
**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

Изменения

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН
ПОЖАРНОГО РИСКА НА
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

Москва 2011



**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

П Р И К А З

от 14.12.2010 г.

№ 649

Москва

**О внесении изменений
в приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404**

Внести изменения в приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 17 августа 2009 г., регистрационный № 14541) согласно приложению.

Министр

С.К. Шойгу

Внести в Методику определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, утвержденную приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 17 августа 2009 г., регистрационный № 14541) (далее — Методика), следующие изменения:

1. В абзаце втором пункта 1 Методики слова «, линейной части магистральных трубопроводов» исключить.

2. Абзацы десятый и двадцать третий пункта 16 Методики исключить.

3. Абзац шестой пункта 24 Методики изложить в следующей редакции:

«Условные вероятности поражения человека $Q_{\text{ч}}(a)$ определяются по критериям поражения людей опасными факторами пожара, взрыва.»

4. В абзаце первом пункта 27 Методики слово «здания» заменить словами «здания или пожарного отсека здания (далее — здания)».

5. Пункт 42 Методики изложить в следующей редакции:

«42. Для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, индивидуальный пожарный риск (далее — индивидуальный риск) принимается равным величинам потенциального риска в этой зоне с учетом доли времени присутствия людей в зданиях, сооружениях и строениях вблизи производственного объекта:

для зданий, сооружений и строений класса Ф1 по функциональной пожарной опасности — 1;

для зданий, сооружений и строений классов Ф2, Ф3, Ф4 и Ф5 по функциональной пожарной опасности с круглосуточным режимом работы — 1, при некруглосуточном режиме работы — доля времени присутствия людей в соответствии с организационно-распорядительными документами для этих зданий, сооружений и строений.»

6. Раздел III Методики дополнить подразделом следующего содержания:

«Индивидуальный и социальный пожарный риск для линейной части магистральных трубопроводов

45. Величина потенциального риска $P(r)$ (год⁻¹) в определенной точке на расстоянии r от оси магистрального трубопровода определяется по формуле:

$$P(r) = \sum_{j=1}^{J_0} \sum_{k=1}^{K_0} \lambda_j(m) Q_{jk} \int_{x_{1,jk}}^{x_{2,jk}} Q_{\text{пор}jk}(x, r) dx, \quad (13)$$

где $\lambda_j(m)$ — удельная частота разгерметизации линейной части магистрального трубопровода для j -го типа разгерметизации на участке m магистрального трубопровода, год⁻¹ · м⁻¹;

K_0 — число сценариев развития пожароопасной ситуации или пожара. При этом подлежат рассмотрению для каждого типа разгерметизации следующие сценарии: факельное горение, пожар пролива (для истечения жидкой фазы), пожар-вспышка, сгорание газопаровоздушной смеси в открытом пространстве;

J_0 — число рассматриваемых типов разгерметизации;

Q_{jk} — условная вероятность реализации k -го сценария развития пожароопасной ситуации (пожара) для j -го типа разгерметизации;

$Q_{\text{пор}jk}(x, r)$ — условная вероятность поражения человека в рассматриваемой точке на расстоянии r от оси магистрального трубопровода в результате реализации k -го сценария развития пожароопасной ситуации (пожара), произошедшей на участке магистрального трубопровода с координатой x , расположенной в пределах участка влияния k -го сценария развития пожара для j -го типа разгерметизации;

$x_{1,jk}, x_{2,jk}$ — координаты начала и окончания участка влияния.

Границы участка влияния определяются для k -го сценария развития пожароопасной ситуации (пожара) из условия, что зона поражения опасными факторами пожара (взрыва) при

аварии на магистральном трубопроводе за пределами этого участка не достигает рассматриваемой точки на расстоянии r от оси магистрального трубопровода. Допускается интегрирование проводить по всей длине трубопровода.

Рекомендуемый метод определения удельных частот различных типов разгерметизации магистрального трубопровода приведен в приложении № 6 к настоящей Методике.

Число рассматриваемых сценариев развития пожароопасной ситуации (пожара) при разгерметизации линейной части магистрального трубопровода, условные вероятности Q_{jk} и $Q_{порж}(x, r)$ определяются в зависимости от специфики пожарной опасности магистрального трубопровода и транспортируемого вещества.

46. Индивидуальный риск для работников, обслуживающих линейную часть магистрального трубопровода, определяется в соответствии с пунктами 37 и 40 настоящей Методики.

Для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи линейной части магистрального трубопровода, индивидуальный риск определяется в соответствии с пунктом 42 настоящей Методики.

47. Для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи линейной части магистрального трубопровода, социальный риск S (год^{-1}) определяется по формуле

$$S = \max\{S_1, S_2, \dots, S_p, \dots, S_Q\}, \quad (14)$$

где S_1, S_2, S_p, S_Q — величины социального риска для различных потенциально опасных участков линейной части магистрального трубопровода, (год^{-1}), определяемые в соответствии с пунктами 43 и 44 настоящей Методики;

Q — количество потенциально опасных участков линейной части магистрального трубопровода.

Количество потенциально опасных участков линейной части магистрального трубопровода определяется на основе анализа плана трассы магистрального трубопровода и прилегающей к ней территории. Границы потенциально опасных участков линейной части магистрального трубопровода определяются из условия расположения вблизи них населенных пунктов, зданий, сооружений и строений, не относящихся к магистральному трубопроводу, расположенных на расстоянии не менее значений, регламентированных нормативными документами по пожарной безопасности.»

7. Приложение № 1 к пункту 15 Методики дополнить абзацем следующего содержания:

«При использовании данных, приведенных в настоящем приложении, для какого-либо резервуара, емкости, сосуда, аппарата, технологического трубопровода следует учитывать частоты разгерметизации для всех размеров утечек, указанные для этой единицы технологического оборудования.»

8. В приложении № 3 к пункту 18 Методики:

а) абзацы с двадцать первого по двадцать четвертый пункта 7 изложить в следующей редакции соответственно:

«При проливе на неограниченную поверхность площадь пролива $F_{пр}$ (м^2) жидкости определяется по формуле

$$F_{пр} = f_p V_{ж}, \quad (\text{ПЗ.27})$$

где f_p — коэффициент разлития, м^{-1} (при отсутствии данных допускается принимать равным 5 м^{-1} при проливе на неспланированную грунтовую поверхность, 20 м^{-1} — при проливе на спланированное грунтовое покрытие, 150 м^{-1} — при проливе на бетонное или асфальтовое покрытие);

$V_{ж}$ — объем жидкости, поступившей в окружающее пространство при разгерметизации резервуара, м^3 .»;

б) пункт 10 изложить в следующей редакции:

«10. Радиус $R_{НКПР}$ (м) и высота $Z_{НКПР}$ (м) зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (далее — НКПР), при неподвижной воздушной среде определяется по формулам:

для горючих газов (далее — ГГ):

$$R_{\text{НКПР}} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_r}{\rho_r \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33}; \quad (\text{П3.32})$$

$$Z_{\text{НКПР}} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_r}{\rho_r \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33}; \quad (\text{П3.33})$$

Для паров ЛВЖ:

$$R_{\text{НКПР}} = 7,8 \cdot \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33}; \quad (\text{П3.34})$$

$$Z_{\text{НКПР}} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33}, \quad (\text{П3.35})$$

где m_r — масса ГГ, поступившего в открытое пространство при пожароопасной ситуации, кг;

ρ_r — плотность ГГ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м³;

m_n — масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время испарения, указана в пункте 6 настоящего приложения, кг;

ρ_n — плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре, кг/м³;

$C_{\text{НКПР}}$ — нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров, % об.

За начало отсчета горизонтального размера зоны принимают геометрический центр пролива, а в случае если $R_{\text{НКПР}}$ меньше габаритных размеров пролива, — внешние габаритные размеры пролива.

При необходимости может быть учтено влияние различных метеорологических условий на размеры взрывоопасных зон.»;

в) в абзаце втором пункта 17 последнее предложение изложить в следующей редакции:

«В том случае если полученная величина больше максимальной скорости, соответствующей данному классу, она принимается по формуле (П.3.37).»;

г) пункт 23 изложить в следующей редакции:

«23. Интенсивность теплового излучения q (кВт/м²) для пожара пролива ЛВЖ, ГЖ, сжиженного природного газа (далее — СПГ) или СУГ определяется по формуле

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad (\text{П3.52})$$

где E_f — среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени, кВт/м²;

F_q — угловой коэффициент облученности;

τ — коэффициент пропускания атмосферы.

Значение E_f принимается на основе имеющихся экспериментальных данных или по таблице П3.4.

Т а б л и ц а П 3 . 4 — Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени в зависимости от диаметра очага и удельная массовая скорость выгорания для некоторых жидких углеводородных топлив

Топливо	E_f , кВт/м ² , при d , м					m'_v , кг/(м ² · с)
	10	20	30	40	50	
СПГ	220	180	150	130	120	0,08
СУГ (пропан-бутан)	80	63	50	43	40	0,10
Бензин	60	47	35	28	25	0,06
Дизельное топливо	40	32	25	21	18	0,04

П р и м е ч а н и е — Для диаметров очага менее 10 м или более 50 м следует принимать E_f такой же, как и для очагов диаметром 10 м и 50 м соответственно.

При отсутствии данных для нефти и нефтепродуктов допускается величину E_f (кВт/м²) определять по формуле

$$E_f = 140 \cdot e^{-0,12d} + 20 \cdot (1 - e^{-0,12d}), \quad (\text{ПЗ.53})$$

где d — эффективный диаметр пролива, м.

При отсутствии данных для однокомпонентных жидкостей допускается величину E_f (кВт/м²) определять по формуле

$$E_f = \frac{0,4 \cdot m' \cdot H_{cr}}{\left(1 + 4 \cdot \frac{L}{d}\right)}, \quad (\text{ПЗ.53.1})$$

где m' — удельная массовая скорость выгорания, кг/(м² · с);

H_{cr} — удельная теплота сгорания, кДж/кг;

L — длина пламени, м.

При отсутствии данных для однокомпонентных жидкостей допускается величину m' (кг/(м² · с)) определять по формуле

$$m' = \frac{0,001 \cdot H_{cr}}{L_g + C_p(T_b - T_a)}, \quad (\text{ПЗ.53.2})$$

где L_g — удельная теплота испарения жидкости, кДж/кг;

C_p — удельная теплоемкость жидкости, кДж/(кг · К);

T_b — температура кипения жидкости при атмосферном давлении, К;

T_a — температура окружающей среды, К.

Для многокомпонентных смесей жидкостей допускается определение значений E_f и m' по компонентам, для которых величины E_f и m' максимальны.

Угловой коэффициент облученности F_q определяется по формуле

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}, \quad (\text{ПЗ.54})$$

где F_V, F_H — факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, определяемые для площадок, расположенных в 90° секторе в направлении наклона пламени, по следующим формулам:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{aligned} & -E \cdot \text{arctg} D + E \cdot \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot b \cdot (1 + a \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \text{arctg} \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) + \\ & + \frac{\cos \theta}{C} \cdot \left[\text{arctg} \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \text{arctg} \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \end{aligned} \right\};$$

(ПЗ.55)

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left\{ \begin{aligned} & \left[\text{arctg} \left(\frac{1}{D} \right) + \frac{\sin \theta}{C} \left[\text{arctg} \left(\frac{a \cdot b - F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) + \text{arctg} \left(\frac{F^2 \cdot \sin \theta}{F \cdot C} \right) \right] \right] - \\ & - \left[\frac{a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot (b+1 + a \cdot b \cdot \sin \theta)}{A \cdot B} \right] \cdot \text{arctg} \left(\frac{A \cdot D}{B} \right) \end{aligned} \right\}; \quad (\text{ПЗ.56})$$

$$a = \frac{2 \cdot L}{d}, \quad (\text{ПЗ.57})$$

$$b = \frac{2 \cdot X}{d}; \quad (\text{ПЗ.57.1})$$

$$A = \sqrt{(a^2 + (b+1)^2 - 2 \cdot a \cdot (b+1) \cdot \sin \theta)}; \quad (\text{ПЗ.57.2})$$

$$B = \sqrt{(a^2 + (b-1)^2 - 2 \cdot a \cdot (b-1) \cdot \sin \theta)}; \quad (\text{ПЗ.57.3})$$

$$C = \sqrt{(1 + (b^2 - 1) \cdot \cos^2 \theta)}; \quad (\text{ПЗ.57.4})$$

$$D = \sqrt{\left(\frac{b-1}{b+1}\right)}; \quad (\text{ПЗ.57.5})$$

$$E = \frac{a \cdot \cos \theta}{b - a \cdot \sin \theta}; \quad (\text{ПЗ.57.6})$$

$$F = \sqrt{(b^2 - 1)}, \quad (\text{ПЗ.57.7})$$

где X — расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м;

d — эффективный диаметр пролива, м;

L — длина пламени, м;

θ — угол отклонения пламени от вертикали под действием ветра.

Для площадок, расположенных вне указанного сектора, а также в случаях отсутствия ветра факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок рассчитываются по формулам 3.55—3.57.7 и 3.59.1, принимая $\theta = 0$.

Эффективный диаметр пролива d (м) рассчитывается по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \quad (\text{ПЗ.58})$$

где F — площадь пролива, м².

Длина пламени L (м) определяется по формулам:

при $u_* \geq 1$

$$L = 55 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,67} \cdot u_*^{0,21}, \quad (\text{ПЗ.59})$$

при $u_* < 1$

$$L = 42 \cdot d \cdot \left(\frac{m'}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61}, \quad (\text{ПЗ.59.1})$$

где

$$u_* = \frac{w_0}{\sqrt[3]{\frac{m' \cdot g \cdot d}{\rho_n}}}; \quad (\text{ПЗ.60})$$

m' — удельная массовая скорость выгорания топлива, кг/(м² · с);

ρ_a — плотность окружающего воздуха, кг/м³;

ρ_n — плотность насыщенных паров топлива при температуре кипения, кг/м³;

w_0 — скорость ветра, м/с;

g — ускорение свободного падения (9,81 м/с²).

Угол отклонения пламени от вертикали под действием ветра θ рассчитывается по формуле

$$\cos \theta = \begin{cases} 1, & \text{при } u_* < 1; \\ u_*^{-0,5}, & \text{при } u_* \geq 1. \end{cases} \quad (\text{ПЗ.61})$$

Коэффициент пропускания атмосферы τ для пожара пролива определяется по формуле

$$\tau = \exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot (X - 0,5 \cdot d)] \quad (\text{ПЗ.62});$$

д) пункт 24 изложить в следующей редакции:

«24. Интенсивность теплового излучения q (кВт/м²) для огненного шара определяется по формуле (ПЗ.52).

Величина E_f определяется на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать E_f равной 350 кВт/м².

Значение F_q определяется по формуле

$$F_q = \frac{D_S^2}{4 \cdot (H^2 + r^2)}, \quad (\text{ПЗ.63})$$

где H — высота центра огненного шара, м;

D_S — эффективный диаметр огненного шара, м;

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

Эффективный диаметр огненного шара D_S (м) определяется по формуле

$$D_S = 6,48 \cdot m^{0,325}, \quad (\text{ПЗ.64})$$

где m — масса продукта, поступившего в окружающее пространство, кг.

Величину H допускается принимать равной D_S .

Время существования огненного шара t_S (с) определяется по формуле

$$t_S = 0,852 \cdot m^{0,26}. \quad (\text{ПЗ.65})$$

Коэффициент пропускания атмосферы τ для огненного шара рассчитывается по формуле

$$\tau = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_S}{2})]. \quad (\text{ПЗ.66});$$

е) в пункте 28:

в абзацах первом и пятом слова «жидкой фазы СУГ и СПГ» заменить на слова «жидкой фазы СУГ и СПГ, ЛВЖ и ГЖ под давлением»;

абзац шестой исключить;

ж) пункт 29 изложить в следующей редакции:

«29. При проведении оценки пожарной опасности горящего факела при струйном истечении сжатых горючих газов, паровой и жидкой фаз СУГ, СПГ, ЛВЖ и ГЖ под давлением допускается принимать следующее:

зона непосредственного контакта пламени с окружающими объектами определяется размерами факела;

длина факела L_F не зависит от направления истечения продукта и скорости ветра;

наибольшую опасность представляют горизонтальные факелы, условную вероятность реализации которых следует принимать равной 0,67;

поражение человека в горизонтальном факеле происходит в 30° секторе с радиусом, равным длине факела;

воздействие горизонтального факела на соседнее оборудование, приводящее к его разрушению (каскадному развитию аварии), происходит в 30° секторе, ограниченном радиусом, равным L_F ;

за пределами указанного сектора на расстояниях от L_F до $1,5L_F$ тепловое излучение от горизонтального факела составляет 10 кВт/м²;

тепловое излучение от вертикальных факелов может быть определено по формулам ПЗ.52, ПЗ.54— ПЗ.57.7 и ПЗ.62, принимая L равным L_F , d равным D_F , θ равным 0, а E_f по формулам ПЗ.53—ПЗ.53.2 или таблице ПЗ.4 в зависимости от вида топлива. При отсутствии данных и невозможности рассчитать E_f по представленным формулам допускается эту величину принимать равной 200 кВт/м^2 ;

при истечении жидкой фазы СУГ или СПГ из отверстия с эквивалентным диаметром до 100 мм при мгновенном воспламенении происходит полное сгорание истекающего продукта в факеле без образования пожара пролива;

область возможного воздействия пожара-вспышки при струйном истечении совпадает с областью воздействия факела (30° сектор, ограниченный радиусом, равным L_f);

при мгновенном воспламенении струи газа возможность формирования волн давления допускается не учитывать.».

9. В приложении № 5 к пункту 33 Методики:

а) раздел I изложить в следующей редакции:

«I. Метод определения времени от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара

Время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара определяется путем выбора из полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара минимального времени

$$\tau_{\text{бл}} = \min \left\{ t_{\text{кр}}^T, t_{\text{кр}}^{\text{п.в.}}, t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}, t_{\text{кр}}^{\text{т.г.}} \right\}. \quad (\text{П5.1})$$

Критическая продолжительность пожара по каждому из опасных факторов определяется как время достижения этим фактором критического значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола. Критические значения по каждому из опасных факторов составляют:

по повышенной температуре — $+ 70^\circ\text{C}$;

по тепловому потоку — 1400 Вт/м^2 ;

по потере видимости — 20 м;

по пониженному содержанию кислорода — $0,226 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (CO_2 — $0,11 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, CO — $1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, HCl — $23 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$).

Для описания термогазодинамических параметров пожара могут применяться три вида моделей: интегральные, зонные (зональные) и полевые.

Выбор конкретной модели расчета времени блокирования путей эвакуации следует осуществлять исходя из следующих предпосылок:

интегральный метод:

для зданий, содержащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации;

для помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения и размеры помещения соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз);

для предварительных расчетов с целью выявления наиболее опасного сценария пожара;

зонный (зональный) метод:

для помещений и систем помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз), когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения;

для рабочих зон, расположенных на разных уровнях в пределах одного помещения (площадки обслуживания оборудования, внутренние этажерки и т.д.);

полевой метод:

для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (например, многосветные пространства с системой галерей и примыкающих коридоров);

для помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые галереи и т.д.);

для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара, и т.д.).

При рассмотрении сценариев, связанных со сгоранием газо-, паро- или пылевоздушной смеси в помещении категории А или Б, условная вероятность поражения человека в этом помещении принимается равной 1 при сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси в этом помещении до завершения эвакуации людей и 0 после завершения эвакуации людей.

Для помещения очага пожара, удовлетворяющего критериям применения интегрального метода, критическую продолжительность пожара $t_{кр}(с)$ по условию достижения каждым из опасных факторов пожара предельно допустимых значений в зоне пребывания людей (рабочей зоне) можно оценить по формулам:

по повышенной температуре:

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot Z} \right] \right\}^{1/n}; \quad (П5.2)$$

по потере видимости:

$$t_{кр}^{н.в} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[\left(1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{I_{пр} \cdot B \cdot D_m \cdot Z} \right)^{-1} \right] \right\}^{1/n}; \quad (П5.3)$$

по пониженному содержанию кислорода:

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[\left(1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right)^{-1} \right] \right\}^{1/n}; \quad (П5.4)$$

по каждому из газообразных токсичных продуктов горения:

$$t_{кр}^{T.T} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[\left(1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right)^{-1} \right] \right\}^{1/n}; \quad (П5.5)$$

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q}, \quad (П5.6)$$

где t_0 — начальная температура воздуха в помещении, °С;

B — размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

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

A — размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего вещества и площадь пожара, кг/с^п;

Z — безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения опасного фактора пожара по высоте помещения;

Q — низшая теплота сгорания материала, МДж/кг;

C_p — удельная изобарная теплоемкость воздуха, МДж/кг;

φ — коэффициент теплопотерь;

η — коэффициент полноты горения;

V — свободный объем помещения, м³;

α — коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;
 E — начальное освещение, лк;
 $l_{пр}$ — предельная дальность видимости в дыму, м;
 D_m — дымообразующая способность горящего материала, $Hп \cdot м^2/кг$;
 L — удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг горючего вещества, $кг/кг$;
 X — предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении, $кг/м^3$;
 L_{O_2} — удельный расход кислорода, $кг/кг$.

Свободный объем помещения соответствует разности между геометрическим объемом и объемом оборудования или предметов, находящихся внутри. При отсутствии данных допускается свободный объем принимать равным 80 % геометрического объема помещения.

Если под знаком логарифма получается отрицательное число, то данный опасный фактор пожара может не учитываться.

Параметр Z определяется по формуле

$$Z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \frac{h}{H}\right), \text{ при } H \leq 6 \text{ м}, \quad (\text{П5.7})$$

где h — высота рабочей зоны, м;

H — высота помещения, м.

Высота рабочей зоны определяется по формуле

$$H = h_{нп} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta, \quad (\text{П5.8})$$

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

δ — разность высоты пола, равная нулю при горизонтальном его расположении, м.

Следует иметь в виду, что наибольшей опасности при пожаре подвергаются люди, находящиеся на более высокой отметке. При определении необходимого времени эвакуации следует ориентироваться на наиболее высоко расположенные в помещении участки возможного пребывания людей.

Параметры A и n определяются следующим образом:

для случая горения жидкости с установившейся скоростью

$$A = \psi_F \cdot F, \text{ при } n = 1; \quad (\text{П5.9})$$

для случая горения жидкости с неустановившейся скоростью

$$A = \frac{0,67 \cdot \psi_F \cdot F}{\sqrt{\tau_{ст}}}, \text{ при } n = 1,5; \quad (\text{П5.10})$$

для случая кругового распространения пламени по поверхности горючего вещества или материала

$$A = 1,05 \cdot \psi_F \cdot v^2, \text{ при } n = 3; \quad (\text{П5.11})$$

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

$$A = \psi_F \cdot v \cdot b, \text{ при } n = 2, \quad (\text{П5.12})$$

где ψ_F — удельная массовая скорость выгорания вещества, $кг/(м^2 \cdot с)$;

F — площадь пролива жидкости;

$\tau_{ст}$ — время установления стационарного режима горения жидкости, с;

v — линейная скорость распространения пламени, м/с;

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

Случай факельного горения в помещении может рассматриваться как горение жидкости с установившейся скоростью с параметром A , равным массовому расходу истечения горючего вещества из оборудования, и показателем степени n , равным 1.

При отсутствии специальных требований значения α и E принимаются равными 0,3 и 50 лк соответственно, а $l_{\text{пр}}$ — равным 20 м.

При расположении людей на различных по высоте площадках критическую продолжительность пожара следует определять для каждой площадки.»;

б) абзац второй раздела II изложить в следующей редакции:

«При расчете весь путь движения людского потока подразделяют на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной l_i и шириной δ_i . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т.п. При определении расчетного времени эвакуации учитывается пропускная способность всех имеющихся в помещениях, на этажах и в здании эвакуационных выходов.».

10. Дополнить Методику приложением № 6 следующего содержания:

«Приложение № 6
к пункту 45 Методики

Рекомендуемый метод определения удельных частот различных типов разгерметизации магистрального трубопровода

Удельная частота разгерметизации линейной части магистрального трубопровода определяется следующим образом:

а) на основе статистических данных определяется базовая частота разгерметизации $\lambda_{\text{ср}}$. При отсутствии данных для вновь проектируемых магистральных трубопроводов допускается $\lambda_{\text{ср}}$ принимать равной:

1,4 · 10⁻⁷ год⁻¹ · м⁻¹ для магистральных газопроводов;

2,7 · 10⁻⁷ год⁻¹ · м⁻¹ для магистральных нефтепроводов;

б) выделяются рассматриваемые при проведении расчетов типы разгерметизации:

для магистральных газопроводов:

$j = 1$ — проколы (трещины, точечные отверстия), определяемые как отверстия с диаметром 20 мм;

$j = 2$ — отверстия с диаметром, равным 10 % диаметра магистрального трубопровода;

$j = 3$ — разрыв, определяемый как образование отверстия размером, равным диаметру магистрального трубопровода;

для магистральных нефтепроводов:

$j = 1$ — «свищи» — отверстия с характерными размерами $0,3 \cdot L_p/D$ (L_p — характерный размер продольной трещины, D — условный диаметр магистрального трубопровода), площадь дефектного отверстия — $0,0072 \cdot S_0$ (S_0 — площадь поперечного сечения магистрального трубопровода);

$j = 2$ — трещины, характерный размер $0,75 \cdot L_p/D$, площадь дефектного отверстия — $0,0448 \cdot S_0$;

$j = 3$ — «гильотинный» разрыв, характерный размер $0,75 \cdot L_p/D$, площадь дефектного отверстия — $0,179 \cdot S_0$.

Допускается при соответствующем обосновании учитывать и другие типы разгерметизации;

в) рассматриваются шесть причин разгерметизации ($j = 1 \dots 6$ — таблица П6.1);

г) удельная частота разгерметизации линейной части магистрального трубопровода для j -го типа разгерметизации на участке m трубопровода определяется по формуле

$$\lambda_j(m) = \lambda_{\text{ср}} \sum_{i=1}^6 f_{ij}(m) / 100, \quad (\text{П6.1})$$

где $\lambda_{\text{ср}}$ — базовая частота разгерметизации магистрального трубопровода, год⁻¹;

$f_{ij}(m)$ — относительная доля i -й причины разгерметизации для j -го типа разгерметизации на участке m магистрального трубопровода;

д) величины f_{ij} для различных типов разгерметизации для различных участков магистрального трубопровода определяются по формулам:

$$f_{1j} = f_{1jcp} \cdot k_{тс} \cdot k_{ст} \cdot k_{ннб} \cdot k_{пер1}; \quad (П6.2)$$

$$f_{2j} = f_{2jcp} \cdot k_{бд}; \quad (П6.3)$$

$$f_{3j} = f_{3jcp} \cdot k_{ктс} \cdot k_{кпз}; \quad (П6.4)$$

$$f_{4j} = f_{4jcp} \cdot k_{дгд} \cdot k_{пер2}; \quad (П6.5)$$

$$f_{5j} = f_{5jcp} \cdot k_{оп}; \quad (П6.6)$$

$$f_{6j} = f_{6jcp}; \quad (П6.7)$$

где $k_{тс}$, $k_{ст}$, $k_{ннб}$, $k_{пер1}$, $k_{бд}$, $k_{кпз}$, $k_{дгд}$, $k_{пер2}$, $k_{оп}$ — поправочные коэффициенты, определяемые по таблице П6.2 с учетом технических характеристик магистрального трубопровода.

Т а б л и ц а П 6.1 — Среднестатистическая относительная доля аварий, вызванных данной причиной, на магистральных трубопроводах

Причина		Среднестатистическая относительная доля аварий, вызванных данной причиной, f_{ijcp} (м), %			
		Проколы (трещины), точечные отверстия	Отверстие	Разрыв	Всего
		$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	
$i = 1$	Внешнее воздействие	13,2/16,8	26,6/26,2	9,7/6,5	49,5
$i = 2$	Брак строительства, дефект материалов	10,6/11,3	4,7/4,6	1,2/0,6	16,5
$i = 3$	Коррозия	15,2/15,2	0,2/0,2	0/0	15,4
$i = 4$	Движение грунта, вызванное природными явлениями	1,8/2,2	2,2/2,2	3,3/2,9	7,3
$i = 5$	Ошибки оператора	3,0/3,0	1,6/1,6	0/0	4,6
$i = 6$	Прочие и неизвестные причины	6,5/6,5	0,2/0,2	0/0	6,7
	Итого	50,3/55,0	35,51/35,0	14,2/10,0	100

П р и м е ч а н и е — В числителе приведены значения для магистральных газопроводов, в знаменателе — магистральных нефтепроводов.

Т а б л и ц а П 6.2 — Поправочные коэффициенты к среднестатистической относительной доле аварий

Поправочный коэффициент	Значение поправочного коэффициента
Поправочный коэффициент $k_{тс}$, зависящий от толщины стенки трубопровода δ (мм)	$k_{тс} = \exp[-0,275(\delta-6)]$
Поправочный коэффициент $k_{ст}$, зависящий от минимальной глубины заложения трубопровода (м): менее 0,8 м от 0,8 до 1 м более 1 м	$k_{ст} = 1$ $k_{ст} = 0,93$ $k_{ст} = 0,73$
Поправочный коэффициент $k_{ннб}$ для участков переходов, выполненных методом наклонно направленного бурения (далее — ННБ): на участках этих переходов вне этих участков	$k_{ннб} = 0$ $k_{ннб} = 1$
Поправочный коэффициент $k_{пер1}$ переходов через искусственные препятствия: на переходах через автодороги, железные дороги и инженерные коммуникации вне переходов либо на них предусмотрены защитные футляры (кожухи) из стальных труб с герметизацией межтрубного пространства	$k_{пер} = 2$ $k_{пер} = 1$

Окончание таблицы П6.2

Поправочный коэффициент	Значение поправочного коэффициента
Поправочный коэффициент $k_{бд}$, учитывающий применение материалов и средств контроля при строительстве: для трубопроводов, построенных в соответствии с требованиями нормативных документов при использовании улучшенных материалов и дополнительных средств контроля при строительстве и последующей эксплуатации трубопроводов	$k_{бд} = 1$ $k_{бд} = 0,07$
Поправочный коэффициент $k_{кТС}$, учитывающий влияние толщины стенки трубопровода (мм) на частоту разгерметизации по причине коррозии: менее 5 от 5 до 10 более 10	$k_{кТС} = 2$ $k_{кТС} = 1$ $k_{кТС} = 0,03$
Поправочный коэффициент $k_{кпз}$, учитывающий влияние применяемых систем защиты от коррозии: для трубопроводов, построенных в соответствии с требованиями нормативных документов при использовании улучшенной системы защиты (тип и качество изоляционного покрытия, электрохимическая защита, внутритрубная диагностика и т.п.)	$k_{кпз} = 1$ $k_{кпз} = 0,16$
Поправочный коэффициент $k_{дгд}$, зависящий от диаметра трубопровода D (мм)	$k_{дгд} = \exp[-0,00156 (D - 274)]$
Поправочный коэффициент $k_{пер2}$, учитывающий прохождение трассы трубопровода через водные преграды и заболоченные участки: для водных преград для заболоченных участков при отсутствии переходов либо выполненных методом ННБ	$k_{пер} = 5$ $k_{пер} = 2$ $k_{пер} = 1$
Поправочный коэффициент $k_{оп}$, зависящий от диаметра трубопровода D (мм)	$k_{оп} = \exp[-0,004 (D - 264)]$