

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XVIII Міжнародна
науково-практична конференція
молодих вчених, курсантів та студентів

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



Львів-2023



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XVIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих вчених, курсантів та
студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2023

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Василь ПОПОВИЧ** – т.в.о. проректора з науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, професор;
- Заступники голови:** **Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО** – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., ст. досл., ЛДУ БЖД;;
Василь КАРАБИН – д.т.н., доцент, начальник Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, ЛДУ БЖД;
Андрій ЛИН – к.т.н., доцент, начальник Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;
Ольга МЕНЬШИКОВА – к.ф.-м.н., доцент, заступник начальника Навчально-наукового інституту цивільного захисту, ЛДУ БЖД;
- Члени наукового комітету:** **Henryk POLCIK** – PhD, SEW, Cracow, Poland;
Rafal MATUSZKIEWICZ – MSFS, Warsaw, Poland;
Oksana TELAK – Doctor of Sciences, MSFS, Warsaw, Poland ;
Oliver WICHE – PhD, TUBAF, Freiberg, Germany ;
Izabella GRABOWSKA-LEPCZAK – PhD, MSFS, Warsaw, Poland ;
Dariusz SKALSKI – Doctor of Sciences, Professor, UPES, Gdansk, Poland;
Jerzy TELAK – Doctor of Sciences, Professor, ASE, Warszawa, Poland;
Ausra MAZEIKIENE – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Protection and Water Engineering, VGTU;
Юрій СТАРОДУБ – д.ф.-м.н., професор, професор відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;
Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ – к.і.н., доцент, учений секретар Університету, ЛДУ БЖД;
- Члени оргкомітету:** **Юрій РУДИК** – д.т.н., доцент, головний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;
Ярослав КИРИЛІВ – к.т.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;
Іван ПАСНАК – к.т.н., доцент, заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;
Ірина БАБІЙ – к.пед.н., заступник начальника Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, ЛДУ БЖД;
Тарас БОЙКО – к.т.н., заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;

УДК 614.841

ВИБУХОПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕКА ПРИМІЩЕНЬ З КИСНЕВИМИ УСТАНОВКАМИ ТА АПАРАТАМИ

Світлана Багрій

Н.О. Ференц, кандидат технічних наук, доцент
Львівський державний університету безпеки життєдіяльності

Приведено аналіз вибухопожежонебезпеки приміщень з кисневими установками та апаратами. Розрахунково підтверджено, що приміщення, у яких знаходиться кисень, слід відносити до категорії А – вибухопожежонебезпечна. Оскільки, вибухи виникають при взаємодії кисню з вуглеводнями, то для розрахунків приймаємо питому теплоту згорання метану – як величину енергії, що виділяється під час взаємодії вищезазначених речовин.

Ключові слова: категорія, кисень, вибухопожежонебезпека, тиск вибуху, аварія.

EXPLOSION AND FIRE SAFETY OF PREMISES WITH OXYGEN INSTALLATIONS AND APPARATUS

Svitlana Bagrii

N.O. Ferents, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Lviv State University of Life Safety

An analysis of the explosion and fire hazard of premises with oxygen installations and devices is given. Calculations have confirmed that rooms containing oxygen should be assigned to category A - fire-explosive. Since explosions occur during the interaction of oxygen with hydrocarbons, for calculations we take the specific heat of combustion of methane as the amount of energy released during the interaction of the above-mentioned substances.

Keywords: category, oxygen, explosion and fire hazard, explosion pressure, accident.

На підприємствах приміщення, де знаходяться апарати та установки з киснем відносять до категорії Д – зниженопожежонебезпечна. Однак, на даний час нагромаджено великий практичний досвід щодо випадків загорянь і вибухів кисневих установок, балонів та апаратів з киснем.

Метою роботи є аналіз вибухопожежної небезпеки установок та апаратів з киснем для визначення категорії приміщень і зовнішніх установок за вибухопожежною небезпекою.

Так як кисень є негорючим газом, то приміщення у яких він знаходиться (зберігається, переробляється, транспортується) відносять до категорії Д (зниженопожежонебезпечна), а зовнішні установки з киснем – до категорії Д₃ [1].

Кисень є негорючий газ, однак це – сильний окисник. Горючі гази, легкозаймисті та горючі рідини, зокрема, масла, утворюють з киснем вибухонебезпечні суміші. Пористі горючі речовини (деревина, вугілля, асфальт тощо), просочені рідким киснем, за наявності джерела запалювання чи при ударі згоряють з вибухом. Дрейф хмари з підвищеним вмістом кисню може призвести до займання споруд, матеріалів, до термічних травм персоналу на великій відстані від початкового місця викиду.

Із аналізу аварії, які пов'язані з використанням обладнання, в якому транспортується, зберігається або циркулює кисень (рідкий чи газоподібний), впливає наступне:

1. При контакті матеріалів з рідким киснем утворюються надзвичайно небезпечні вибухові системи. Якщо органічні продукти просочуються рідким киснем, то утворюються системи, які за своїми характеристиками інколи навіть мають перевагу у порівнянні з вибуховими речовинами.

2. В атмосфері з вмістом газоподібного кисню більше за 21% зростає пожежна небезпека речовин і матеріалів. Матеріали, які вважалися за нормальних умов малогорючими, сильно горять при надлишку кисню. У таких умовах займання можуть спричинити такі малопотужні джерела займання як іскри удару і тертя. Підвищений вміст кисню в атмосфері і висока температура може зумовити самозаймання органічних матеріалів і при відсутності джерел запалювання.

3. Швидкість горіння збільшується прямо пропорційно концентрації кисню. Тобто, при тиску кисню 0,1 МПа швидкість горіння буде в 5 раз вища, ніж при нормальному тиску кисню. Ще більше прискорюється процес горіння, якщо тиск кисню більший від атмосферного, а також при підвищеній температурі. У разі надлишку кисню ускладнюється гасіння.

Аналіз аварій з киснем вказує на необхідність віднесення приміщень, де знаходяться апарати та установки з киснем з категорії Д – зниженопожежонебезпечна до категорії А – вибухопожежонебезпечна.

У основу чинної методики категорювання приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою прийнято ряд принципів [1], зокрема, приймається найбільш несприятливий варіант аварії або період нормального функціонування технологічної системи і її елементів. Однак, при визначенні категорії приміщень і зовнішніх установок, де знаходиться кисень, розглядають безаварійний режим роботи, а оскільки, кисень є негорючим газом, то такі приміщення і зовнішні установки відносять до категорії Д – зниженопожежонебезпечна.

Для утворення вибухонебезпечної суміші з киснем достатньо невеликої кількості вуглеводнів. Таким чином, найбільша небезпека – викид кисню при порушенні герметичності балонів чи апаратів, утворення вибухонебезпечної суміші кисню з вуглеводнями та її вибух.

У роботі проведено розрахунок категорії приміщення, де знаходиться резервуар з киснем (маса кисню, що бере участь в аварії – 2 т). Входячи з того, що суміші кисню з органічними речовинами характеризуються великою енергією вибуху, то для розрахунків беремо питому теплоту згорання (за метаном) – 50125 кДж/кг. За результатами розрахунків у приміщеннях, де знаходиться кисень, надлишковий тиск вибуху $\Delta P > 5 \text{кПа}$. Тобто, такі приміщення слід відносити до категорії А.

Таким чином, основна небезпека розвитку аварій на кисневих установках зумовлена витіканням рідкого кисню, його контакти з органічними речовинами і утворенням вибухонебезпечних сумішей з киснем в рідкому або газоподібному стані, що в подальшому може стати причиною потужних вибухів.

Розрахунково підтверджено, що приміщення, у яких знаходиться кисень, слід відносити до категорії А – вибухопожежонебезпечна. Оскільки, вибухи виникають при взаємодії кисню з вуглеводнями, то для розрахунків приймаємо питому теплоту згорання метану ($H_T = 50125 \text{ кДж/кг}$) – як величину енергії, що виділяється під час взаємодії вищезазначених речовин.

Література

1. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 2017-01-01]. Київ, 2016. 31 с. (Інформація та документація).
2. Павлюк Ю.Е., Ференц Н.О. Про необхідність внесення змін у методику категорювання зовнішніх технологічних установок за вибухопожежною небезпекою. *Пожежна безпека*. №18, 2011. С.128–133.

References

1. DSTU B V.1.1-36:2016. Determination of categories of premises, buildings and external installations according to explosion and fire hazard. [Acting from 2017-01-01]. Kyiv, 2016. 31 p. (Information and documentation).
2. Pavlyuk Yu.E. , Ferents N.O. On the need to make changes to the methodology for categorizing external technological installations according to explosion and fire hazard. *Fire Security*. №18, 2011. P.128–133.