

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан
Кокшетауский технический институт

**«ӨРТ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ, ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫҢ
АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ЖОЮДЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ»**

атты

XI-шы

Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның
тезистер мен баяндамалар жинағы

Сборник тезисов и докладов

XI-ой

Международной научно-практической конференции

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»**

Көкшетау - 2020

УДК 614 (063)
ББК 68.9 н
А 38

А 38 Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Сборник тезисов и докладов XI-ой Международной научно-практической конференции. 15 октября 2020 г. – Кокшетау: КТИ МЧС РК, 2020. – 336 с.

Главный редактор: **Шарипханов С.Д.**, доктор технических наук, ассоциированный профессор;

Заместитель главного редактора: **Раимбеков К.Ж.**, кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор.

Редакционная коллегия:

Карменов К.К., кандидат технических наук; Альменбаев М.М., кандидат технических наук; Арифджанов С.Б., кандидат технических наук; Жаулыбаев А.А., кандидат технических наук; Макишев Ж.К., кандидат технических наук; Шахуов Т.Ж., кандидат технических наук; Шуматов Э.Г., кандидат философских наук; Шумекоев С. Ш., кандидат педагогических наук.

ISBN 978-601-7978-27-3

В настоящем сборнике содержатся материалы XI-ой Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

Материалы конференции представляют интерес для ученых и специалистов, занимающихся изучением проблем обеспечения пожарной безопасности, регулирования природной и техногенной безопасности, для преподавателей технических вузов, а также для широкого круга читателей, интересующихся проблемами предупреждения и ликвидации аварий, катастроф и стихийных бедствий.

УДК 614
ББК 68.9

ISBN 978-601-7978-27-3

© Кокшетауский технический институт
МЧС Республики Казахстан, 2020

*О. В. Кулаков, кандидат технических наук, доцент
Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков*

ВЛИЯНИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ НА КЛАСС И РАЗМЕР ВЗРЫВООПАСНОЙ ЗОНЫ В ПОМЕЩЕНИИ

Электроустановки во взрывоопасных зонах представляют повышенную опасность. Последствия взрывов и пожаров в таких зонах, как правило, являются чрезвычайно резонансными по сравнению с обычными условиями [1]. Класс взрывоопасной зоны определяет специальные правила устройства электроустановок. Кроме того, класс и размер взрывоопасной зоны определяют порядок ее молниезащиты, например, для вертикальных резервуаров с легковоспламеняющимися жидкостями [2]. Поэтому проблема правильного определения класса и размера взрывоопасной зоны актуальна.

В соответствии с европейскими нормами газо-, паровоздушные взрывоопасные среды могут образовывать взрывоопасные зоны трех классов в зависимости от частоты и продолжительности существования взрывоопасной среды [3]: 0 (пространство, в котором взрывоопасная среда присутствует постоянно или на протяжении продолжительного времени или часто), 1 (пространство, в котором существует возможность образования взрывоопасной среды во время нормальной работы), 2 (пространство, в котором взрывоопасная среда при нормальных условиях эксплуатации отсутствует, а если возникает, то редко и продолжается недолго).

Пылевоздушные взрывоопасные среды могут образовывать взрывоопасные зоны также трех классов [4]: 20 (пространство, в котором пылевая взрывоопасная среда в виде облака пыли в воздухе присутствует постоянно или часто, или в течение длительного периода времени; имеет место в пределах корпусов технологического оборудования), 21 (пространство, в котором существует высокая вероятность присутствия пылевой взрывоопасной среды в виде облака пыли в воздухе при нормальной работе оборудования), 22 (пространство, в каком пылевая взрывоопасная среда при нормальных условиях эксплуатации отсутствует, а если она возникает, то редко и длится недолго).

Классы и размеры взрывоопасных зон, образованных газо-, паровоздушными взрывоопасными средами определяются расчетом. Исходными параметрами, в частности, принимаются:

- климатические условия;
- свойства горючего газа или легковоспламеняющейся жидкости;
- степень утечки (непрерывная (утечка существует постоянно; например, поверхность жидкости в резервуаре с постоянно открытым в атмосферу вентиляционным клапаном; в случае отсутствия вентиляции имеет место взрывоопасная зона класса 0), первой степени (случайная утечка при нормальном режиме работы; например, уплотнения насосов, клапанов, фланцевые соединения с возможной утечкой легковоспламеняющейся жидкости при нормальной работе; в случае отсутствия вентиляции имеет место взрывоопасная зона класса 1), второй степени (утечка невозможна при нормальных режимах работы; например, уплотнения насосов, клапанов, фланцевые соединения при отсутствии утечки легковоспламеняющейся жидкости при нормальной работе; в случае отсутствия вентиляции имеет место взрывоопасная зона класса 2)). В зависимости от степени утечки вводится понятие коэффициента безопасности по отношению к нижнему концентрационному пределу распространения пламени (для утечки непрерывной и первой степеней $k = 0,25$, второй степени – $k = 0,5$);
- интенсивность утечки жидкости; может определяется формулой:

$$\left(\frac{dG}{dt}\right)_{\max} = C_d \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot \Delta p}, \text{ кг/с}, \quad (1)$$

где $C_d \leq 1$ – коэффициент утечки;

S – площадь поперечного сечения отверстия, через который происходит утечка, м^2 ;

ρ – плотность легковоспламеняющейся жидкости, кг/м^3 ;

Δp – разница давлений в отверстии из которого идет утечка, Па.

- уровень вентиляции (высокий (обеспечивает мгновенное снижение концентрации газа или пара до уровня ниже нижнего концентрационного предела распространения пламени), средний (концентрация опасной жидкости за пределами взрывоопасной зоны во время утечки является меньшей нижнего концентрационного предела распространения пламени), низкий (не позволяет быстро устранить взрывоопасную среду после прекращения утечки)).

Определяется минимальный объемный расход свежего воздуха:

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{\min} = \frac{\left(\frac{dG}{dt}\right)_{\max}}{k \cdot C_H^0} \cdot \frac{T}{293}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2)$$

где T – температура окружающей среды, К;
 C_n^0 – нижний концентрационный предел распространения
 пламени, кг/м³.

Рассчитывается гипотетический объем взрывоопасной среды:

$$V_z = \frac{f \cdot \left(\frac{dV}{dt}\right)_{\min}}{C}, \text{ м}^3, \quad (3)$$

где f – коэффициент эффективности рассеивания взрывоопасной среды (находится в пределах от 1 (идеальная ситуация) до 5 (есть преграды воздушному потоку системы вентиляции));

C – кратность воздухообмена в помещении, 1/час.

В случае утечки первой и второй степени рассчитывают время существования взрывоопасной среды:

$$t = \frac{-f}{C} \cdot \ln \frac{C_n^0 \cdot k}{X_0}, \text{ час}, \quad (4)$$

где X_0 – начальная концентрация легковоспламеняющейся жидкости (единица измерения совпадает с единицей измерения нижнего концентрационного предела распространения пламени C_n^0). В непосредственной близости от источника утечки $X_0=100\%$.

Размеры взрывоопасных зон, образованных пылевоздушными взрывоопасными средами, рекомендовано принимать фиксированными. Зона 20 имеет место в середине пылезащитной оболочки. Протяженность зоны 21 обычно принимается на расстоянии 1 м от источника утечки. Протяженность зоны 22 обычно принимается на расстоянии 3 м от источника утечки.

Оценим влияние вентиляции на класс и размер взрывоопасной зоны, которая создается газо- паровоздушной взрывоопасной средой в помещении.

Класс взрывоопасной зоны определяется величиной гипотетического объема взрывоопасной среды V_z и временем существования взрывоопасной среды t .

Размер взрывоопасной зоны определяется величиной гипотетического объема взрывоопасной среды V_z в сравнении с объемом помещения V_0 , в котором может образоваться взрывоопасная зона. Взрывоопасная зона может занимать как все помещение, так и часть его.

Если рассчитанный гипотетический объем взрывоопасной среды V_z является незначительным (меньшим $0,1 \text{ м}^3$), то уровень вентиляции высокий. Если V_z меньший или равен V_0 , то уровень вентиляции средний. Если V_z превышает V_0 , то уровень вентиляции низкий.

Анализ формул (3) и (4) показывает, что гипотетический объем взрывоопасной среды V_z и время существования взрывоопасной среды t зависят от кратности воздухообмена в помещении C по гиперболическому закону вида $\frac{K}{C}$. Для V_z коэффициент K зависит от климатических условий и свойств газа (жидкости), степени утечки жидкости и интенсивности утечки $(\frac{dG}{dt})_{\max}$. Для t коэффициент K зависит от климатических условий, свойств газа (жидкости) и степени утечки жидкости.

На примере насосной станции для перекачивания светлых нефтепродуктов определено влияние вентиляции на класс и размер взрывоопасной зоны, создаваемой паровоздушной взрывоопасной средой в помещении. Получено, что при использовании в насосной станции для перекачивания светлых нефтепродуктов основного центробежного насоса марки БНДв гипотетический объем взрывоопасной среды является значительным. Поэтому, в зависимости от геометрического объема помещения, уровень вентиляции кратности до $C=12/\text{час}$ является или средним или низким. Время существования взрывоопасной среды минимально при кратности вентиляции $C=12$ $1/\text{час}$ и равно $t=2,5$ часа. Таким образом, условия для взрывоопасной зоны класса 2 не выполняются, и в помещении имеет место взрывоопасная зона класса 1. Для перевода помещения из взрывоопасной зоны класса 1 во взрывоопасную зону класса 2 необходимо или увеличивать кратность вентиляции или не допускать утечки через уплотнения.

Выводы. При определении класса и размера взрывоопасной зоны для газо-паровоздушных взрывоопасных сред в помещении исходными параметрами являются климатические условия, опасные свойства веществ, степень утечки, уровень вентиляции. Рассчитываются интенсивность утечки, гипотетический объем взрывоопасной среды и время ее существования.

Класс взрывоопасной зоны зависит от величины гипотетического объема взрывоопасной среды и времени ее существования. Размер взрывоопасной зоны определяется величиной гипотетического объема

взрывоопасной среды в сравнении с объемом помещения, в котором эта взрывоопасная среда может создаваться.

1. Размеры взрывоопасных зон, образованных пылевоздушными взрывоопасными средами, принимаются фиксированными.

Список литературы

1. Кулаков О. В. Вплив параметрів електричної мережі на вибір апаратів захисту від короткого замикання електроустановок у вибухонебезпечних зонах / О. В. Кулаков, А. М. Катунін, О. О. Бодрик // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. НУГЗ Украины. – 2019. – Вып. 46. – С. 86-93.

2. Кулаков О. В. Дослідження блискавкозахисту вертикальних резервуарів для нафти та нафтопродуктів / О. В. Кулаков, А. М. Катунін, С. В. Рудаков // Проблемы пожарной безопасности: Сб. науч. тр. НУГЗ Украины. – 2018. – Вып. 43. С. 85-90.

3. Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres: IEC 60079-10-1:2015 RLV. – Publication date 2015-09-08. – Geneva, 2015. – 226 p.

4. Explosive atmospheres - Part 10-2: Classification of areas - Explosive dust atmospheres: IEC 60079-10-2:2015 RLV. – Publication date 2015-01-16. – Geneva, 2015. – 92 p.

УДК 614.842/847

Д. С. Куприн

ООО Научно-Производственное Объединение

«Современные Пожарные Технологии», Россия, г. Санкт - Петербург

МЕТОД ЛИКВИДАЦИИ ГОРЕНИЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С ПОМОЩЬЮ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕЙ КРЕМНЕЗЕМНОЙ ПЕНЫ

Конец XX-начало XXI вв. ознаменовались революционным развитием техники с независимыми источниками энергии. Наиболее актуальными являются электрические источники на базе аккумуляторов и аккумуляторных батарей, в том числе литий-ионных, которые особо активно используются в ракетно-космической и военно-морской