

УДК 614.841.3

НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАХИСНОЇ ДІЇ ФІЛЬТРІВ-ПОГЛИНАЧІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ КОЛЕКТИВНОГО ЗАХИСТУ

В.В. Коваленко, канд. техн. наук, с.н.с., А.С. Борисова, В.І. Кравченко, Р.В. Ліхновський*, канд. хім. наук

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАТТЮ

Надійшла до редакції: 23.10.2019

Пройшла рецензування: 09.12.2019

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

колективний захист, фільтри-поглиначі, нормативні документи, захисна дія, поглинальна здатність, вимоги, методи визначення

АНОТАЦІЯ

Проаналізовано нормативні документи щодо фільтрів-поглиначів, що застосовуються для колективного захисту. Вивчено вимоги до захисної дії та методи її визначення. Означено нормативні документи, які дають комплексну оцінку захисній дії фільтра-поглинача на основі проведення випробувань з визначення поглинальної здатності (адсорбції), фізичних та хімічних характеристик імпрегнованого активованого вугілля. Порівняльний аналіз нормативних документів виявив низку розбіжностей між чинним нормативним документом України та документами інших країн. Показана необхідність розроблення нормативного документу щодо захисної дії фільтрів-поглиначів з врахуванням аспектів міжнародних документів у цьому питанні.

Постановка проблеми. Конструктивними елементами фільтр-вентиляційних установок, що застосовуються у захисних спорудах цивільного захисту є фільтри-поглиначі. Їх призначення – це очищення повітря від пилу, небезпечних хімічних і бойових отруйних, радіоактивних та біологічних речовин.

Станом на теперішній час в Україні споруди цивільного захисту з фільтр-вентиляційними установками укомплектовані фільтрами ФП-100, ФП-200, ФП-300, які здебільшого відпрацювали свій ресурс. Терміни перевірки, властивості та технічні характеристики, що перевіряються визначені нормативним документом [1]. В ході проведення перевірки необхідністю стає встановлення відповідності фільтрів-поглиначів вимогам нормативних документів.

Наразі чинним в Україні є нормативно-технічний документ [2], у якому встановлені вимоги до фільтрів-поглиначів, що застосовуються для колективного захисту. Однією з вимог є час захисної дії від небезпечних хімічних і бойових отруйних речовин. Захисна дія фільтра-поглинача обумовлена поглинальною здатністю шихти, якою заповнюють фільтр. Тобто, шихта як адсорбент повинна мати певні властивості і теж відповідати окремим вимогам для забезпечення захисної дії фільтра-поглинача і її протяжності у часовому вимірі.

Основою захисної дії фільтра-поглинача є фундаментальне явище фізичної хімії — адсорбція, зокрема, фізична і хемосорбція. Частково питання захисної дії з точки зору явища адсорбції порушено авторами у статті [3].

<https://doi.org/10.33269/nvcz.2019.2.50-56>

У цій статті лише слід зазначити, що час захисної дії обмежений і визначається до встановлення рівноваги адсорбція ↔ десорбція.

Мета роботи полягає у висвітленні необхідності розроблення нормативного документу на основі проведення аналізу чинних нормативних документів щодо вимог та методів визначення захисної дії фільтрів-поглиначів.

Аналіз нормативно-технічних документів. Як уже згадувалося вище, захисна дія фільтра фільтра-поглинача напряму залежить від властивостей шихти. У вищезазначеному [2] час захисної дії від небезпечних хімічних речовин в інтервалі заданих концентрацій наступний:

аміак (0,1÷0,2 мг/л) не менше 6 год;
фтористий водень (0,01÷0,2 мг/л) не менше 4 год;
сірководень (0,1÷0,2 мг/л) не менше 6 год;
синильна кислота (0,1÷0,2 мг/л) не менше 1,5 год;
формальдегід (0,1÷0,2 мг/л) не менше 4 год;
хлорціан (0,1÷0,2 мг/л) не менше 1 год;
діоксид сірки (0,2÷0,3 мг/л) не менше 6 год;
фосген (0,2÷0,3 мг/л) не менше 6 год;
хлор (0,2÷0,3 мг/л) не менше 4 год;
бензол (0,1÷0,2 мг/л) не менше 5 год.

Метод за яким можна визначати означені числові значення захисної дії у документі не наведено.

На теперішній час в Україні послуговуються документом [4] у якому функціональну придатність фільтрів-поглиначів запропоновано перевіряти органолептичним методом, пропускаючи крізь шар шихти етилмеркаптан. Перевірка цим методом проводиться для фільтрів які уже відпрацювали

*E-mail: likhnovskyi@undicz.dsns.gov.ua

свій термін експлуатації у захисних спорудах цивільного захисту. У випадку “проскоку” етилмеркаптану за фільтр, його необхідно замінити. Щодо нових фільтрів-поглиначів, які йдуть на заміну, то органолептичний метод не застосовується і вони мають відповідати вищезгаданім вимогам.

Науково-дослідною та інженерною командою Хіміко-біологічного центру США запропоновано визначати залишкову ємність адсорбенту методом газової хроматографії [5]. Сутність методу полягає у пропусканні суміші ацетону з повітрям крізь шар адсорбенту і фіксацією “проскоку” полум'яно-іонізаційним детектором. Шаром адсорбенту при проведенні визначення заповнюють циліндричну колонку і поміщають у термостат хроматографа. Колонка “на вхід” вмонтовується у лінію газу-носія, якою подається випробовувана газова суміш і “на вихід” до детектора. Метод відноситься до неруйнівних і застосовується для контролю фільтрів-поглиначів з метою визначення їх придатності та продовження строку експлуатації або заміни.

Аналіз чинних нормативних документів показав відсутність в Україні документу як такого, який би встановлював метод випробування визначення часу захисної дії.

Таблиця 1 — Вимоги щодо здатності до поглинання модельних речовин імпрегнованим активованим вугіллям

Модельна речовина	Здатність до поглинання (мг×хв/м ³)	
	Активоване вугілля до погіршення адсорбції	Активоване вугілля після прискорення погіршення адсорбції
Диметилметилфосфонат	>1200×10 ³	>1200×10 ³
Хлорціан	>200×10 ³	>100×10 ³

Метод визначення поглинальної здатності полягає у пропусканні модельної речовини з заданою концентрацією у суміші з повітрям крізь фільтр або тестову колону до проскакування за шар адсорбенту. Фіксацію “проскоку” проводять індикаторним способом – зміна забарвлення індикаторного розчину

Позитивний висновок про функціональну придатність фільтрів-поглиначів надається тоді, коли одержані результати щодо поглинальної здатності відповідають вимогам з вищенаведеної табл. 1.

Крім поглинальної здатності, яка є визначає захисну дію, встановлено ряд інших вимог до шихти та матеріалу з якої її одержують.

Матеріалом для шихти слугує активоване вугілля з питомою поверхнею не менше

Останні нормативно-технічні документи щодо визначення часу захисної дії фільтрів-поглиначів датовані серединою 80-х років радянської епохи і втратили чинність. Окрім того, вони мають обмежений доступ. Зрозуміло, що проведення випробувань за всім переліком речовин викликає певні труднощі. Також при проведенні випробувань фільтрів слід зважати на існуючу заборону[] на використання окремих небезпечних речовин .

У чинному нормативному документі [6] сусідньої РФ, вимога щодо часу захисної дії фільтрів-поглиначів упущена. Можливо їй та методу визначення буде розроблено документ окремо.

Вивчення міжнародного досвіду з питання випробувань фільтрів-поглиначів з визначення часу захисної дії та властивостей шихти виявив чинний нормативний документ Ізраїлю [7]. Він передбачає проведення випробувань двома способами, один з яких — випробування фільтра-поглинача, інший — імпрегнованого активованого вугілля методом тестової колони. В обох випадках застосовуються модельні речовини — хлорціан і диметилметилфосфонат з визначенням поглинальної здатності. Поглинальну здатність оцінюють відповідно до заданих значень табл. 1.

900 м²/г. Площу питомої поверхні активованого вугілля визначають методом Брунауера, Еммета і Теллера [8]. Метод полягає у низькотемпературній ад(де)сорбції азоту при температурі. Методом низькотемпературної адсорбції-десорбції азоту визначають такі характеристики твердих тіл — питома поверхня, розподіл пор за розмірами та ін. Для визначення цих параметрів проводять реєстрацію рівноважної ізотерми адсорбції-десорбції азоту на поверхні досліджуваного матеріалу за температури рідкого азоту (77К). З отриманої ізотерми, із застосуванням теоретичних моделей, визначають текстурні характеристики досліджуваної поверхні.

Крім того, активоване вугілля просочують імпрегнантами — це солі міді, срібла, хрому,

цинку, молібдену. Також, додають триетилендіамін. Таким чином, одержують

наповнювач з заданими властивостями для фільтра-поглинач (табл. 2).

Таблиця 2 — Вимоги та методи випробувань до активованого вугілля

Властивість	Вимоги		Метод випробування
	min	max	
Вміст води у вугіллі після завершення процесу виготовлення фільтра, % мас.	–	5,0	1
Щільність у накопичувачі, г/см ³	0,45	0,65	2
Твердість, %	85	–	3
Концентрацію аміаку в потоці повітря, що виходить, мг/л повітря/100 см ³ вугілля	–	0,005	4
Вміст міді, % мас.	–	6,0	5
Вміст срібла, % мас.	0,03	–	6
Вміст хрому у перерахунку на CrO ₃ , % мас.	–	6,0	7
Вміст триетилендіаміну, % мас.	–	3,5	8
Вміст цинку, % мас.	–	6,0	9
Вміст молібдену, % мас.	–	2,5	10

Вміст металів у імпрегнованому активованому вугіллі визначають методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Методично визначення викладені у нижченаведених зносках. Застосуванню методу атомно-абсорбційної спектроскопії присвячено книгу [9], яку можна використати при розробленні методик з визначення металів у різних матеріалах.

Специфікація [10] затверджена для використання в хіміко-біологічному центрі армії США Edgewood, департаментом армії і доступна для використання всіма підрозділами та відомствами Міністерства оборони.

Метод визначення часу адсорбції полягає у пропусканні з заданою швидкістю потоку нижченаведених модельних речовин з певною концентрацією у суміші з повітрям крізь

адсорбційну комірку, заповнену шихтою, до проскакування за шар адсорбента.

Активоване вугілля повинне відповідати вимогам до часу сорбції газу при заданих концентраціях, (мг/м³):

- цианістого водню – 4000,
- хлоріану – 4000,
- фосгену – 20000,
- диметилметилфосфонату – 3000.

Позитивний висновок про функціональну придатність фільтрів-поглиначів надається тоді, коли одержані результати щодо часу адсорбції відповідають вимогам таблиці 3.

Також, у цьому ж нормативному документі США — MIL-DTL-32101 [10] пред'являються наступні вимоги до імпрегнованого активованого вугілля (табл. 4).

- 1 ASTM D-2867-2004 Standard Test Methods for Moisture in Activated Carbon from SAI Global.
- 2 ASTM D2854 - 96(2000) Standard Test Method for Apparent Density of Activated Carbon.
- 3 ASTM D3802 – 79(1999) Standard Test Method for Ball-Pan Hardness of Activated Carbon.
- 4 IM-136-300-34-B-1965 InstructionManual for Installation, Operation, and Maintenance of Apparatus, Agent Testing, Ammonia Content inCharcoal, Q3 або еквівалентним методом
- 5 EA-C-1704, "Carbon, Activated, Impregnated, Copper - Silver-Zinc-Molybdenum-Triethylenediamine (ASZM-TEDA)," U.S. Army Edgewood Research, Development and Engineering Center (ERDEC), Aberdeen Proving Grounds, Maryland, January 1992.
- 6 Там само.
- 7 Там само.
- 8 Там само.
- 9 EA-DTL-1704 Carbon, Activated, Impregnated, Copper – Silver – Zinc – Molybdenum – Triethylenediamine (ASZM-TEDA)
- 10 Там само.

Таблиця 3 — Вимоги до часу сорбції газу (хв).

Модельна речовина	Свіже активоване вугілля, min	Свіже активоване вугілля, max	Активоване вугілля після старіння, min	Активоване вугілля після старіння, max
Цианістий водень	26	28	–	–
Хлорціан	44	55	39	45
Фосген	19	25	–	–
Диметилметилфосфонат	175	–	–	–

Таблиця 4 — Хімічні та фізичні характеристики вугілля.

Характеристика	Вимоги	
	min	max
Вміст вологи, % мас	–	2,5
Удавана (об'ємна) щільність, г / мл	–	0,68
Твердість, %	85	–
Аміак в мг/л повітря/100 мл вугілля	–	0,001
Вміст міді, % мас.	–	6,0
Вміст срібла, % мас.	0,03	0,1
Вміст цинку, % мас.	–	6,0
Вміст молібдену, % мас.	–	2,5
Вміст TEDA, % мас.	–	3,5

Посилання на методи за якими визначаються показники наводяться у цьому ж нормативному документі і ідентичні вказаним у зносках таблиці 2.

Також у MIL-DTL-32101 встановлені вимоги по гранулометричному складу шихти

(табл.5), чого не має у Стандарті Ізраїлю SI 4570 part 3.

Гранулометричний склад відіграє роль у формуванні поверхні пористого тіла та впливає на проникність модельної газоповітряної суміші крізь шар шихти

Таблиця 5 — Розподіл гранул за розмірами

Розмір частинок	% мас від вихідного зразка
Проходження крізь сито з розміром чарунок 2,36 мм	100
Затримано на ситі з розміром чарунок 1,70 мм	0 — 2
Затримано на ситі з розміром чарунок 1,18 мм	10 — 30
Затримано на ситі з розміром чарунок 850 мкм	40 — 65
Затримано на ситі з розміром чарунок 600 мкм	10 — 35
Проходження крізь сито з розміром чарунок 600 мкм	2,8 (max)*
Проходження крізь сито з розміром чарунок 212 мкм	0,3 (max)

* Містить частинки, що проходять крізь сито з розміром чарунок 212 мкм

Зважаючи на розглянуті положення нормативних документів можна стверджувати, що у документах SI 4570 частина 3 і MIL-DTL-32101 подано комплексний підхід з оцінювання поглинальної здатності фільтра. Зокрема, наведені методи з визначення поглинальної здатності (часу адсорбції) при заданих концентраціях модельних речовин, змістовно

подано опис проведення випробувань. В обох документах реалізовано метод випробувань, що базується на адсорбційному методі очищення газу, сутність якого полягає у пропусканні шкідливих домішок у суміші з газом (повітрям) крізь тверді речовини, які здатні селективно вилучати та концентрувати на поверхні внутрішніх пор шкідливі компоненти. Також у

документах подано зноски на методи визначення імпрегнантів активованого вугілля. Наявність і кількість імпрегнантів у шихті — важливі характеристики з точки зору забезпечення очищення повітря процесом хемосорбції. Необхідна вимога щодо питомої площі поверхні активованого вугілля, що застосовується для одержання шихти, та метод її визначення показує, що ключову роль у поглинальній здатності відіграє поверхня матеріалу. Розвинута внутрішня капілярно-пориста структура активованого вугілля забезпечує очищення повітря за рахунок процесу фізичної адсорбції.

У документі MIL-DTL-32101 встановлені вимоги до гранулометричного складу шихти, від якого відомо залежить величина питомої площі поверхні та проникність газу крізь шар адсорбенту. Також цей документ можна вважати більш жорсткішим за вимогами щодо адсорбції ніж SI 4570 частина 3 через застосування у випробуваннях чотирьох модельних речовин проти двох у стандарті Ізраїлю. Доцільність використання більшої кількості модельних речовин можна пояснити індивідуальною поглинальною здатністю адсорбенту до окремо взятої речовини, а отже такий підхід у

проведенні випробувань формуватиме більш цілісну картину поглинальної здатності шихти — захисної дії фільтра-поглинача від небезпечних речовин.

Висновки. Аналіз нормативних документів виявив розбіжності у вимогах щодо захисної дії фільтрів-поглиначів чинного в Україні нормативного документу та документів інших країн. Заявлені у СОУ МНС 75.2-00013528-004:2010 вимоги щодо захисної дії фільтрів-поглиначів від небезпечних хімічних речовин передбачають громіздку і рутинну роботу з великою кількістю випробувань. Крім того, у документі не прописано умови проведення подібних випробувань та методу.

Зважаючи на міжнародний досвід з питання визначення захисної дії фільтрів-поглиначів, розроблення свого нормативного документу очевидна. Наявність такого документу дозволить оцінювати функціональну придатність фільтрів-поглиначів до застосування у захисних спорудах цивільного захисту із застосуванням стандартизованого методу випробувань та оцінювати відповідність вимогам, прийнятими на теперішній час у міжнародній практиці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вимоги щодо утримання та експлуатації захисних споруд цивільного захисту. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0879-18>
2. СОУ МНС 75.2-00013528-004:2010 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Засоби очищення повітря захисних споруд цивільного захисту (цивільної оборони). Класифікація й загальні технічні вимоги. Київ, МНС України, 2010, 8 с.
3. В.В. Коваленко А.С.Борисова І.М. Плюта Р.В.Ліхнівський Адсорбція як основа захисної дії фільтрів-поглиначів. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 2 (6), 2018, С. 59-63.
4. Інструкція щодо утримання захисних споруд цивільної оборони у мирний час (наказ МНС України від 09.10.2006 №653, зареєстровано у Мін'юсті України від 02.11.2006 №1180/10054).
5. ECBC-TR-622. Residual life indicator for physical adsorption capacity of NBC filters. Part I. Acetone vapor pulses and the effect of moisture content on retention characteristics. Edgewood, Chemical biological center, U.S.Army research, development and engineering comand, 2008, 21 с.
6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Средства защиты коллективные. Устройства очистки воздуха фильтрующие. Общие технические требования. Методы испытаний. Москва, Стандартинформ, 2018, 12 с.
7. Стандарт Ізраїлю 4570 частина 3 Системи вентиляції та фільтрації повітря у бомбосховищах (захисних спорудах): фільтри. Інститут стандартів Ізраїлю, 2009, 23 с.
8. ДСТУ ISO 9277:2015 Визначення питомої площі поверхні твердих часток за допомогою адсорбції газу. Метод Брунауера, Еммета і Теллера (метод ВЕТ) (ISO 9277:2010, IDT) Дата початку дії 01.07.2016.
9. В. Прайс. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия //Перевод с англ. под. Ред Львова Б.В. / Изд.Мир, Москва, 1976- 358 с.
10. MIL-DTL-32101 Detail specification carbon, activated, impregnated, copper –silver – zinc –molybdenum – triethylenediamine (ASZM–TEDA), 19 September 2002, 14с.
3. V.V. Kovalenko A.S.Borisova I.M. Pljuta R.V.Lihn'ovs'kij Adsorbciija jak osnova zahisnoi dii fil'triv-poglinachiv. Naukovij visnik: Civil'nij zahist ta pozhezhna bezpeka № 2 (6), 2018, S. 59-63.
4. Instrukcija shhodo utrimannja zahisnih sporud civil'noi obroni u mirnij chas (nakaz MNS Ukraïni vid 09.10.2006 №653, zareestrovano u Min'justi Ukraïni vid 02.11.2006 №1180/10054).
5. ECBC-TR-622. Residual life indicator for physical adsorption capacity of NBC filters. Part I. Acetone vapor

REFERENCES

1. Vimogi shhodo utrimannja ta ekspluatacii zahisnih sporud civil'nogo zahistu. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0879-18>
2. SOU MNS 75.2-00013528-004:2010 Bezpeka u nadzvichajnih situacijah. Zasobi ochishhennja povitrja zahisnih sporud civil'nogo zahistu (civil'noi obroni). Klasifikacija j zagal'ni tehnicni vimogi. Kiïv, MNS Ukraïni, 2010, 8 s.

- pulses and the effect of moisture content on retention characteristics. Edgewood, Chemical biological center, U.S. Army research, development and engineering comand, 2008, 21 c.
6. Bezopasnost' v chrezvyčajnyh situacijah. Sredstva zashhity kollektivnye. Ustrojstva ochistki vozduha fil'trujushhie. Obshhie tehničeskie trebovanija. Metody ispytanij. Moskva, Standartinform, 2018, 12 s.
 7. Standart Izraїlju 4570 chastina 3 Sistemi ventiljacii ta fil'tracii povitrja u bomboshovishhah (zahisnih sporudah): fil'tri. Institut standartiv Izraїlju, 2009, 23 s.
 8. DSTU ISO 9277:2015 Viznachennja pitomoї ploshhi poverhni tverdih chastok za dopomogoju adsorbciї gazu. Metod Brunauera, Emmeta i Tellera (metod VET) (ISO 9277:2010, IDT) Data pochatku dii 01.07.2016.
 9. V. Prajs. Analiticheskaja atomno-absorbcionnaja spektroskopija //Perevod s angl. pod. Red L'vova B.V. / Izd.Mir, Moskva, 1976- 358 s.
 10. MIL-DTL-32101 Detail specification carbon, activated, impregnated, copper –silver – zinc –molybdenum – triethylenediamine (ASZM–TEDA), 19 September 2002, 14c.

NORMATIVE AND TECHNICAL ASPECTS OF THE PROTECTIVE ACTION OF THE FILTERS-ADSORBERS APPLICABLE FOR COLLECTIVE PROTECTION

V. Kovalenko, Cand. of Sc. (Eng.), A Borysova, V. Kravchenko, R. Likhnovskiy, Cand. of Sc. (Chem.)

The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Ukraine

KEYWORDS

collective protection, filter-adsorbers, regulatory documents, protective action, absorption capacity requirements, methods of determination

ANNOTATION

Results of researches are resulted as substantiation of the general provisions of the fire protection management system of the object of protection. For the first time, a series of terms and definitions have been developed to characterize and specify the individual elements of the facility's fire safety management system. Imperfection of existing approaches to existing organizational measures of fire safety at the object of protection is shown. Shown national and international experience in effective sales management influence management decisions using business management object protection that allows realizing on objects of different functions organizational requirements and technical requirements for fire prevention systems and complex fire protection. Studies of domestic and foreign studies have shown that effective management influence with the help of management decisions of the subjects of management allows to effectively implementing on the objects the technical requirements of the fire prevention system and fire protection system. The experience gained in the organization of the management system, the management decisions and the provisions for ensuring the fire safety of the object of protection should be systematized, and the algorithm for managing this process should be standardized. As a result of the conducted researches the organizational structure of the fire safety management system of the object was developed and requirements for its operation and control algorithm. The result of the work is the draft standard "Fire Safety Management System of the Object of Protection. General Provisions", which is to be approved by the order of the National standardization body of Ukraine and subsequently used by the central executive bodies, local self-government bodies, economic entities and bodies and units of the State Emergency Service of Ukraine.

НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ФИЛЬТРОВ-ПОГЛОТИТЕЛЕЙ, ЧТО ПРИМЕНЯЮТСЯ ДЛЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ

В.В. Коваленко, канд. техн. наук, с.н.с., А.С. Борисова, В.І. Кравченко, Р.В. Лихневский, канд. хим. наук

Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, Украина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

коллективная защита, фильтры-поглотители, нормативные документы, защитное действие, поглотительная способность, требования, методы определения.

АННОТАЦИЯ

Проанализировано нормативные документы касательно фильтров-поглотителей, что применяются для коллективной защиты. Изучены требования к защитному действию и методы его определения. Обозначены нормативные документы, дающие комплексную оценку защитного действия фильтра-поглотителя на основании проведения испытаний по определению поглотительной способности (адсорбции), физических и химических характеристик импрегнированного активированного угля. Сравнительный анализ нормативных документов выявил череду критических разногласий между действующим нормативным документом Украины и документами других стран. Показана необходимость разработки нормативного документа, касательно защитного действия фильтров-поглотителей, учитывая аспекты международных нормативных документов в данном вопросе.