

УДК 614.834

Д. Г. Хроменков, Ю. Б. Гулик, Н. М. Ільченко,
Р. І. Кравченко, канд. техн. наук., ст. наук. співр.,
Український науково-дослідний інститут цивільного захисту

ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО МЕТОДІВ ОЦІНКИ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АЕРОЗОЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ, А САМЕ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЦЬ ЗАЙМИСТОСТІ ГАЗІВ

Директивою 2012/18/ЄС, що впроваджується у національне законодавство, встановлено правила запобігання великомасштабним аваріям, пов'язаним з небезпечними речовинами, а також обмеження впливу цих речовин на здоров'я людей та навколишнє природне середовище.

Для визначення обов'язків суб'єктів господарювання та компетентних органів влади, а також періодичності здійснення державного нагляду за дотриманням суб'єктами господарювання вказаних правил, зазначеною директивою запроваджено класифікацію підприємств залежно від ступеню ризику: з низьким і високим.

Ступінь ризику підприємства ідентифікується залежно від виду, класу, категорії та маси небезпечних речовин, що може призвести до виникнення великомасштабної аварії, що виготовляються, використовуються, переробляються або зберігаються в установках, розміщених на території підприємства.

Тому був проведений аналіз вимог нормативних документів щодо забезпечення пожежної безпеки аерозольних розпилювачів. Згідно з Директивою Ради 75/324/ЄС, сфера дії цього акта ЄС поширюється на аерозольні розпилювачі одноразового використання з максимальною загальною місткістю ємності від 50 мл включно. У Директиві Ради 75/324/ЄС відсутні посилання на гармонізовані європейські та міжнародні стандарти щодо аерозольних розпилювачів. Для виявлення таких стандартів виконано огляд нормативної бази Міжнародної організації стандартизації (ISO) та Європейського комітету стандартизації (CEN) та Національної нормативної бази. Виявлено низку стандартів, що встановлюють вимоги до аерозольних розпилювачів та методи випробувань в частині визначення границь займистості газів.

Ключові слова: аерозолі, границі займистості, полум'я, суміш газів.

Постановка проблеми. На цей час втратили чинність європейські стандарти EN 14851:2005, EN 14852:2005 та EN 14853:2005, які встановлювали методи випробування аерозолів на займистість. Відповідно до Директиви Ради 75/324/ЄС пожежонебезпечні властивості аерозолів визначають за даними показників займистості та теплоти згорання їх компонентів, які можуть бути у твердому, рідкому та газовому агрегатних станах. Для визначення пожежонебезпечних властивостей твердих речовин (компонентів) застосовуються джерела запалювання з різними параметрами. У зв'язку з цим розглянемо дослідження щодо методів оцінки пожежонебезпечних властивостей, а саме визначення границь

займистості газів аерозольних компонентів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами пошуку та аналізу останніх досліджень і публікацій наукових робіт дослідників та науковців, у яких започаткованого розв'язання даної проблеми, не виявлено. Тому представлені результати можливо вважати новими в даній тематиці досліджень.

Формулювання цілей статті. Відповідно до постановки проблеми було поставлено вирішення таких задач, а саме:

- проведення досліджень щодо забезпечення стандартизованими методами оцінки та їх характеристиками презумпції відповідності аерозольних розпилювачів нормованим вимогам пожежної безпеки, що включають:
- дослідження щодо методів оцінки

пожежонебезпечних властивостей аерозольних компонентів;
- дослідження щодо методів оцінки пожежної небезпеки аерозольних розпилювачів.

Виклад основного матеріалу. Для визначення класу горючості аерозолів використовують дані щодо маси і теплоти згорання, надані в науково-довідковій літературі або визначені із застосуванням стандартів [1]–[3], та методи випробування на займистість, опис яких наведено в Директиві Ради 75/324/ЄЕС [4].

Відповідно до Директиви Ради 75/324/ЄЕС [4] приналежність газу до категорії займистих визначають за

наявністю діапазону займистості газу за температури 20 °С і нормального атмосферного тиску 1,013 бар. Для визначення цього діапазону згідно з Регламентом (ЄС) № 1272/2008 [5] пропонується застосування методів, встановлених в ISO 10156 [6] та EN 1839 [7].

Відповідно до ISO 10156 [6] діапазон займистості визначається нижньою та верхньою межами (границями) займистості.

Для визначення зазначених показників для суміші газу в повітрі застосовують випробувальне устаткування, надане на рисунку 1.

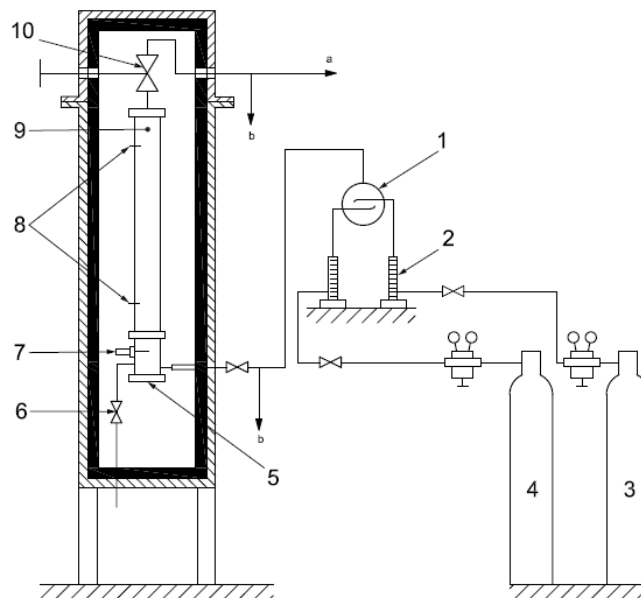


Рисунок 1 – Випробувальне устаткування для визначення діапазону займистості газів:
а) газова суміш, що випускається в атмосферу; б) газова суміш, що аналізується;

1 – змішувач; 2 – витратомір; 3 – випробувальний газ; 4 – стиснуте повітря;
5 – запобіжний пристрій; 6 – вентиль; 7 – термопара; 8 – трубка з пірексу довжиною 1 м та внутрішнім діаметром 50 мм.

Суть методу випробування полягає у змішуванні газу або газової суміші в бажаних пропорціях з повітрям, ініціюванні займання випробної суміші і спостереганні поширення полум'я в реакційній посудині.

Реакційна посудина являє собою вертикальний циліндр з товстого скла (наприклад, 5 мм), що має мінімальний внутрішній діаметр 50 мм і мінімальну висоту 300 мм.

Для запалювання газової суміші використовують електроди, відстань між якими становить 5 мм, що знаходяться на висоті від 50 мм до 60 мм над основою трубки. Генерування іскри тривалістю від 0,2 с до 0,5 с з енергією 10 Дж забезпечується високовольтним трансформатором з вихідною напругою 15 кВ та струмом 30 мА.

Газ вважають горючим, якщо за певної його концентрації в повітряній

суміші відбувається відрив полум'я та поширення його вверх на відстань не менше

ніж 100 мм, як це показано на рисунку 2.



Рисунок 2 – Схематичне зображення критерія відриву полум'я

Аналогічний метод визначення займистості газів установлений в А.11 Регламенту (ЄС) № 440/2008 [8].

Відмінністю є те, що відстань між електродами може складати від 3 мм до 5 мм, і вони мають розташовуватися лише на висоті 60 мм. Тривалість існування іскри має становити 0,5 с. Для її створення потрібен трансформатор з вихідною напругою від 10 кВ до 15 кВ з вхідною потужністю 300 Вт. За таких даних струм на виході з трансформатора становить від 20 мА до 30 мА.

Відповідно до ISO 10156 [6] діапазон

займистості ще називають діапазоном вибуховості, який визначається нижньою та верхньою границями (межами) вибуховості. Для визначення такого діапазону може бути застосований метод випробування згідно з EN 1839 [7], який прийнятий як ДСТУ EN 1839:2017.

Згідно з цим стандартом для визначення діапазону вибуховості за критеріями займистості застосовують метод Т (трубки).

Випробувальне устаткування, що використовується задля цього представлено на рисунку 3.

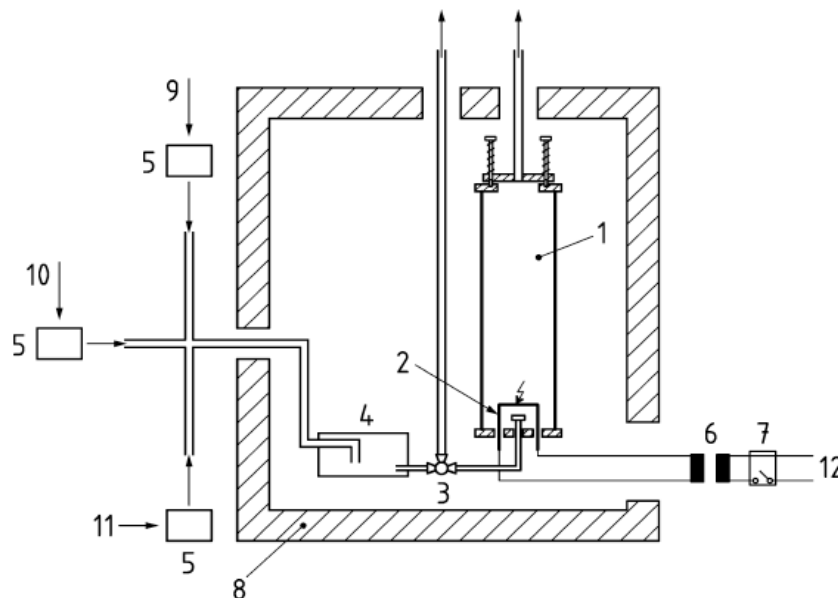


Рисунок 3 – Випробувальне устаткування для визначення діапазону вибуховості газів: 1 – випробувальна посудина; 2 – запальний електрод; 3 – триходовий клапан; 4 – змішувальна посудина; 5 – вимірний прилад; 6 – високовольтний трансформатор; 7 – таймер; 8 – установка для підтримання температури; 9 – горюча речовина; 10 – повітря; 11 – інертний газ.

Метод випробування за EN 1839 [7] має можливість визначати вибуховість газів за температури до 220 °С. Цей метод має такі відмінності.

Реакційна посудина може виготовлятися не тільки із скла, але й з прозорого полікарбонату. Внутрішній діаметр реакційної посудини повинен становити (80 ± 2) мм.

Електроди мають виготовлятися з неіржавих стрижнів діаметром 4 мм і менше із загостренням під кутом нахилу $(60 \pm 3)^\circ$. Відстань між електродами має становити (5 ± 1) мм, і вони мають розміщуватися на висоті (60 ± 1) мм.

Для створення іскри використовують високовольтний трансформатор напругою від 13 кВ до 16 кВ, який дозволяє генерувати іскру потужністю 10 Вт тривалістю 0,2 с.

Газ вважають вибуховим, якщо за певної його концентрації в повітряній суміші відбувається відрив полум'я та поширення його вгору на відстань не менше ніж 100 мм, як це показано на рисунку 2, або утворене сяйво досягає верхньої частини трубки чи має висоту 240 мм і більше, як це показано на рисунку 4.



Рисунок 4 – Схематичне зображення критерія висоти саява

В EN 1839 [7] також установлений альтернативний метод визначення нижньої та верхньої границь вибуховості – метод В (бомби). Критерієм вибуху газу є генерація надлишкового тиску, що дорівнює або перевищує надлишковий тиск, що створюється в повітрі джерелом займання плюс $(5 \pm 1) \%$ початкового тиску.

Відхилення між результатами випробування, отриманими за методами Т та В, може становити до 10 %.

Метод визначення нижніх та верхніх границь (меж) займистості (вибуховості) також установлений в 4.10 ГОСТ 12.1.044 [9]. У цьому стандарті ці межі називають

концентраційними межами поширення полум'я.

Цей метод дозволяє оцінювати займистість газів за температури від 15 °С до 150 °С із застосуванням установки, представленої на рисунку 5.

Основним елементом установки є реакційна посудина, яка являє собою циліндр з стійкого до корозії металу з внутрішнім діаметром (300 ± 10) мм, висотою (800 ± 30) мм і товщиною стінки не менше ніж 2 мм, який герметично закритий нерухомою верхньою і рухомою нижньою кришками.

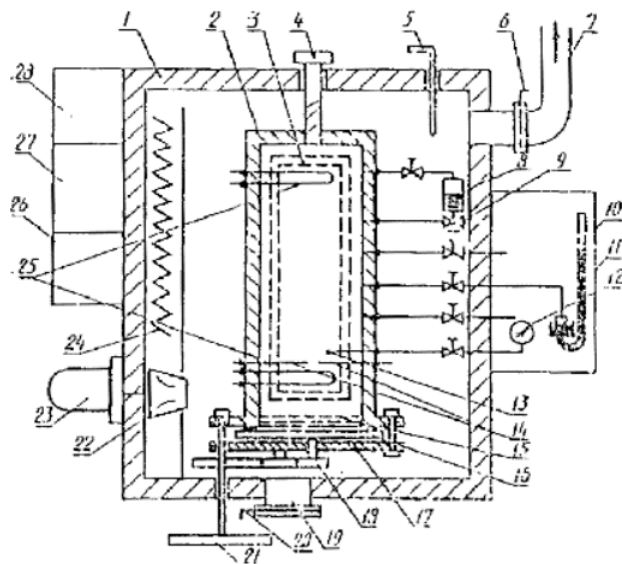


Рисунок 5 – Установка для визначення концентраційних меж поширення полум'я:

1 – термошафа; 2 – реакційна посудина; 3 – оглядові вікна; 4 – патрубок; 5 – термоелектроперетворювач блоку регулювання температури; 6 – засувка; 7 – вентиляційний патрубок; 8 – випарник; 9 – вентиль; 10 – ртутний манометр; 11 – пневмопульт; 12 – газовий термометр; 13 – датчик термометру; 14 – електрод джерела запалювання; 15 – вогнестійка перешкода; 16 – нижня кришка; 17 – коромисло; 18 – шестерні; 19 – продувний отвір; 20 – заслінка; 21 – штурвал; 22 – вентилятор; 23 – електродвигун; 24 – електронагрівачі; 25 – змішувачі; 26 – джерело займання; 27 – електропульт; 28 – блок регулювання температури.

Для запалювання газової суміші в реакційній посудині застосовують електроди, що являють собою металеві стрижні діаметром $(3,0 \pm 0,3)$ мм, які встановлюються горизонтально і співвісно один до одного в діаметральній площині реакційної посудини на відстані (750 ± 20) мм від верхньої кришки або на висоті 50 мм над нижньою кришкою. Внутрішні кінці електродів, заточені під кутом $(10 \pm 3)^\circ$, а самі електроди розміщують на відстані від 5 мм до 7 мм один від одного.

У сумішах, де полум'я поширюється у вигляді деформованої конвективної сфери, за горючу суміш приймають таку, в якій полум'я поширюється до бічних стінок реакційної посудини. Подальша поведінка полум'я (дійде воно до верхньої кришки посудини або в результаті виштовхує «ефект труби», буде викинуто з посудини, не

встигаючи досягнути верхньої кришки посудини) не повинно прийматися до уваги при оцінюванні результату досліду.

У сумішах, де полум'я може досягти верхньої кришки посудини раніше, ніж бічних стінок, горючу суміш приймають таку, в якій полум'я поширюється до верхньої кришки реакційної посудини.

За межю поширення полум'я приймають середнє арифметичне шести найближчих значень концентрації досліджуваної речовини в суміші, в трьох з яких спостерігаються позитивні результати випробування, а в трьох інших – негативні. Отримане значення межі округляють до другого знака після коми.

Порівняльну характеристику розглянутих методів випробування представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика методів визначення меж займистості газів

Основні характеристики	ГОСТ 12.1.044-89	Регламент (ЄС) 440/2008	ISO 10156	EN 1839
1	2	3	4	5
Специфікація речовин	Газо та пароповітряна суміш	Гази, змішані з повітрям	Газ або газова суміш	Гази, пари та їх суміші
Умови застосування	Атмосферний тиск Температура: від 15 до 150 °С	Атмосферний тиск Температура 20 °С	Атмосферні умови	Атмосферний тиск Температура: до 200 °С
Реакційна посудина: матеріал посудини внутрішній діаметр, мм висота, мм товщина стінки, мм	метал 300±10 800±30 > 2	скло > 50 > 300 -	скло 50 300 5	скло 80 300 -
Електроди: відстань над дном, мм тривалість іскри, с	50 0,5	60 0,5	50-60 0,2-0,5	60±1 0,2
Джерело запалювання: Трансформатор потужність, кВт	–	10 – 15	13 – 16	0,7 – 3,5
Оцінка результатів випробування	1) Поширення полум'я до бічних стінок реакційної посудини 2) Поширення полум'я до верхньої кришки реакційної посудини за умови, що полум'я може досягти верхньої кришки раніше, ніж бічних стінок	Відділення полум'я від джерела запалювання та самостійне його поширення	Відшарування полум'я і розповсюдження по трубці не менш як 100 мм	Метод Г 1) Відшарування та рух полум'я від місця подачі іскри не менше 100 мм. 2) Утворення гало (саяво), яке або досягає вершини трубки або досягає мінімальної висоти 240 мм. Метод В Генерація надлишкового тиску для спалаху, що дорівнює або перевищує надлишковий тиск, створюваний тільки джерелом займання в повітрі плюс (5±0,1) % вихідного тиску

З огляду характеристик, представлених у таблиці 1, можна констатувати, що метод випробування за ГОСТ 12.1.044 [9] суттєво відрізняється від

інших у частині випробувального устаткування. У зв'язку з великим діаметром реакційної посудини цим стандартом установлений критерій, за яким оцінюється наявність бічного поширення полум'я, що не визначений у ISO 10156 [6], EN 1839 [7].

Висновки. З прийняттям зазначеного європейського стандарту, як національного стандарту України, скасування дії в Україні ГОСТ 12.1.044 [9] з 2019 року, не призведе до прогалин в нормативній базі з розглянутих питань.

Перевагами методу випробування за європейським стандартом порівняно з міжнародним стандартом є застосування критерія висоти саява та можливість отримання меж (границь) займистості за підвищеної температури. У той же час, останній містить додаткові положення, які не визначені в європейському стандарті, в

частині, що стосується даних про такі показники та методу розрахунку щодо оцінки займистості сумішей, що містять декілька горючих та інертних газів.

Крім цього, ISO 10156 [6] містить метод оцінки окислювальної здатності газів, який не впроваджений у національні стандарти України.

З огляду на це, в Україні є необхідність прийняття ISO 10156 [6], але з внесенням національного відхилення в частині застосування критеріїв оцінки результатів визначення границь займистості.

Обидва стандарти ISO 10156 [6] та EN 1839 [7] можуть бути включені до переліку стандартів, застосування яких надає презумпцію відповідності вимогам розробленого проекту Технічного регламенту аерозольних розпилювачів, який перебуває на погодженні з центральними органами виконавчої влади.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ASTM D240-17 Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter. – Washington: West Conshohocken, 2017. – 10 p.

2. NFPA 30B:2015 Code for the Manufacture and Storage of Aerosol Products. – Quincy: National Fire Protection Association, 2015. – 71 p.

3. ISO 13943:2000 Fire safety – Vocabulary. – Geneva: International Organization for Standardization, Edition: 1, 2000. – 45 p.

4. Council Directive 75/324/EEC of 20 May 1975 on the approximation of the laws of the Member States relating to aerosol dispensers. – OJ L 147, 9.6.1975, p. 40–47.

5. Regulation (EC) № 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) № 1907/2006 (Text with EEA relevance). – OJ L 353, 31.12.2008, p. 1–1355.

6. ISO 10156 : 2010 Gases and gas mixture-Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets. – Geneva: ISO, Edition 2010-03, 34p.

7. EN 1839 : 2017 Determination of the explosion limits and the limiting oxygen concentration (LOC) for flammable gases and vapours – Brussels: CEN, 2017 -01, 44 p.

8. Council Regulation (EC) № 440/2008 of 30 May 2008 laying down test methods pursuant to Regulation (EC) № 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) (Text with EEA relevance). – OJ L 142, 31.5.2008, p. 1–739.

9. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 145 с

REFERENCES

1. ASTM D240-17 Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter. – Washington: West Conshohocken, 2017. – 10 p.
2. NFPA 30B:2015 Code for the Manufacture and Storage of Aerosol Products. – Quincy: National Fire Protection Association, 2015. – 71 p.
3. ISO 13943:2000 Fire safety – Vocabulary. – Geneva: International Organization for Standardization, Edition: 1, 2000. – 45 p.
4. Council Directive 75/324/EEC of 20 May 1975 on the approximation of the laws of the Member States relating to aerosol dispensers. – OJ L 147, 9.6.1975, p. 40–47.
5. Regulation (EC) № 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) № 1907/2006 (Text with EEA relevance). – OJ L 353, 31.12.2008, p. 1–1355.
6. ISO 10156 : 2010 Gases and gas mixture-Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets. – Geneva: ISO, Edition 2010-03, 34p.
7. EN 1839 : 2017 Determination of the explosion limits and the limiting oxygen concentration (LOC) for flammable gases and vapours – Brussels: CEN, 2017 -01, 44 p.
8. Council Regulation (EC) № 440/2008 of 30 May 2008 laying down test methods pursuant to Regulation (EC) № 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) (Text with EEA relevance). – OJ L 142, 31.5.2008, p. 1–739.
9. GOST 12.1.044-89 (ISO 4589-84) SSBT. Fire and explosion hazard of substances and materials. The nomenclature of indicators and methods for their determination. - Moscow: USSR State Committee for Standards, 1989. – 145 c

*Д. Г. Хроменков, Ю. Б. Гулык, Н. Н. Ильченко,
Р. И. Кравченко, канд. техн. наук., ст. науч. сотр.,
Український науково-дослідницький інститут громадянської захисти*

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ АЭРОЗОЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ, А ИМЕННО МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ ГАЗОВ

Директивой 2012/18/ЕС, внедряется в национальное законодательство, установлены правила предотвращения крупномасштабных аварий, связанных с опасными веществами, а также ограничения влияния этих веществ на здоровье людей и окружающую природную среду.

Для определения обязанностей субъектов хозяйствования и компетентных органов власти, а также периодичности осуществления государственного надзора за соблюдением субъектами хозяйствования указанных правил, указанной директивой введена классификация предприятий в зависимости от степени риска: с низким и

высоким.

Степень риска предприятия идентифицируется в зависимости от вида, класса, категории и массы опасных веществ, что может привести к возникновению крупномасштабной аварии, изготавливаемых используются, перерабатываются или хранятся в установках, расположенных на территории предприятия.

Поэтому был проведен анализ требований нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности аэрозольных распылителей. Согласно директиве Совета 75/324/ЕЭС, сфера действия этого акта ЕС распространяется

на аэрозольные распылители одноразового использования с максимальной общей вместимостью емкости от 50 мл включительно. В Директиве Совета 75/324/ЕЭС отсутствуют ссылки на гармонизированные европейские и международные стандарты аэрозольных распылителей. Для выявления таких стандартов выполнено анализ нормативной базы Международной организации

стандартизации (ISO) и Европейского комитета стандартизации (CEN) и Национальной нормативной базы. Выявлен ряд стандартов, устанавливающих требования к аэрозольным распылителям и методы испытаний в части определения границ воспламеняемости газов.

Ключевые слова: аэрозоли, границы воспламеняемости, пламя, смесь газов.

*D. Khromenkov, Y. Gulyk, N. Ilchenko,
R. Kravchenko, PhD in technical sciences, senior researcher,
The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine*

RESEARCH OF METHODS FOR EVALUATING FIRE AND HAZARDOUS PROPERTIES OF AEROSOL COMPONENTS, AND EXACTLY THE METHOD FOR DETERMINING THE GAS FLAMMABILITY BOUNDARIES

Directive 2012/18/EC, which is implemented into national law, lays down rules for the prevention of large-scale accidents involving dangerous substances and for limiting the effects of these substances on human health and the environment.

In order to determine the responsibilities of business entities and competent authorities, as well as the frequency of state supervision of compliance with business entities, these Directive introduced a classification of enterprises according to the degree of risk: low and high.

The degree of risk of an enterprise is identified depending on the type, class, category, and mass of hazardous substances that may result in a large-scale accident being manufactured, used, processed, or stored in installations located within the enterprise.

Therefore, the requirements of

regulatory documents for ensuring the fire safety of aerosol dispensers were analyzed. According to Council Directive 75/324 / EEC, the scope of this act of the EU extends to single-use aerosol dispensers with a maximum total capacity of 50 ml inclusive. Council Directive 75/324 / EEC makes no reference to harmonized European and international standards for aerosol dispensers. In order to identify such standards, the regulatory framework of the International Organization for Standardization (ISO) and the European Committee for Standardization (CEN) and the National Regulatory Framework were reviewed. A number of standards have been identified that set requirements for aerosol dispensers and test methods for determining the limits of flammability of gases.

Keywords: aerosols, flammability limits, flames, gas mixture.