Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Владимирский государственный университет

имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

(ВлГУ)

Кафедра “Автотранспортная и техносферная безопасность”

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИАЛИНЕ «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Составитель:

Г.В. Орлов

Владимир 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1
Расчет значений критериев взрывопожарной опасности
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2
Расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3
Определение потерь газа при «дыхании» технологически аппаратов. Приемы безопасной эксплуатации дышащих аппаратов.
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4
Определения утечки паров и газов из работающих под давлением герметичных аппаратов
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5
Определение категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности расчетными методами
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6
Системы мгновенного сброса давления газа. Системы мгновенного подавления химической реакции взрыва.
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7
Аппараты с сальниковым уплотнением вращающихся валов
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Расчет значений критериев взрывопожарной опасности

Цель работы: научиться рассчитывать критерии пожарной опасности технологических процессов

При расчете значений критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

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

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать взрывоопасные газовоздушные или паровоздушные смеси, определяется исходя из следующих предпосылок:

а) происходит расчетная авария одного из аппаратов;

б) все содержимое аппарата поступает в помещение;

в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, по прямому и обратному потокам 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 системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;

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

- 300 с при ручном отключении.

Не допускается использование технических средств для отключения трубопроводов, для которых время отключения превышает приведенные выше значения.

Под “временем срабатывания” и “временем отключения” следует понимать промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорация, разрыв, изменение номинального давления и т. п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение.

Быстродействующие клапаны-отсекатели должны автоматически перекрывать подачу газа или жидкости при нарушении электроснабжения.

В исключительных случаях в установленном порядке допускается превышение приведенных выше значений времени отключения трубопроводов специальным решением соответствующих федеральных министерств и других федеральных органов исполнительной власти по согласованию с Госгортехнадзором России на подконтрольных ему производствах и предприятиях и МЧС России;

г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных) исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м^2, а остальных жидкостей – на 1 м^2 пола помещения;

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

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

Количество пыли, которое может образовать взрывоопасную смесь, определяется из следующих предпосылок:

а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80% геометрического объема помещения.

Расчет избыточного давления взрыва для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей

Избыточное давление взрыва ΔP для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов C, H, O, N, C1, Br, I, F, определяется по формуле

$$\Delta P = (P_{max} - P_o) \cdot \frac{100 \cdot m \cdot Z}{V_{св} \cdot \rho_г \cdot C_{ст} \cdot K_н} \qquad (1)$$

где P_{max} – максимальное давление взрыва стехиометрической газовоздушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме, определяемое экспериментально или по справочным данным. При отсутствии данных допускается принимать P_{max} равным 900 кПа;

P_0 – начальное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

m – масса горючего газа (ГГ) или паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), вышедших в результате расчетной аварии в помещение, вычисляемая для ГГ по формуле (6), а для паров ЛВЖ и ГЖ по формуле (11), кг;

Z – коэффициент участия горючего во взрыве, который может быть рассчитан на основе характера распределения газов и паров в объеме помещения.

$V_{св}$ – свободный объем помещения, м3;

$\rho_{г,}$ – плотность газа или пара при расчетной температуре t_p, кг× м-3, вычисляемая по формуле

$$\rho_{г} = \frac{M}{V_o \cdot (1+0{,}00367 \cdot t_{р})} \qquad (2)$$

где 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 данном помещении в соответствующей климатической зоне или максимально возможную температуру воздуха по технологическому регламенту с учетом возможного повышения температуры в аварийной ситуации. Если такого значения расчетной температуры tp по каким-либо причинам определить не удается, допускается принимать ее равной 61°С;

$C_{ст}$ — стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ, % (об.), вычисляемая по формуле

$$C_{ст} = \frac{100}{1+4{,}84 \cdot \beta} \qquad (3)$$

где–β стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания, рассчитывается по формуле:

$$\beta = n_c + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_0}{2}$$

n_c, $n_н$, $n_о$, $n_х$ – число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего;

$K_н$ коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения. Допускается принимать $K_н$ равным 3.

Т а б л и ц а 2

Вид горючего вещества	Значение Z
Водород	1,0
Горючие газы (кроме водорода)	0,5
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые до температуры вспышки и выше	0,3
Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при наличии возможности образования аэрозоля	0,3

Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, нагретые ниже температуры вспышки, при отсутствии возможности образования аэрозоля	0

Расчет ΔP для индивидуальных веществ, кроме упомянутых в п. 10, а также для смесей может быть выполнен по формуле

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{св} \cdot P_в \cdot C_p \cdot T_0 \cdot K_н} \qquad (4)$$

где H_m – теплота сгорания, Дж кг$^{-1}$;

$P_в$ – плотность воздуха до взрыва при начальной температуре T_0, кг м$^{-3}$;

C_p – теплоемкость воздуха, Дж кг$^{-1}$ К$^{-1}$ (допускается принимать равной 1,01 10^3 Дж кг$^{-1}$ К$^{-1}$); T_0 – начальная температура воздуха, К.

В случае обращения в помещении горючих газов, легковоспламеняющихся или горючих жидкостей при определении значения массы т, входящей в формулы (1) и (4), допускается учитывать работу аварийной вентиляции, если она обеспечена резервными вентиляторами, автоматическим пуском при превышении предельно допустимой взрывобезопасной концентрации и электроснабжением по первой категории надежности (ПУЭ), при условии расположения устройств для удаления воздуха из помещения в непосредственной близости от места возможной аварии.

При этом массу m горючих газов или паров легковоспламеняющихся или горючих жидкостей, нагретых до температуры вспышки и выше, поступивших в объем помещения, следует разделить на коэффициент К, определяемый по формуле

$$K = AT + 1, \qquad (5)$$

где A – кратность воздухообмена, создаваемого аварийной вентиляцией, с$^{-1}$;

T – продолжительность поступления горючих газов и паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в объем помещения, с (принимается по п. 7).

Масса m, кг, поступившего в помещение при расчетной аварии газа определяется по формуле

$$m = (V_a + V_m), \qquad (6)$$

где V_a – объем газа, вышедшего из аппарата, м^3;

V_m – объем газа, вышедшего из трубопроводов, м^3.

При этом

$$V_a = 0{,}01 P_1 V, \qquad (7)$$

где P_1 – давление в аппарате, кПа;

V – объем аппарата, м^3;

$$V_m = V_{1m} + V_{2m}, \qquad (8)$$

где V_{1m} – объем газа, вышедшего из трубопровода до его отключения, м^3;

V_{2m} – объем газа, вышедшего из трубопровода после его отключения, м^3;

$$V_{1m} = qT, \qquad (9)$$

где q – расход газа, определяемый в соответствии с технологическим регламентом в зависимости от давления в трубопроводе, его диаметра, температуры газовой среды и т.д., м^3 с$^{-1}$;

T – время, определяемое по п. 7, с;

$$V_{2m} = 0{,}01\ P_2(r^2_1L_1 + r^2_2L_2 + ... + r^2_nL_n), \qquad (10)$$

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.

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

$$m = m_p + m_{емк} + m_{св.окр.}, \qquad (11)$$

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

$m_{емк}$ – масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;

$m_{св.окр}$ - масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых в формуле (11) определяется по формуле

$$m = W F_и T, \qquad (12)$$

где W – интенсивность испарения, кг с$^{-1}$ м$^{-2}$;

$F_и$ – площадь испарения, м^2, определяемая в соответствии с п. 7 в зависимости от массы жидкости $т_п$, вышедшей в помещение.

Если аварийная ситуация связана с возможным поступлением жидкости в распыленном состоянии, то она должна быть учтена в формуле (11) введением дополнительного слагаемого, учитывающего общую массу поступившей жидкости от распыляющих устройств, исходя из продолжительности их работ.

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

$$W = 10^{-6}\ \eta \sqrt{M}\ P_н \qquad (13)$$

где η– коэффициент, принимаемый по табл. 3 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;

$P_н$ - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости

t_p - определяемое по справочным данным в соответствии с требованиями п. 3, кПа.

Т а б л и ц а 3

Скорость воздушного потока в помещении, м $с^{-1}$	Значение коэффициента при температуре t, С, воздуха в помещении				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Расчет избыточного давления взрыва для горючих пылей

Цель работы: научиться рассчитывать опасные факторы при взрыве воздушно-пылевых смесей на производстве

В производственных условиях тонко измельченные твердые горючие вещества могут являться конечным продуктом (пылевидное топливо, древесная мука, сахарная пудра и т. д.) или отходами и побочными продуктами производства (мучная, табачная, древесная пыль и т. д.). Размеры частичек пыли колеблются в весьма широких пределах. В зависимости от размеров-частиц и скорости движения воздуха пыль может находиться во взвешенном или осевшем состоянии. При увеличении скорости движения воздушных потоков осевшая пыль (аэрогель) легко переходит во взвешенное состояние (аэрозоль) и наоборот.

Расчет ΔP для индивидуальных веществ, кроме упомянутых в п. 10, а также для смесей может быть выполнен по формуле

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\text{св}} \cdot P_{\text{в}} \cdot C_p \cdot T_0 \cdot K_{\text{н}}} \qquad (1)$$

где H_m – теплота сгорания, Дж кг$^{-1}$;

$P_в$ – плотность воздуха до взрыва при начальной температуре T_0, кг м$^{-3}$;

C_p – теплоемкость воздуха, Дж кг$^{-1}$ К$^{-1}$ (допускается принимать равной 1,01 10^3 Дж кг$^{-1}$ К$^{-1}$); T_0 – начальная температура воздуха, К.

$$Z = 0{,}5\ F, \qquad (2)$$

где F – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэровзвесь становится взрывобезопасной, т. е. неспособной распространять пламя. В отсутствие возможности получения сведений для оценки величины Z допускается принимать $Z = 0{,}5$.

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли m, кг, образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяется по формуле

$$T = T_{вз} + T_{ав} \qquad (3)$$

где $T_{вз}$ - расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

$T_{ав}$ - расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг.

Расчетная масса взвихрившейся пыли $T_{вз}$ определяется по формуле

$$T_{вз} = K_{вз}\ T_п, \qquad (4)$$

где $K_{вз}$ – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине $K_{вз}$ допускается полагать $K_{вз} = 0{,}9$;

$T_п$ – масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

Расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, $m_{ав}$, определяется по формуле

$$T_{ав} = (T_{ап} + qT)K_п, \qquad (5)$$

где $T_{ап}$ – масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, кг;

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

T – время отключения, с;

$K_п$ – коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение.

При отсутствии экспериментальных сведений о величине $K_п$ допускается полагать:

для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм – $K_п = 0,5$;

для пылей с дисперсностью менее 350 мкм – $K_п = 1,0$.

Масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяется по формуле

$$m_п = \frac{K_г}{K_у} \cdot (m_1 + m_2) \qquad (6)$$

где $K_Г$ - доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

T_1 – масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;

T_2 – масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг;

$K_у$ – коэффициент эффективности пылеуборки. Принимается при ручной пылеуборке:

сухой – 0,6;

влажной – 0,7.

При механизированной вакуумной уборке:

пол ровный – 0,9;

пол с выбоинами (до 5 % площади) – 0,7.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Определение потерь газа при «дыхании» технологически аппаратов. Приемы безопасной эксплуатации дышащих аппаратов.

Цель работы: научиться определять количество выбрасываемого при «дыхании» аппарата горючего газа

1. Определение потерь при большом дыхании. Предположим, что перед наполнением резервуара или мерника в нем находится объем жидкости V_1, а в конце заполнения объем жидкости в резервуаре будет равен V_2. Наполнение почти всегда происходит при неизменяющейся температуре $t_{раб}$ и постоянном давлении в емкости $P_{раб}$

Таким образом

$$P_1 \approx P_2 = P_{раб},\ T_1 \approx T_2 = T_{раб},\ C_1 \approx C_2 = C_{раб} \qquad (1)$$

Имея это в виду количество горючих паров, выходящих из сообщающегося с атмосферой («дышащего») аппарата за один цикл «большего дыхания», определяют по формуле

$$G_б = V_ж \frac{P_p}{t_p + 273} \varphi_s \frac{M}{8314{,}31} \qquad (2)$$

где $G_б$ - количество выходящих паров из заполняемого жидкостью аппарата, кг/цикл;

$V_ж$ - объем поступающей в аппарат жидкости, м^3; величину $V_ж$ можно определить, зная геометрический объем аппарата $V_{ап}$ и степень его заполнения ε; $V_ж = \varepsilon V_{ап}$;

P_p - рабочее давление в аппарате, Па.

Количество горючих паров, выходящих из сообщающегося с атмосферой («дышащего») аппарата при «малом дыхании», определяют по формуле:

$$G_M = V_c P_p \left(\frac{1-\varphi_1}{t_1 + 273} - \frac{1-\varphi_2}{t_2 + 273}\right) \frac{\varphi_{ср}}{1-\varphi_{ср}} \frac{M}{8314.31} \qquad (3)$$

где G_M - количество выходящих из аппарата паров при изменении температуры среды в газовом пространстве, кг/цикл.

Если температура за период малого дыхания изменяется неравномерно, то весь период делят на небольшие отрезки времени, находят изменение температуры и соответствующие потери паров за каждый промежуток времени в отдельности, а затем определяют общий итог. Естественно, что малые дыхания имеют место главным образом у резервуаров и емкостей, расположенных вне помещений.

Вблизи дыхательных патрубков аппаратов и открытых поверхностей испарения пожароопасных жидкостей образуются местные зоны ВОК, объем которых оценивают по формуле:

$$V_{ВОК} = \frac{m}{\varphi^*_н} K_б, \qquad (4)$$

где $V_{вок}$ - объем местной зоны ВОК, м^3;

$\varphi^*_н$ - нижний концентрационный предел распространения пламени, кг/м^3;

$K_б$ - коэффициент запаса надежности, обычно принимаемый равным 2.

В целях сокращения безвозвратных потерь горючих жидкостей с выбрасываемой наружу паровоздушной смесью, имеющих место при больших и малых дыханиях, и снижения пожаровзрывоопасности процесса целесообразно осуществлять технические и организационные мероприятия, позволяющие обеспечивать:

- уменьшение или полную ликвидацию паровоздушного объема,
- увеличивать рабочее давление резервуаров,
-соединять дыхательные линии резервуаров с одинаковыми продуктами в единую замкнутую систему,
- производить улавливание паров,
- защищать емкости от колебаний температуры.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Определения утечки паров и газов из работающих под давлением герметичных аппаратов

Цель работы: научиться определять возможные утечки газа через неплотности герметичных соединений

Для ориентировочного определения утечки паров и газов из работающих под давлением герметичных аппаратов можно воспользоваться формулой Н. Н. Репина. Принимая, что просачивание паров и газов через неплотности подчиняется законам истечения через небольшие отверстия и что истечение происходит адиабатически, Н. Н. Репин предложил следующую форму:

$$G = KCV\sqrt{\frac{M}{T_{таб}}}$$

где G — количество паров и газов, выходящих из аппарата кг/ч;

K — коэффициент, учитывающий степень износа производственного оборудования, принимается в пределах от 1 до 2;

C — коэффициент, зависящий от давления паров или газов в аппарате (значения коэффициента даны в табл. 2.5);

V — внутренний (свободный) объем аппаратов и коммуникаций, находящихся под давлением, м^3;

M — молекулярный вес газов или паров, находящихся под давлением в аппаратах;

$T_{раб}$ — температура паров или газов, находящихся в аппаратах, °К.

Значение коэффициента С

Рабочее Р, давление атм	Менее 1	1	6	16	40	160	400	1000
Величина С	0,121	0,166	0,182	0,189	0,152	0,298	0,297	0,370

Пример.

Определить количество ацетилена, выходящего через неплотности аппаратов в помещение при допустимых условиях герметизации, если известно что рабочее давление газа в аппарате 1,5 атм., в трубопроводах 1 атм., объем аппаратов 50 м^3, суммарный объем трубопроводов 10 м^3, температура газа в аппаратах 80°С, в трубопроводах 30°С.

Решение. Определение количества выходящего через неплотности газа или пара производим по формуле:

$$G = KCV\sqrt{\frac{M}{T_{таб}}}$$

По таблице определяем значение C:

при P=1,5 атм. С = 0.168;

при P=1.0 атм. С = 0,166.

Принимаем коэффициент износа аппаратов $K_a=1,5$ и трубопроводов $K_m = 1$; молекулярный вес ацетилена $M = 26$. Тогда утечка газа будет равна:

а) из аппаратов

$$G_a = 1{,}5 \cdot 0{,}168 \cdot 50\sqrt{\frac{26}{273+80}} = 12{,}6\sqrt{0{,}074} = 3{,}4 кг/ч$$

б) из трубопроводов

$$G_a = 1{,}0 \cdot 0{,}166 \cdot 10\sqrt{\frac{26}{273+30}} = 1{,}66\sqrt{0{,}086} = 0{,}49 кг/ч$$

Общие потери ацетилена составят:

$$G = G_a = G_T = 3.4 + 0.49 = 3.89 кг/ч$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Определение категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности расчетными методами

Цель работы: Научиться проводить выбор и обоснование расчетного варианта аварии

Определение категорий В1–В4 помещений

Определение пожароопасной категории помещения осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки (далее по тексту — пожарная нагрузка) на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Категория помещения	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж□ м$^{-2}$	Способ размещения
В1	Более 2200	Не нормируется
В2	1401 - 2200	См. п. 25
В3	181 - 1400	То же
В4	1 - 180	На любом участке пола помещения площадью 10 м^2. Способ размещения участков пожарной нагрузки определяется согласно п. 25

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка Q, МДж, определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^{n} G_i Q_{Hi}^{p}$$

где G_i – количество i-го материала пожарной нагрузки, кг;

$Q^p_{ні}$ – низшая теплота сгорания i-го материала пожарной нагрузки, МДж кг$^{-1}$.

Удельная пожарная нагрузка g, МДж м$^{-2}$, определяется из соотношения

$$g = \frac{Q}{S}$$

где S – площадь размещения пожарной нагрузки, м^2 (но не менее 10 м^2).

В помещениях категорий В1–В4 допускается наличие нескольких участков с пожарной нагрузкой, не превышающей значений, приведенных в табл. 4. В помещениях категории В4 расстояния между этими участками должны быть более предельных. В табл. 5 приведены рекомендуемые значения предельных расстояний $l_{пр}$ в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков $q_{кр}$, кВтм$^{-2}$, для пожарной нагрузки, состоящей из твердых

горючих и трудногорючих материалов. Значения $l_{пр}$, приведенные в табл. 5, рекомендуются при условии, если $H > 11$ м; если $H < 11$ м, то предельное расстояние определяется *как* $l = l + (11 - H)$, где $l_{пр}$ – определяется из таблицы 5, Н – минимальное расстояние от поверхности пожарной нагрузки до нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия), м.

Т а б л и ц а 5

$q_{кр}$, *кВт м*$^{-2}$	5	10	15	20	25	30	40	50
$l_{пр}$, *м*	12	8	6	5	4	3,8	3,2	2,8

Значения $q_{кр}$ для некоторых материалов пожарной нагрузки приведены в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Материал	$q_{кр}$, *кВт м*$^{-2}$
Древесина (сосна влажностью 12 %)	13,9
Древесно-стружечные плиты (плотностью 417 кг□ м$^{-3}$)	8,3
Торф брикетный	13,2
Торф кусковой	9,8
Хлопок-волокно	7,5
Слоистый пластик	15,4
Стеклопластик	15,3
Пергамин	17,4
Резина	14,8
Уголь	35,0
Рулонная кровля	17,4
Сено, солома (при минимальной влажности до 8 %)	7,0

Если пожарная нагрузка состоит из различных материалов, то значение $q_{кр}$ определяется по материалу с минимальным значением $q_{кр}$.

Для материалов пожарной нагрузки с неизвестными значениями $q_{кр}$ значения предельных расстояний принимаются $l_{пр} = 12$ *м*.

Для пожарной нагрузки, состоящей из ЛВЖ или ГЖ, рекомендуемое расстояние $l_{пр}$ между соседними участками размещения (разлива) пожарной нагрузки рассчитывается по формулам

$l_{пр} \geq 15$ *м при* $H \geq 11$,

$l_{пр} \geq 26 - H$ *при* $H < 11$.

Определение избыточного давления взрыва для веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом

Расчетное избыточное давление взрыва ΔР для веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, определяется по приведенной выше методике, полагая

Z = 1 и принимая в качестве величины $H_т$ энергию, выделяющуюся при взаимодействии (с учетом сгорания продуктов взаимодействия до конечных соединений), или экспериментально в натурных испытаниях. В случае когда определить величину ΔP не представляется возможным, следует принимать ее превышающей 5 кПа.

Определение избыточного давления взрыва для взрывоопасных смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли

Расчетное избыточное давление взрыва ΔP для гибридных взрывоопасных смесей, содержащих горючие газы (пары) и пыли, определяется по формуле

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2,$$

где ΔP_1 – давление взрыва, вычисленное для горючего газа (пара) в соответствии с пп. 10 и 11;

ΔP_2 – давление взрыва, вычисленное для горючей пыли.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Системы мгновенного сброса давления газа. Системы мгновенного подавления химической реакции взрыва.

Цель работы: изучить системы предотвращения пожара и взрыва

1. Мембранные клапаны

Чтобы давление при взрыве не было выше тех величин, на которые рассчитаны стенки аппарата, применяют взрывные

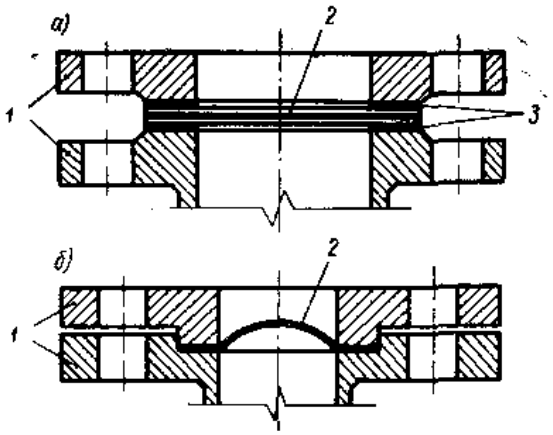

Рис. 18.1. Разрывные мембранные клапаны для защиты аппаратов от разрушения при взрыве

а — клапан с плоской мембраной; *б* — клапан с выгнутой мембраной; *1* — фланцы патрубка; *2* — разрывная мембрана; *3* — прокладки

предохранительные клапаны мембранного типа или взрывные клапаны в виде откидных дверец. Наиболее широко применяют взрывные мембранные клапаны. Ими защищают аппараты рекуперационных установок, аппараты производств, связанных с приготовлением пылевидного топлива и порошковой продукции, ацетиленовые генераторы и ацетиленопроводы, ксантогенаторы, электрофильтры для улавливания горючих пылей и очистки горючих газов и другие опасные по взрыву аппараты, емкости и трубопроводы.

Откидными клапанами - защищают радиантные камеры печей, газогенераторы и т. п.

Мембраны устанавливают на аппаратах и трубопроводах с учетом наиболее вероятного направления распространения взрывной волны. Исходя из характера разрушения, мембраны разделяются па следующие виды: разрывные, срезные, ломающиеся, выщелкивающие, отрывные.

Разрывные мембранные клапаны представляют собой тонкие пластинки чаще всего круглой формы, выполненные из меди, алюминия, мягкой жести, асбеста и пластмасс.

На рисунке показано несколько видов разрывных предохранительных мембран. Предварительно выгнутые мембраны по сравнению с плоскими более чувствительны (т. е. имеют наибольшую точность срабатывания), удобны в монтаже и эксплуатации.

В некоторых случаях для снижения разрывного давления на мембранах делают канавки или риски (продольные, пересекающиеся или кольцевые).

У аппаратов и трубопроводов, работающих под разрежением, для защиты мембран от повреждения при нормальной эксплуатации устанавливают опоры

в виде сеток или пластин с отверстиями, как показано на рисунке ниже. Срезные мембраны имеют ту же область применения, что и разрывные; их отличие заключается в том, что при срабатывании мембрана не разрывается, а срезается по периметру прижимного фланца.

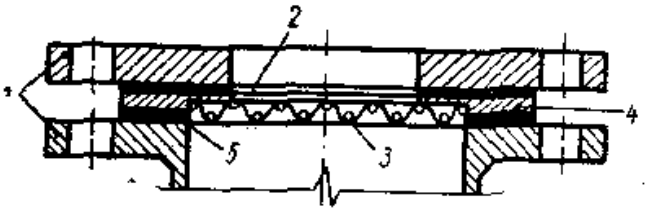

Рис. 18.2. Разрывной мембранный клапан с вакуумной опорой в виде сетки

1 — фланцы патрубка; *2* — разрывная мембрана; *3* — металлическая сетка, приваренная к кольцу; *4* — кольцо; *5* — проклака

Для изготовления ломающихся мембран применяют хрупкие материалы, например чугун, стекло или графит. Такие мембраны обладают большой чувствительностью, особенно к нагрузкам динамического характера.

Когда обычные мембраны (разрывные, срезные) получаются по расчету очень тонкими и ненадежными, то вместо них можно применить выщелкивающие мембраны. Выщелкивающая мембрана имеет выпуклую форму и крепится к кольцу (рис. 18.3) с помощью мягкого припоя или замазки.

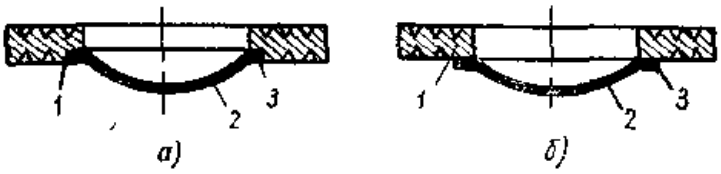

Рис. 18.3. Выщелкивающие мембраны и их крепление к кольцу

а — распорная; *б* — накладная; *1* — кольцо; *2* — мембрана; *3* — припой или замазка

Кольцо устанавливают во фланцевом соединении. При взрыве в аппарате выщелкивающая мембрана выбивается из гнезд, освобождая полностью проходное сечение патрубка.

Если рабочее давление в аппаратах очень высокое (при производстве этилового спирта методом прямой гидратации этилена давление в реакторе 80 *атм,* при производстве полиэтилена высокого давления — 1500 *атм* и т. д.), вместо клапанов с обычными мембранами применяют отрывные клапаны, устройство которых показано на рисунке. Под действием взрывного давления мембраны отрываются по ослабленному сечению и открывают выход продуктам горения.

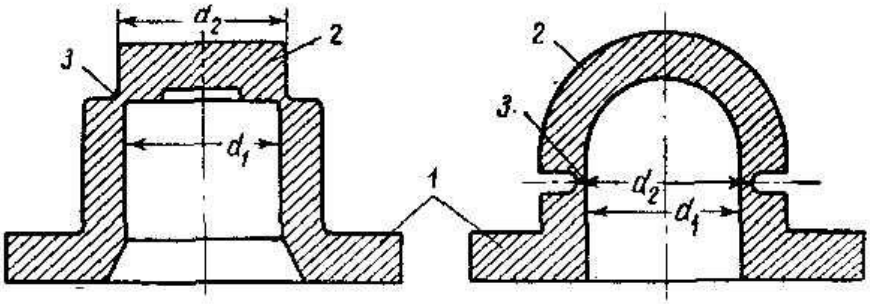

Рис. 18.4. Отрывной мембранный клапан для аппаратов высокого давления

1 — фланцы для крепления к патрубку; *2* — мембрана; *3* — ослабленное сечение мембраны

Таким образом, мембраны до срабатывания плотно закрывают отверстие клапана, создавая хорошую герметизацию аппарата, но после того как сработает клапан, содержимое аппарата будет свободно выходить наружу. В этом и заключается недостаток мембранного клапана.

2. Системы подавления химических реакций.

Несмотря на распространенность системы защиты аппаратов от разрушения при взрыве, ее нельзя назвать достаточно прогрессивной, так как в этом случае не предотвращается сам взрыв.

Второй способ защиты аппаратов от разрушения более активен. Он заключается в подавлении начавшейся химической реакции взрыва, т. е. взрывное горение прекращается, до того, как давление повысится до опасного предела. Известно, что время достижения максимального давления при взрыве углеводородных смесей достигает 50—100 *м/ сек* без учета периода индукции. Нарастание давления от начала его появления до 1 *атм.* длится 10—20 *м/сек.* В дальнейшем скорость нарастания давления быстро возрастает. Если уловить первоначальный момент нарастания давления, химическую реакцию можно затормозить и погасить быстрым введением какого-либо инертного вещества. В общем виде система подавления взрыва состоит из чувствительного элемента, улавливающего повышение давления в аппарате и подавляющего взрыв устройства (см. рис.). В качестве датчиков могут использоваться датчики, настроенные на улавливание определенной величины давления, скорости нарастания давления, или ионизационные, фиксирующие излучение появившегося пламени. Меньшей инерционностью обладает ионизационный датчик.

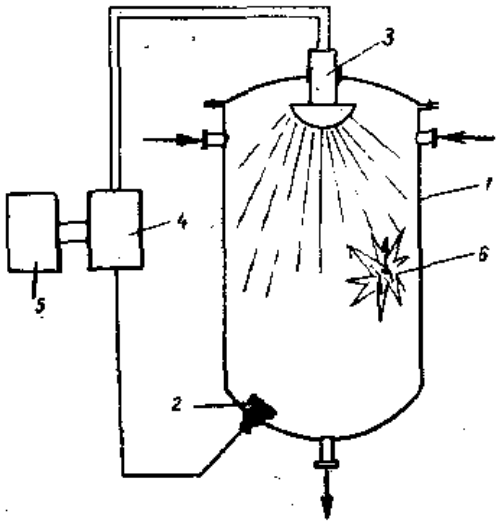

Рис. 18.8. Схема устройства для подавления начавшейся химической реакции взрыва

1 — аппарат; 2 — датчик; 3 — устройство для подачи ингибитора; 4 — электронный прибор; 5 — блок питания; 6 — место начавшейся реакции взрыва

Подавляющее устройство состоит из пиропатрона и разрывного сосуда с огнегасительной жидкостью. После взрыва пиропатрона, при улавливании соответствующего импульса датчиком, огнегаситольное или ингибирующее вещество под давлением распыляется внутрь защищаемого объема. В качестве таких веществ используют воду, четыреххлористый углерод, хлор-бромметан, порошковые составы и другие вещества.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Аппараты с сальниковым уплотнением вращающихся валов и подвижных элементов

Цель работы: изучить методы снижения потерь газа и жидкостей через уплотнения валов технологических аппаратов.

Уплотнения вращающихся валов и штоков, совершающих возвратно-поступательное движение, должны создавать небольшое трение, быть износоустойчивыми, обладать требуемой герметичностью и возможностью легкой замены.

Создать надлежащую герметичность сальников очень трудно, поэтому при работе аппаратов с наличием сальниковых уплотнений всегда наблюдается утечка паров, газов или жидкости.

Для уменьшения потерь при перекачке легковоспламеняющихся жидкостей и сжиженных газов рекомендуется применять бессальниковые и мембранные насосы. В этом случае герметичность уплотнений в радиальном направлении достигается за счет плотного соприкосновения тщательно отшлифованных торцовых поверхностей неподвижной а и вращающейся б втулок.

Герметичность уплотнения вдоль поверхности вала обеспечивается эластичным кольцом в, зажатым между вращающимися втулками б и г и пружиной.

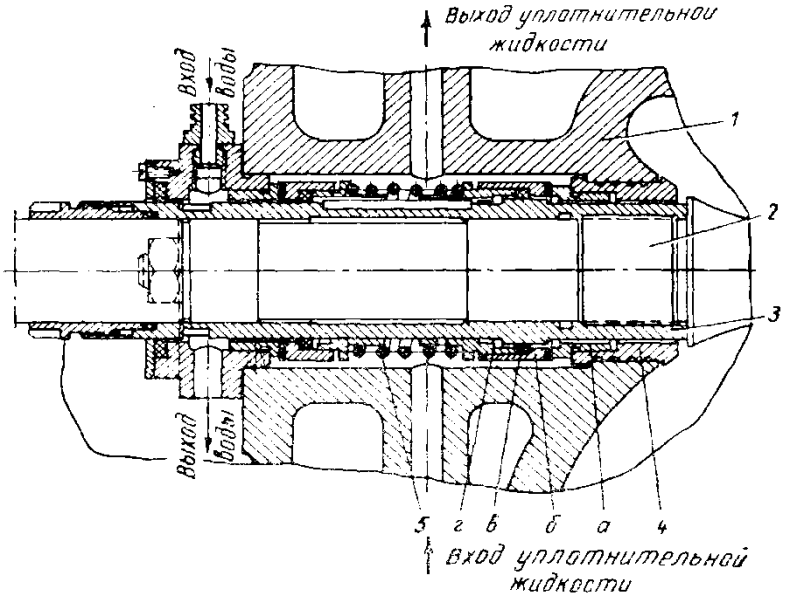

Рис. 2.17. Двойное торцовое уплотнение для центробежных насосов

1 — корпус; *2* - вал; *3* — втулка вала; *4* - упорная втулка; *5* — пружина; *а* — неподвижая втулка; *б* - вращающаяся втулка; *в* — эластичное кольцо (прокладка); *г* - нажимная вращающаяся втулка

При использовании сальниковых насосов следует применять насосы с торцовыми уплотнениями или сальниковые уплотнения с противодавлением, а также другие конструкции сальниковых устройств, сводящих до минимума пропуск перекачиваемого продукта. Конструкция двойного торцового уплотнения вала показана на рис. 2.17.

Уплотняющая жидкость охлаждает и смазывает торцы вращающихся и неподвижных втулок, а также помогает пружине создавать необходимое сжатие. Давление жидкости в камере торцового уплотнения обычно на 0,5—1,5 кГ/см^2 превышает давление перекачиваемого продукта.

При наличии торцовых уплотнений центробежных насосов величину потерь через сальники следует принимать в размере 40% от указанных в табл. 2.6 величин.

Одинарное торцовое уплотнение по конструкции и принципу работы идентично с двойным торцовым уплотнением, но является как бы половиной его, так как уплотнение трущимися торцами осуществляется только со стороны рабочего колеса насоса.

При наличии машин и аппаратов с сальниковыми уплотнениями обычного исполнения, в процессе работы которых наблюдается выход наружу значительного количества пожароопасных или ядовитых паров и газов, необходимо непосредственно от сальников устраивать местные отсосы, побудитель которых целесообразно блокировать с пусковыми устройствами машин.

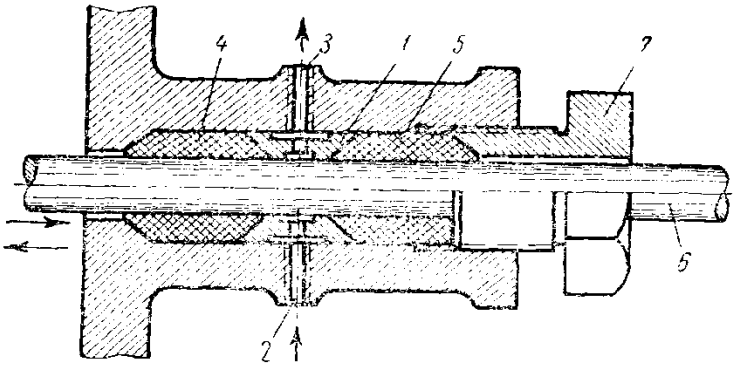

Рис. 2.18. Сальниковое уплотнение с мягкой набивкой и противодавлением

1 — металлическое кольцо; *2, 3* — вход и выход уплотняющей жидкости; *4, 5* — сальниковая набивка; *6* — рабочий шток; *7* — прижимное устройство

Для улучшения герметичности сальников с обычными мягкими сальниковыми набивками применяют дополнительное уплотнение специально подаваемой жидкостью, как показано на рис. 2.18. Уплотнение сальников может быть также в виде фторопластовых колец, прижимаемых пружиной, жидкостью или азотом, как показано на рис. 2.19.

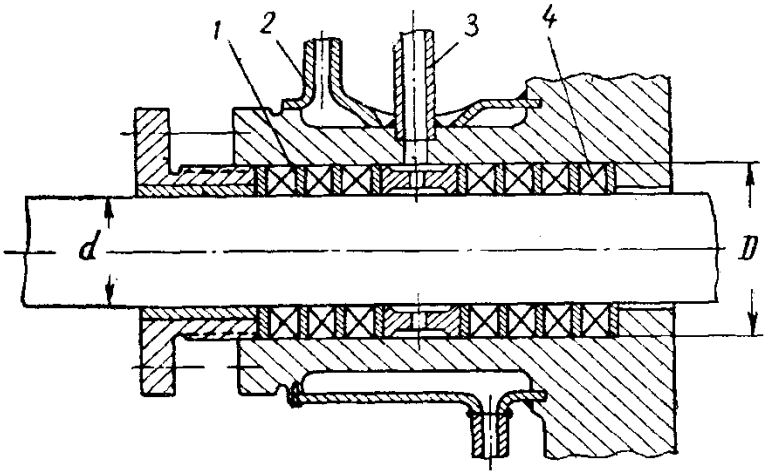

Рис. 2.19. Сальник с фторопластовыми кольцами, уплотненными азотом

1 — фторопластовые кольца; *2* — охлаждение; *3* — противодавление азотом; *4* — заполнитель

В некоторых случаях вместо обычного сальникового уплотнения применяется сильфонное уплотнение (рис. 2.20). Материал сильфонной трубки подбирается исходя из химических свойств вещества, выход которого наружу представляет опасность.

Более надежными и безопасными являются бессальниковые машины, например мембранные насосы, жидкостные и газовые эжекторы, приводы с экранированными электродвигателями.

На рис. 2.21 показана схема аппарата с экранированным электродвигателем. Асинхронный короткозамкнутый электродвигатель в зазоре между

статором и ротором имеет перегородку (гильзу) цилиндрической формы, которая герметично изолирует внутренний объем аппарата и вал с ротором от статора двигателя.

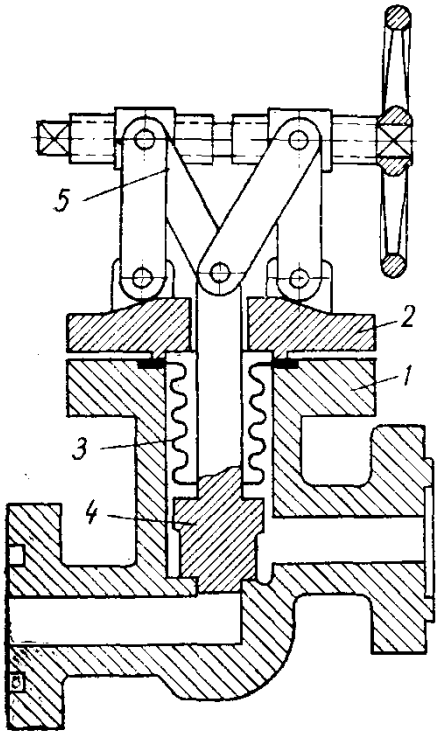

Рис. 2.20. Вентиль с сильфонным уплотнителем

1 — корпус; *2* — крышка; *3* — сильфонное уплотнение; *4* — клапан; *5* — механизм открывания клапана

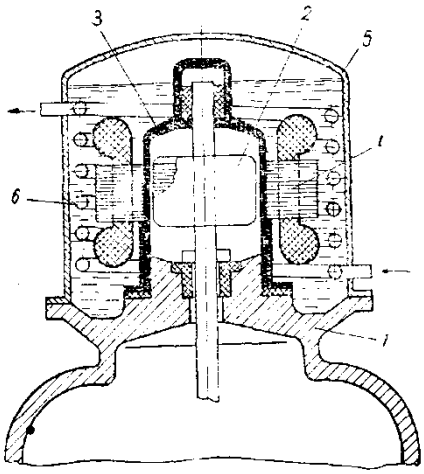

Рис. 2.21. Аппарат с экранированным электродвигателем

1 — корпус аппарата; *2* — ротор электродвигателя; *3* — герметизирующая гильза из немагнитного материала; *4* — статор; *5* — корпус масляной ванны; *6* — система охлаждения масла

Вращение вала достигается посредством вращающегося магнитного поля, передающего крутящий момент через экранированную гильзу на ротор рабочего органа машины или аппарата, вал которого не выходит из корпуса и не требует поэтому никаких уплотнений.

Неизбежность потерь паров и газов из дышащих и герметичных аппаратов, а также при работе насосов и компрессоров приводит к необходимости учета их при составлении материального баланса производственного процесса. Величина потерь при нормальном состоянии аппаратов принимается в пределах 1% часовой производительности аппаратов. Данные о величине учитываемых потерь можно найти в расчетной части пояснительной записки технологического проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля (ГОСТ Р 12.3.047-98). -М.: Госстандарт России, 1998.

2. М.В. Алексеев, О.М. Волков, Н.Ф. Шатров Пожарная профилактика технологических процессов производств. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985.

3. Клубань В.С. и др. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса. - М.: Стройиздат, 1987.

4. ССБТ. Оборудование производственное. Технические требования безопасности (ГОСТ 12.2.003-91).-М.: Госстандарт России,1991.

5. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

6. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в двух томах / Под ред. А.Н. Баратова и А.Я. Корольченко –М.: Химия, 1990

7. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие. – М.: Пожнаука. – 2010., 406с

8. Электротехника и пожарная безопасность электроустановок: Лабораторный практикум / М.Д. Маслаков, Ф.В. Демехин, В.А. Родионов, Р.И. Варков. – СПб.: Санкт-Петербургский институт ГПС МЧС России, 2003. – 52 с.