

Приложение В (обязательное)

Методы расчета критериев пожарной опасности наружных установок

В.1 Методы расчета критериев пожарной опасности для горючих газов и паров

В.1.1 При невозможности расчета пожарного риска выбор расчетного варианта следует осуществлять с учетом годовой частоты реализации и последствий тех или иных аварий. В качестве расчетного для вычисления критериев пожарной опасности наружных установок, в которых находятся (обращаются) горючие газы, пары, следует принимать вариант аварии, для которого произведение годовой частоты реализации этого варианта Q_w и расчетного избыточного давления ΔP при сгорании газо-, паровоздушных смесей в случае реализации указанного варианта максимально, то есть:

$$G = Q_w \Delta P = \max. \quad (\text{В.1})$$

Расчет величины G производится в следующей последовательности:

а) рассматриваются различные варианты аварий и из статистических данных или на основе годовой частоты аварий со сгоранием газо-, паровоздушных смесей определяются Q_w для этих вариантов;

б) для каждого из рассматриваемых вариантов определяются по изложенной ниже методике значения расчетного избыточного давления ΔP_i ;

в) вычисляются величины $G_i = Q_w \Delta P_i$ для каждого из рассматриваемых вариантов аварии, среди которых выбирается вариант с наибольшим значением G_i ;

г) в качестве расчетного для определения критериев пожарной опасности принимается вариант, в котором величина G_i максимальна. При этом количество горючих газов, паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается, исходя из рассматриваемого сценария аварии с учетом В.1.3—В.1.9.

В.1.2 При невозможности реализации метода по В.1.1 в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо-, паровоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей. В этом случае количество газов, паров, вышедших в атмосферу, рассчитывается в соответствии с В.1.3—В.1.9.

В случае, если использование расчетных методов не представляется возможным, допускается определение значений критериев пожарной опасности на основании результатов соответствующих научно-исследовательских работ, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

В.1.3 Количество поступивших веществ, которые могут образовывать горючие газозоодушные, паровоздушные смеси определяется, исходя из следующих предпосылок:

а) происходит расчетная авария одного из аппаратов согласно В.1.1 или В.1.2 (в зависимости от того, какой из подходов к определению расчетного варианта аварии принят за основу);

б) все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство;

в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потоку в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов определяется в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов следует принимать равным:

- времени срабатывания систем автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (но не более 120 с);

- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;

- 300 с при ручном отключении;

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на горизонтальную поверхность определяется (при отсутствии справочных или иных экспериментальных данных), исходя из расчета, что 1 литр смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,10 м², а остальных жидкостей — на 0,15 м²;

д) происходит также испарение жидкостей из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежоокрашенных поверхностей;

е) длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

В.1.4 Масса газа m , кг, поступившего в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле

$$m = (V_a + V_T) \rho_T, \quad (\text{B.2})$$

где V_a — объем газа, вышедшего из аппарата, м^3 ;
 V_T — объем газа вышедшего из трубопровода, м^3 ;
 ρ_T — плотность газа, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$.

При этом

$$V_a = 0,01 \cdot P_1 V, \quad (\text{B.3})$$

где P_1 — давление в аппарате, кПа ;
 V — объем аппарата, м^3 ;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (\text{B.4})$$

где V_{1T} — объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м^3 ;
 V_{2T} — объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м^3 ;

$$V_{1T} = qT, \quad (\text{B.5})$$

где q — расход газа, определяемый по технологическому регламенту в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т. д., $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$;
 T — время, определяемое по В.1.3, с;

$$V_{2T} = 0,01 \cdot \pi P_2 (r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (\text{B.6})$$

где P_2 — максимальное давление в трубопроводе по технологическому регламенту, кПа ;

r — внутренний радиус трубопроводов, м;

L — длина трубопроводов от аварийного аппарата до задвижек, м.

В.1.5 Масса паров жидкости m , кг, поступивших в окружающее пространство при наличии нескольких источников испарения (поверхность разлитой жидкости, поверхность со свеженанесенным составом, открытые емкости и т. п.), определяется из выражения

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр}} + m_{\text{пер}}, \quad (\text{B.7})$$

где m_p — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;

$m_{\text{емк}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;

$m_{\text{св.окр}}$ — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг;

$m_{\text{пер}}$ — масса жидкости, испарившейся в окружающее пространство в случае ее перегрева, кг.

При этом каждое из слагаемых (m_p , $m_{\text{емк}}$, $m_{\text{св.окр}}$) в формуле (В.7) определяют из выражения

$$m = WF_{\text{и}} T, \quad (\text{B.8})$$

где W — интенсивность испарения, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$;

$F_{\text{и}}$ — площадь испарения, м^2 , определяемая в соответствии с В.1.3 в зависимости от массы жидкости $m_{\text{п}}$, вышедшей в окружающее пространство;

T — продолжительность поступления паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в окружающее пространство согласно В.1.3, с.

Величину $m_{\text{пер}}$ определяют по формуле (при $T_a > T_{\text{кип}}$)

$$m_{\text{пер}} = \min \left[0,8 m_{\text{п}}; \frac{2C_p (T_a - T_{\text{кип}})}{L_{\text{исп}}} m_{\text{п}} \right], \quad (\text{B.9})$$

где $m_{\text{п}}$ — масса вышедшей перегретой жидкости, кг;

C_p — удельная теплоемкость жидкости при температуре перегрева жидкости T_a , $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$;

T_a — температура перегретой жидкости в соответствии с технологическим регламентом в технологическом аппарате или оборудовании, К;

$T_{\text{кип}}$ — нормальная температура кипения жидкости, К;

$L_{\text{исп}}$ — удельная теплота испарения жидкости при температуре перегрева жидкости T_a , $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена в формуле (В.7) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работы.

В.1.6 Масса $m_{\text{п}}$ вышедшей жидкости, кг, определяют в соответствии с В.1.3.

В.1.7 Интенсивность испарения W определяется по справочным и экспериментальным данным. Для ненагретых выше расчетной температуры (окружающей среды) ЛВЖ при отсутствии данных допускается рассчитывать W по формуле

$$W = 10^{-6} \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}}, \quad (\text{B.10})$$

где M — молярная масса, кг · кмоль⁻¹;

P_n — давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, определяемое по справочным данным, кПа.

В.1.8 Масса паров жидкости, нагретой выше расчетной температуры, но не выше температуры кипения жидкости, определяется в соответствии с А.2.8 (приложение А).

В.1.9 Для сжиженных углеводородных газов (СУГ) при отсутствии данных допускается рассчитывать удельную массу испарившегося СУГ $m_{\text{СУГ}}$ из пролива, кг · м⁻², по формуле

$$m_{\text{СУГ}} = \frac{M}{L_{\text{исп}}} (T_0 - T_{\text{ж}}) \cdot \left(2\lambda_{\text{ТВ}} \sqrt{\frac{t}{\pi a}} + \frac{5,1 \cdot \sqrt{\text{Re}} \cdot \lambda_{\text{В}} t}{d} \right), \quad (\text{В.11})$$

где M — молярная масса СУГ, кг · моль⁻¹;

$L_{\text{исп}}$ — мольная теплота испарения СУГ при начальной температуре СУГ $T_{\text{ж}}$, Дж · моль⁻¹;

T_0 — начальная температура материала, на поверхность которого разливается СУГ, К;

$T_{\text{ж}}$ — начальная температура СУГ, К;

$\lambda_{\text{ТВ}}$ — коэффициент теплопроводности материала, на поверхность которого разливается СУГ, Вт · м⁻¹ · К⁻¹;

$a = \frac{\lambda_{\text{ТВ}}}{C_{\text{ТВ}} \rho_{\text{ТВ}}}$ — коэффициент температуропроводности материала, на поверхность которого разливается СУГ, м² · с⁻¹;

$C_{\text{ТВ}}$ — теплоемкость материала, на поверхность которого разливается СУГ, Дж · кг⁻¹ · К⁻¹;

$\rho_{\text{ТВ}}$ — плотность материала, на поверхность которого разливается СУГ, кг · м⁻³;

t — текущее время, с, принимаемое равным времени полного испарения СУГ, но не более 3600 с;

$\text{Re} = \frac{Ud}{\nu_{\text{В}}}$ — число Рейнольдса;

U — скорость воздушного потока, м · с⁻¹;

$d = \sqrt{\frac{4F_{\text{и}}}{\pi}}$ — характерный размер пролива СУГ, м;

$\nu_{\text{В}}$ — кинематическая вязкость воздуха, м² · с⁻¹;

$\lambda_{\text{В}}$ — коэффициент теплопроводности воздуха, Вт · м⁻¹ · К⁻¹.

Формула (В.11) справедлива для СУГ с температурой $T_{\text{ж}} \leq T_{\text{кип}}$. При температуре СУГ $T_{\text{ж}} > T_{\text{кип}}$ дополнительно рассчитывается масса перегретых СУГ $m_{\text{пер}}$ по формуле (В.9).

В.2 Расчет горизонтальных размеров зон, ограничивающих газо- и паровоздушные смеси с концентрацией горючего выше НКПР, при аварийном поступлении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей в открытое пространство

В.2.1 Горизонтальные размеры зоны $R_{\text{НКПР}}$, м, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени ($C_{\text{НКПР}}$) по ГОСТ 12.1.044, вычисляются по формулам:

- для горючих газов (ГГ):

$$R_{\text{НКПР}} = 14,5632 \cdot \left(\frac{m_{\text{Г}}}{\rho_{\text{Г}} C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,333}, \quad (\text{В.12})$$

- для паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ):

$$R_{\text{НКПР}} = 3,1501 \cdot \sqrt{K} \left(\frac{P_{\text{н}}}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,813} \cdot \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} P_{\text{н}}} \right)^{0,333}, \quad (\text{В.13})$$

$$\rho_{\text{Г,п}} = \frac{M}{V_0 (1 + 0,00367 t_{\text{р}})},$$

где $m_{\text{Г}}$ — масса поступивших в открытое пространство ГГ при аварийной ситуации, кг;

$\rho_{\text{Г}}$ — плотность ГГ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг · м⁻³;

$C_{\text{НКПР}}$ — нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров ЛВЖ, % (объемных);

K — коэффициент, принимаемый равным $K = T/3600$ для ЛВЖ;

$m_{\text{п}}$ — масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, кг;

$\rho_{\text{п}}$ — плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг · м⁻³;

$P_{\text{н}}$ — давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре, кПа;

T — продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство, с;

M — молярная масса, кг · кмоль⁻¹;

V_0 — мольный объем, равный 22,413 м³ · кмоль⁻¹;

t_p — расчетная температура, °С. В качестве расчетной температуры следует принимать максимально возможную температуру воздуха в соответствующей климатической зоне или максимальную возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры t_p по каким-либо причинам определить не удастся, допускается принимать ее равной 61 °С.

В.2.2 За начало отсчета горизонтального размера зоны принимают внешние габаритные размеры аппаратов, установок, трубопроводов и т. п. Во всех случаях значение $R_{\text{НКПР}}$ должно быть не менее 0,3 м для ГГ и ЛВЖ.

В.3 Расчет избыточного давления и импульса волны давления при сгорании смесей горючих газов и паров с воздухом в открытом пространстве

В.3.1 Исходя из рассматриваемого сценария аварии, определяют массу m , кг, горючих газов и (или) паров, вышедших в атмосферу из технологического аппарата в соответствии с В.1.3—В.1.9.

В.3.2 Избыточное давления ΔP , кПа, развиваемое при сгорании газопаровоздушных смесей, рассчитывают по формуле

$$\Delta P = P_0 \left(\frac{0,8m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{r^3} \right), \quad (\text{В.14})$$

где P_0 — атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

r — расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака, м;

$m_{\text{пр}}$ — приведенная масса газа или пара, кг, рассчитанная по формуле

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{сг}}}{Q_0} \cdot mZ, \quad (\text{В.15})$$

где $Q_{\text{сг}}$ — удельная теплота сгорания газа или пара, Дж · кг⁻¹;

Z — коэффициент участия горючих газов и паров в горении, который допускается принимать равным 0,1;

Q_0 — константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж · кг⁻¹;

m — масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

В.3.3 Импульс волны давления i , Па · с, рассчитывают по формуле

$$i = \frac{123m_{\text{пр}}^{0,66}}{r}. \quad (\text{В.16})$$

В.4 Метод расчета критериев пожарной опасности для горючих пылей

В.4.1 В качестве расчетного варианта аварии для определения критериев пожарной опасности для горючих пылей следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в горении пылевоздушной смеси участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий такого горения.

В.4.2 Количество поступивших веществ, которые могут образовывать горючие пылевоздушные смеси, определяют, исходя из предпосылки о том, что в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в окружающее пространство находившейся в аппарате пыли.

В.4.3 Расчетная масса пыли, поступившей в окружающее пространство при расчетной аварии, определяется по формуле

$$M = \min \left\{ \frac{M_{\text{вз}} + M_{\text{ав}}}{\rho_{\text{ст}} V_{\text{ав}} / Z} \right\}, \quad (\text{В.17})$$

где M — расчетная масса поступившей в окружающее пространство горючей пыли, кг;

$M_{\text{вз}}$ — расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

$M_{\text{ав}}$ — расчетная масса пыли, поступившей в результате аварийной ситуации, кг;

$\rho_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация горючей пыли в аэрозвеси, кг · м⁻³;

$V_{\text{ав}}$ — расчетный объем пылевоздушного облака, образованного при аварийной ситуации, м³.

В отсутствие возможности получения сведений для расчета $V_{\text{ав}}$ допускается принимать

$$M = M_{\text{вз}} + M_{\text{ав}}. \quad (\text{В.18})$$

В.4.4 $M_{\text{вз}}$ определяют по формуле

$$M_{\text{вз}} = K_{\text{г}} K_{\text{вз}} M_{\text{п}}, \quad (\text{В.19})$$

где $K_{\text{г}}$ — доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$K_{\text{вз}}$ — доля отложенной вблизи аппарата пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате

аварийной ситуации. В отсутствие экспериментальных данных о величине $K_{вз}$ допускается принимать $K_{вз} = 0,9$;

$M_{п}$ — масса отложившейся вблизи аппарата пыли к моменту аварии, кг.

В.4.5 $M_{ав}$ определяют по формуле

$$M_{ав} = (M_{ап} + qT) \cdot K_{п}, \quad (B.20)$$

где $M_{ап}$ — масса горючей пыли, выбрасываемой в окружающее пространство при разгерметизации технологического аппарата, кг; при отсутствии ограничивающих выброс пыли инженерных устройств следует принимать, что в момент расчетной аварии происходит аварийный выброс в окружающее пространство всей находившейся в аппарате пыли;

q — производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения, $кг \cdot с^{-1}$;

T — расчетное время отключения, с, определяемое в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки. Следует принимать равным времени срабатывания системы автоматики, если вероятность ее отказа не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов (но не более 120 с); 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов; 300 с при ручном отключении;

$K_{п}$ — коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата. В отсутствие экспериментальных данных о $K_{п}$ допускается принимать: 0,5 — для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм; 1,0 — для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

В.4.6 Исходя из рассматриваемого сценария аварии, определяют массу M , кг, горючей пыли, поступившей в результате аварии в окружающее пространство в соответствии с В.4.1—В.4.5.

В.4.7 Избыточное давление ΔP для горючих пылей рассчитывают в следующей последовательности:

а) определяют приведенную массу горючей пыли $m_{пр}$, кг, по формуле:

$$m_{пр} = MZH_T / H_{т0}, \quad (B.21)$$

где M — масса горючей пыли, поступившей в результате аварии в окружающее пространство, кг;

Z — коэффициент участия пыли в горении, значение которого допускается принимать равным 0,1.

В отдельных обоснованных случаях величина Z может быть снижена, но не менее чем до 0,02;

H_T — теплота сгорания пыли, $Дж \cdot кг^{-1}$;

$H_{т0}$ — константа, принимаемая равной $4,52 \cdot 10^6$ $Дж \cdot кг^{-1}$;

б) вычисляют расчетное избыточное давление ΔP , кПа, по формуле:

$$\Delta P = P_0 \left(\frac{0,8m_{пр}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{пр}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{пр}}{r^3} \right), \quad (B.22)$$

где P_0 — атмосферное давление, кПа;

r — расстояние от центра пылевоздушного облака, м. Допускается отсчитывать величину r от геометрического центра технологической установки.

В.4.8 Импульс волны давления i , $Па \cdot с$, вычисляют по формуле:

$$i = \frac{123m_{пр}^{0,66}}{r}. \quad (B.23)$$

В.5 Метод расчета интенсивности теплового излучения

В.5.1 Интенсивность теплового излучения рассчитывают для двух случаев пожара (или для того из них, который может быть реализован в данной технологической установке):

- пожар проливов ЛВЖ, ГЖ, СУГ, СПГ (сжиженный природный газ) или горение твердых горючих материалов (включая горение пыли);

- «огненный шар».

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

В.5.2 Интенсивность теплового излучения q , $кВт \cdot м^{-2}$, для пожара пролива жидкости или при горении твердых материалов рассчитывают по формуле

$$q = E_f F_q \tau, \quad (B.24)$$

где E_f — среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, $кВт \cdot м^{-2}$;

F_q — угловой коэффициент облученности;

τ — коэффициент пропускания атмосферы.

E_f принимают на основе имеющихся экспериментальных данных. Для некоторых жидких углеводородных топлив указанные данные приведены в таблице В.1.

Т а б л и ц а В.1 — Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени в зависимости от диаметра очага и удельная массовая скорость выгорания для некоторых жидких углеводородов

Углеводороды	$E_f, \text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$					$M, \text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
	$d = 10 \text{ м}$	$d = 20 \text{ м}$	$d = 30 \text{ м}$	$d = 40 \text{ м}$	$d = 50 \text{ м}$	
СПГ (метан)	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
Нефть	25	19	15	12	10	0,04

П р и м е ч а н и е — Для диаметров очагов 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 допускается принимать величину E_f равной $100 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ для СУГ, $40 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ — для нефтепродуктов, $40 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$ — для твердых материалов.

В.5.3 Рассчитывают эффективный диаметр пролива d , м, по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}, \quad (\text{В.25})$$

где F — площадь пролива, м^2 .

В.5.4 Вычисляют высоту пламени H , м, по формуле:

$$H = 42d \left(\frac{M}{\rho_{\text{в}} \sqrt{gd}} \right)^{0,61}, \quad (\text{В.26})$$

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

$\rho_{\text{в}}$ — плотность окружающего воздуха, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;

g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$.

В.5.5 Определяют угловой коэффициент облученности F_q по формулам:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}, \quad (\text{В.27})$$

где F_V , F_H — факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, которые определяют с помощью выражений:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{S} \cdot \arctg\left(\frac{h}{\sqrt{S^2 - 1}}\right) - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \arctg\left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}}\right) - \frac{A}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}}\right) \right\} \right], \quad (\text{В.28})$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{B-1/S}{\sqrt{B^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}}\right) - \frac{(A-1/S)}{\sqrt{A^2 - 1}} \cdot \arctg\left(\sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}}\right) \right], \quad (\text{В.29})$$

$$A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2S}, \quad (\text{В.30})$$

$$B = \frac{1 + S^2}{2S}, \quad (\text{В.31})$$

$$S = \frac{2r}{d}, \quad (\text{В.32})$$

$$h = \frac{2H}{d}, \quad (\text{В.33})$$

где r — расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м.

Определяют коэффициент пропускания атмосферы по формуле

$$\tau = \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5d)\right]. \quad (\text{В.34})$$

В.5.6 Интенсивность теплового излучения q , $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$, для «огненного шара» рассчитывают по формуле В.24.

E_f определяют на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать E_f равным $450 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$.

В.5.7 F_q вычисляют по формуле

$$F_q = \frac{H / D_s + 0,5}{4 \cdot \left[(H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2 \right]^{1,5}}, \quad (\text{В.35})$$

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.

В.5.8 Эффективный диаметр «огненного шара» D_s рассчитывают по формуле

$$D_s = 5,33m^{0,327}, \quad (\text{В.36})$$

где m — масса горючего вещества, кг.

В.5.9 H определяют в ходе специальных исследований. Допускается принимать H равной $D_s / 2$.

В.5.10 Время существования «огненного шара» t_s , с, рассчитывают по формуле:

$$t_s = 0,92m^{0,303}. \quad (\text{В.37})$$

В.5.11 Коэффициент пропускания атмосферы τ рассчитывают по формуле

$$\tau = \exp \left[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2} \right) \right]. \quad (\text{В.38})$$

В.6 Метод расчета радиуса воздействия высокотемпературных продуктов сгорания газо- или паровоздушной смеси в открытом пространстве

Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания газо- или паровоздушной смеси в открытом пространстве R_F , м, рассчитывают по формуле:

$$R_F = 1,2R_{\text{НКПР}}, \quad (\text{В.39})$$

где $R_{\text{НКПР}}$ — горизонтальный размер зоны, ограничивающей область концентраций, превышающих $C_{\text{НКПР}}$, определяемый по формуле (В.12).

В.7 Метод расчета длины факела при струйном горении горючих газов

Длина факела L_Φ , м, при струйном горении горючих газов рассчитывают по формуле:

$$L_\Phi = KG^{0,4}, \quad (\text{В.40})$$

где K — коэффициент, который при истечении сжатых газов принимается равным 12,5; при истечении паровой фазы СУГ или СПГ — 13,5; при истечении жидкой фазы СУГ или СПГ — 15;

G — расход горючего газа, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$.