на коэффициент $(\sigma - 1) / \sigma$



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Формулы (6), (7) справедливы для значений R_x больших величины $R_{кр1} = 0,34$, в случае, если $R_x < R_{кр1}$, в формулы (6), (7) вместо R_x подставляется величина $R_{кр1}$.

Размерные величины избыточного давления и импульса фазы сжатия определяются по формулам (4), (5). При этом в формулы (4), (5) вместо P_x и I_x подставляются величины P_{x1} и I_{x1} .



МЕТОДИКА РАСЧЁТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Интенсивность теплового излучения необходимо рассчитывать для двух случаев пожара:

I. Пожар проливов ЛВЖ, ГЖ или горение твердых горючих материалов (включая горение пыли).

II. "Огненный шар" - крупномасштабное диффузионное горение, реализуемое при разрыве резервуара с горючей жидкостью или газом под давлением с воспламенением содержимого резервуара.

Если возможна реализация обоих случаев, то при оценке значений критерия пожарной опасности учитывается наибольшая из двух величин интенсивности теплового излучения.



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Интенсивность теплового излучения q , кВт/м² при горении твердых горючих материалов и пролитых жидкостей необходимо определять по следующей формуле

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau$$

где E_f - среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м²;
 F_q - угловой коэффициент облученности;
 τ - коэффициент пропускания атмосферы.



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Значение E_f принимается на основе имеющихся экспериментальных данных. Для некоторых жидких углеводородных топлив значения E_f в зависимости от эффективного диаметра очага d (или диаметра пролива) приведены в таблице:

Топливо	E_f , кВт/м ²				
	$d = 10$ м	$d = 20$ м	$d = 30$ м	$d = 40$ м	$d = 50$ м
Сжиженный природный газ (метан)	220	180	150	130	120
Сжиженный углеводородный газ пропан-бутан	80	63	50	43	40



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Топливо	E_f , кВт/м ²				
	$d = 10$ м	$d = 20$ м	$d = 30$ м	$d = 40$ м	$d = 50$ м
Бензин	60	47	35	28	25
Дизельное топливо	40	32	25	21	18
Нефть	25	19	15	12	10

Примечание. Для диаметров очагов менее 10 м или более 50 м следует принимать величину E_f такой же, как для очагов диаметром 10 м и 50 м соответственно.

Если среднеповерхностную плотность теплового излучения пламени определить не представляется возможным, то допускается принимать величину E_f равной:

- для сжиженных углеводородных газов 100 кВт/м²;
- для нефтепродуктов и твердых материалов 40 кВт/м².



При этом эффективный диаметр очага определяется по следующей формуле, м:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}$$

где F - площадь пролива, м².



Угловой коэффициент облученности F_q определяется из следующего выражения:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}$$

где F_V и F_H - факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок .

Для определения величин F_V и F_H необходимо знать высоту пламени и некоторые другие вспомогательные параметры.



Высоту пламени при горении твердых горючих материалов и пролитых жидкостей определяют по формуле, м:

$$H = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{U_m}{\rho_B \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61}$$

где d - эффективный диаметр очага, м;
 U_m - удельная массовая скорость выгорания топлива, кг/(м² с).
Для некоторых жидких углеводородных топлив величина U_m приведена в таблице;
 ρ_B - плотность окружающего воздуха, кг/м³;
 g - ускорение свободного падения ($g = 9,81$ м/с²).



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Удельная массовая скорость выгорания для
некоторых жидких углеводородных топлив.

Вид топлива	Сжиженный природный газ (метан)	Сжиженный углеводородный газ пропан-бутан	Бензин	Дизельное топливо	Нефть
Значение массовой скорости выгорания M , кг/(м ² с)	0,08	0,1	0,06	0,04	0,04



Вспомогательные параметры определяют из следующих выражений:

$$h = \frac{2H}{d} \quad S = \frac{2r}{d} \quad A = \frac{(h^2 + S^2 + 1)}{2 \cdot S} \quad B = \frac{(1 + S^2)}{2 \cdot S}$$

где r - расстояние от геометрического центра пролива или размещения твердых горючих материалов до облучаемого объекта (то есть до отметки 30 м), считая от установки, м.

Зная величины h , S , A и B факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок определяют по формулам:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{S} \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}} \right) + \frac{h}{S} \cdot \left\{ \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(A+1)(S-1)}{(A-1)(S+1)}} \right) \right\} \right]$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{(B-1/S)}{(\sqrt{B^2 - 1})} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(B+1)(S-1)}{(B-1)(S+1)}} \right) - \frac{(A-1/S)}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(A+1)(S-1)}{(A-1)(S+1)}} \right) \right]$$



Коэффициент пропускания атмосферы определяется из следующего выражения:

$$\tau = e^{[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5d)]}$$

Интенсивность теплового излучения q , кВт/м², при реализации пожара типа "огненный шар", так же как и для I случая определяется по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau$$

Однако есть некоторые различия в определении величин E_f , F_q и τ . Среднеповерхностную плотность теплового излучения пламени E_f определяют на основе имеющихся экспериментальных данных.

При отсутствии таковых допускается принимать значение E_f равным 450 кВт/м².



Значение F_q необходимо определять по формуле:

$$F_q = \frac{H / D_S + 0,5}{4 \cdot \left[(H / D_S + 0,5)^2 + (r / D_S)^2 \right]^{1,5}}$$

где D_S - эффективный диаметр огненного шара, определяемый по формуле:

$$D_S = 5,33m^{0,327}$$

где m - масса горючего вещества, кг;

H - высота центра "огненного шара", м. Ее определяют в ходе специальных исследований. При расчетах допускается принимать величину H равной $D_S/2$.

r - расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром "огненного шара", м.



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Вопрос 2. Методика оценки воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Детерминированные и вероятностные критерии оценки поражающего действия волны давления и теплового излучения на людей

На объектах наиболее опасными поражающими факторами пожара являются волна давления и расширяющиеся продукты сгорания при различных режимах сгорания газо-, паро- или пылевоздушного облака, а также тепловое излучение пожаров.

Детерминированные критерии показывают значения параметров опасного фактора пожара, при которых наблюдается тот или иной уровень поражения людей. В случае использования детерминированных критериев условная **вероятность поражения принимается равной 1**, если значение критерия превышает предельно-допустимый уровень, и **равной 0**, если значение критерия не превышает предельно допустимый уровень поражения людей.

Вероятностные критерии показывают, какова условная вероятность поражения людей при заданном значении опасного фактора пожара (используя пробит-функцию).



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Условные вероятности поражения человека $Q_{dj}(a)$ определяются критериями поражения людей опасными факторами пожара, взрыва (например, значениями пробит-функций).

В качестве вероятностного критерия поражения людей и/или зданий и сооружений используется понятие пробит-функции (probit-function). В общем случае пробит-функция Pr описывается выражением

$$Pr = a + b \cdot \ln S, \quad (2.1)$$

где a , b - константы, зависящие от степени поражения и вида объекта;

S - интенсивность воздействующего фактора.

$$Q_{di}(a) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_{-\infty}^{Pr-5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU$$



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



I. Критерии поражения волной давления

Степень поражения	Избыточное давление, кПа
Полное разрушение зданий	100
50 % разрушение зданий	50
Средние повреждения зданий	28
Умеренные повреждения зданий	12
Нижний порог повреждения человека волной давления	5



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Условная вероятность поражения, %	Величина пробит-функции Pr									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09



Для воздействия волны давления на человека, находящегося вне здания, формулы для пробит-функции имеют вид:

$$P_r = 5.0 - 5,74 \cdot \ln S \quad (2.3)$$

$$S = \frac{4,2}{\bar{P}} + \frac{1,3}{\bar{i}} \quad (2.4)$$

$$\bar{P} = \frac{\Delta P}{P_0} \quad (2.5)$$

$$\bar{i} = \frac{I^+}{P_0^{1/2} \cdot m^{1/3}} \quad (2.6)$$

где: m - масса тела человека (допускается принимать равной 70 кг), кг;

ΔP - избыточное давление волны давления, Па;

I^+ - импульс волны давления, ;

P_0 - атмосферное давление, Па.



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Пробит-функции для разрушения зданий имеют вид:
для тяжелых разрушений (а также при оценке условной вероятности поражения человека, находящегося в здании):

$$P_r = 5 - 0,26 \cdot \ln V \quad (2.7)$$

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{I^+} \right)^{9,3} \quad (2.8)$$

для полного разрушения:

$$P_r = 5,0 - 0,22 \cdot \ln V \quad (2.9)$$

$$V = \left(\frac{40000}{\Delta P} \right)^{7,4} + \left(\frac{460}{I^+} \right)^{11,3} \quad (2.10)$$



II. Критерии поражения тепловым излучением

При анализе воздействия теплового излучения следует различать случаи импульсного и длительного воздействия. В первом случае критерием поражения является доза излучения (например, воздействие огненного шара), во втором - критическая интенсивность теплового излучения (например, воздействие пожара пролива).

Степень поражения	Интенсивность излучения, кВт/м ²
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2
Непереносимая боль через 20-30 с Ожог 1 степени через 15-20 с Ожог 2 степени через 30-40 с	7,0
Непереносимая боль через 3-5 с Ожог 1 степени через 6-8 с Ожог 2 степени через 12-16 с	10,5



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Для поражения человека тепловым излучением величина пробит-функции описывается формулой:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3})$$

где: t - эффективное время экспозиции, с;
 q - интенсивность теплового излучения, кВт/м² .

Величина эффективного времени экспозиции t определяется по формулам:
для огненного шара:

$$t = 0,92 \cdot m^{0,303}$$

для пожара пролива:

$$t = t_0 + \frac{x}{u}$$



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



где: m - масса горючего вещества, участвующего в образовании огненного шара, кг;
 t_0 - характерное время, за которое человек обнаруживает пожар и принимает решение о своих дальнейших действиях, с (может быть принято равным 5);
 x - расстояние от места расположения человека до безопасной зоны (зона, где интенсивность теплового излучения меньше 4 кВт/м^2);
 u - средняя скорость движения человека к безопасной зоне, м/с (принимается равной 5 м/с).

Условная вероятность поражения человека, попавшего в зону непосредственного воздействия пламени пожара пролива или факела, принимается равной 1.

Для пожара-вспышки следует принимать, что условная вероятность поражения человека, попавшего в зону воздействия высокотемпературными продуктами сгорания газопаровоздушного облака, равна 1, за пределами этой зоны условная вероятность поражения человека принимается равной 0.



Вычисление величин пожарного риска на объекте

Величина **потенциального пожарного риска** $P(a)$ (год⁻¹) (потенциальный риск) в определенной точке (a) на территории объекта и в селитебной зоне вблизи объекта определяется по формуле

$$P(a) = \sum_{j=1}^J Q_{dj} \cdot Q_j$$

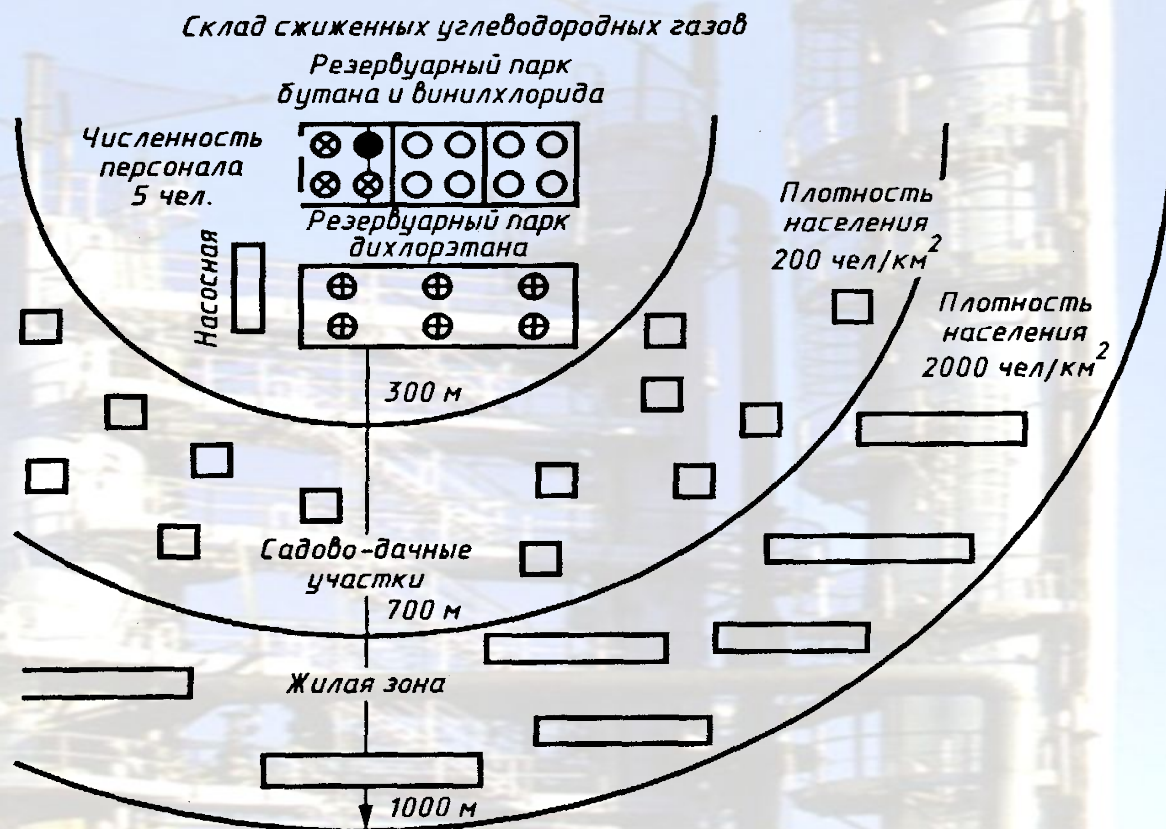
где J – число сценариев развития пожароопасных ситуаций (пожаров, ветвей логического дерева событий);

Q_{dj} – условная вероятность поражения человека в определенной точке территории (a) в результате реализации j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающего определенному инициирующему аварии событию;

Q_j – частота реализации в течение года j -го сценария развития пожароопасных ситуаций, год⁻¹.



Схема территории склада и прилегающей к нему местности



- ⊗ - бутан;
- - винилхлорид;
- ⊕ - дихлорэтан;
- - аварийный резервуар



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Зависимость условной вероятности поражения человека Q_p на различных расстояниях от резервуара

