

ISSN 2710-3056

Grail of Science

Periodical scientific journal

№ 29

July
2023

The issue of journal contains

Proceedings of the VI Correspondence
International Scientific and Practical Conference

AN INTEGRATED APPROACH TO SCIENCE MODERNIZATION: METHODS, MODELS AND MULTIDISCIPLINARITY

held on July 7th, 2023 by

NGO European Scientific Platform (Vinnytsia, Ukraine)

LLC International Centre Corporative Management (Vienna, Austria)



OUCI
Open Ukrainian Citation Index




Euro Science Certificate № 22466 dated 02.06.2023
UKRISTEI (Ukraine) Certificate № 44 dated 17.01.2023

INDEX  COPERNICUS
INTERNATIONAL

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

GRAIL OF SCIENCE

№ **29**  July, 2023
with the proceedings of the:

VI Correspondence International Scientific and Practical Conference

AN INTEGRATED APPROACH TO SCIENCE MODERNIZATION: METHODS, MODELS AND MULTIDISCIPLINARITY

held on July 7th, 2023 by

NGO European Scientific Platform (Vinnytsia, Ukraine)

LLC International Centre Corporate Management (Vienna, Austria)



**EUROPEAN
SCIENTIFIC
PLATFORM**




ICCM
International Centre
Corporate Management

Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»


№ 29 (липень, 2023) : за матеріалами VI Міжнародної науково-практичної конференції «An integrated approach to science modernization: methods, models and multidisciplinary», що проводилася 7 липня 2023 року ГО «Європейська наукова платформа» (Вінниця, Україна) та ТОВ «International Centre Corporate Management» (Відень, Австрія).

DOI 10.36074/grail-of-science.07.07.2023.017

ФАКТОРИ НЕБЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ ПЛИТ OSB

Василь Лоїк 

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Ольга Бабаджанова 

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Олександр Синельников 

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Україна

Анотація. Орієнтовано-стружкові плити (OSB) активно витісняють інші деревинні композитні матеріали. З точки зору екологічної безпеки недоліком плит OSB є їх властивість до виділення в процесі експлуатації у повітряне середовище ряду шкідливих речовин. При цьому процес міграції цих речовин не припиняється упродовж тривалого часу. Крім того, міжнародні стандарти горючості відносять OSB до матеріалів високої горючості. Досліджено міграцію формальдегіду та інших полютантів з деревинних плит OSB упродовж 30 діб. Проведено аналіз складу летких продуктів згорання плит OSB методом газової хроматографії. **Розраховано** показник FLD, який характеризує токсикологічну значущість оксиду вуглецю.

Ключові слова: фактори небезпеки, орієнтовано-стружкові плити (OSB), формальдегід, оксид вуглецю.

Вступ. Здоров'я людини та екологія виходять на провідні позиції в рейтингу суспільних цінностей. Тим не менше, до цього часу вважається, що постійний головний біль, втомлюваність і алергічні реакції виникають через щоденний стрес, погодні умови, вроджені патології або за давнини хвороби.

За даними Міжнародної організації праці (МОП) і Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), число загиблих при пожежах за останні 10 років щорічно зростає на 2 – 3 %. Дослідження, виконані в США, Японії, Англії та інших країнах, показали різке зростання числа нещасних випадків під час пожеж останнім часом. Якщо раніше більше ніж 60 % потерпілих гинуло від опіків, то в останній час, за даними світової статистики, їх питома вага знизилася до 20–15 %, а кількість отруєних токсичними продуктами горіння або їх

поєднанням з високою температурою та задимленістю повітряного середовища зросло до 70 – 80 % від загальної кількості загиблих, що пов'язано із широким упровадженням в усі галузі виробництва, будівництва, транспорт та побут полімерних матеріалів.

Створення композицій із заданими експлуатаційними властивостями, можливість заміни ними традиційних матеріалів (насамперед металів і деревини) призвело до істотного зростання вагової та поверхневої насиченості полімерами житлових, суспільних, виробничих будинків і споруд, об'єктів транспорту. Якщо в житлових приміщеннях ще 10 – 15 років тому на 1 м³ повітря об'єкту припадало (1 – 3) м² полімерних поверхонь, то в даний час цей показник сягає (8 – 10) м²/м³.

Полімерні композиції і вироби з них можуть виділяти у повітря небезпечні для здоров'я людини леткі органічні і неорганічні компоненти, а також істотним фактором є їх пожежна небезпека. Небезпека для людини в умовах пожежі визначається чотирма основними факторами: впливом високих температур, диму, токсичних продуктів горіння і нестачі кисню.

Зростаючі масштаби виробництва і застосування виробів з деревинних композицій висунули пріоритетну задачу дослідження їх несприятливого впливу на здоров'я населення. Безпечні матеріали, а також вироби з них, не повинні виділяти в оточуюче середовище хімічні речовини в кількостях, небезпечних для здоров'я людини. Критеріями оцінки безпечності також є одориметричні і токсикологічні показники, здатність накопичувати статичну електрику, взаємодія з мікроорганізмами, пожежобезпечність.

В повній мірі це відноситься і до плит OSB, які становлять значну питому частку серед компонентів інтер'єрів житлових і громадських приміщень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Деревообробна галузь регулярно пропонує покупцям все нові види якісних і технологічних матеріалів. Ідеальним варіантом для проведення ремонтних і будівельних робіт в ряді випадків виступає OSB-плита. Матеріал був розроблений в епоху масового будівництва каркасного житла в США і Канаді. Сьогодні промислове виробництво OSB налагоджено в багатьох країнах.

Орієнтовано-стружкові плити (OSB – Oriented Strand Board) все активніше витісняють ДСП та фанеру з ринку деревинних композитних матеріалів. Сировиною для виробництва OSB служать лісоматеріали хвойних порід дерев – ялини і сосни. Іноді використовується деревина листяних порід – осики, клена і тополі. Плита OSB представляє собою склеєні і спресовані між собою частинки стружки і трісок. На відміну від ДСП, в основі якої лежать тирса і дрібна стружка, в OSB використовується стружка великих розмірів, величиною до 150 мм. Структура кожної плити включає три і більше шарів. Кожний шар складається з тріски, перемішаної зі смолами і розташованої в заданому порядку. У зовнішніх шарах плити тріска має поздовжню орієнтацію, у внутрішніх деревина розташована поперечно (рис. 1).

Вміст деревини в OSB 90-95%, а 5-10% припадають на водостійкий клейовий склад, головними компонентами якого є різні синтетичні смоли з вмістом формальдегіду. Виготовляють ці плити шляхом термопресування. Різноступеневість орієнтації стружки в різних шарах забезпечує підвищену

міцність і жорсткість матеріалу, завдяки чому OSB знайшли широке застосування в будівництві (обшивка каркасів будинків, настил чорнових підлог, виробництво панелей тощо), у виробництві меблів.

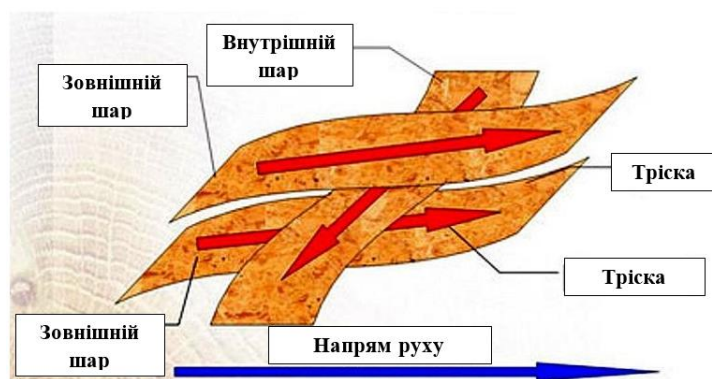


Рис. 1. Структура плити OSB

Вміст деревини в OSB 90-95%, а 5-10% припадають на водостійкий клейовий склад, головними компонентами якого є різні синтетичні смоли з вмістом формальдегіду. Виготовляють ці плити шляхом термопресування. Різноступеневість орієнтації стружки в різних шарах забезпечує підвищену міцність і жорсткість матеріалу, завдяки чому OSB знайшли широке застосування в будівництві (обшивка каркасів будинків, настил чорнових підлог, виробництво панелей тощо), у виробництві меблів.

Усі види плит OSB складаються з подрібненої деревини, просоченої клеями та різноманітними полімерними зв'язками. Плити характеризуються недостатньою хімічною інертністю, виступаючи джерелом міграції у повітря ряду шкідливих речовин. Доведено, що процес міграції речовин з плит не припиняється упродовж тривалого часу, а їх рівні міграції є значимими [1].

Питання екологічної безпеки орієнтовано-стружкових плит пов'язані з використанням під час виробництва смол, здатних під час нагрівання виділяти вільний формальдегід. Речовина є токсичною для людини і здатна спровокувати онкозахворювання. Однак процентний вміст клейової суміші в OSB становить всього 3%, що в 4 рази менше, ніж в деревно-стружковій плиті.

Але навіть невелика кількість речовини здатна викликати патологічні процеси в органах зору і дихання, провокувати алергічні реакції і онкологічні захворювання. На виділення газу впливають і показники навколишнього середовища – чим вище температура повітря і вологість, тим більше токсинів виділяється з поверхні.

Міжнародні стандарти горючості відносять OSB до четвертого класу – матеріали високої горючості [2]. Деревна тріска, що входить до складу плити, легко загорається і підтримує самостійне горіння протягом 300 секунд і більше. У процесі горіння площа матеріалу пошкоджується більше, ніж на 85%, зі ступенем знищення від 50%. Температура диму, який виділяється, близько 450 °C. Висока горючість не дозволяє використовувати OSB в приміщеннях з високим рівнем пожежонебезпеки.

Санітарно-токсикологічна оцінка полімервмісних матеріалів для виробництва проводиться у відповідності до [3].

Для виробництва меблів не допускається використання деревостружкових і деревоволокнистих плит (ДСП, ДВП), фанери класу Е2 за емісією формальдегіду. Під час здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду з метою встановлення безпеки деревинних композицій, які не піддавались обробці іншими матеріалами (ламінатом, лаком, плівками тощо), застосовується допустимий рівень виділення формальдегіду $0,01 \text{ мг/м}^3$; для готових конструкцій меблів, у яких використовувались деревинні композиції, які піддавались обробці, застосовується ГДК_{с.д.} формальдегіду для атмосферного повітря – $0,003 \text{ мг/м}^3$ відповідно до [4].

Таблиця 1

**Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин
в атмосферному повітрі населених місць [4]**

№ з/п	Найменування речовини	CAS №	Гранично допустима концентрація, мг/м^3		Клас небезпеки
			максимальноразова	середньодобова	
27.	Аміак	7664-41-7	0,2	0,04	4
97	Вуглецю оксид	630-08-0	5	3	4
482.	Формальдегід	50-00-0	0,035	0,003	2
469.	Фенол	108-95-2	0,01	0,003	2

В разі короточасного впливу високих концентрацій парів формальдегіду ($1,2 \text{ мг/м}^3$ повітря) спостерігається подразнення верхніх дихальних шляхів, шкірних покривів, слизової оболонки очей, запаморочення, слабкість.

У відповідності з санітарно-гігієнічними нормативами гранично-допустимі концентрації формальдегіду у повітрі закритих приміщень складають: максимальна разова – $0,05 \text{ мг/м}^3$ (експозиція 30 хв.), середньодобова – $0,01 \text{ мг/м}^3$. Значення разової відповідає максимальній концентрації речовини в повітрі, за якої ще відсутні рефлекторні реакції організму людини на контакт з речовиною. Величина середньодобової позначає концентрації, в межах яких речовина не виявляє прямої чи непрямої шкоди здоров'ю людини в умовах постійного вдихання протягом невизначено довгого проміжку часу [5].

За ступенем перевищення норми перелік поллютантів очолюють: аміак, стирол, фенол, а також формальдегід, концентрації якого у повітрі досягають $0,21 \text{ мг/м}^3$ за допустимого значення $0,01 \text{ мг/м}^3$ згідно [3]. Цю речовину можна віднести до найбільш значущих поллютантів за розповсюдженістю та частотою перевищення свого допустимого рівня. Він відноситься до промислових алергенів [6]. Відомо, що окрім загальнотоксичного ефекту, формальдегід може спричиняти алергічну реакцію організму під час потрапляння через шкіру.

Здатність формальдегіду до сенсibiliзації організму в разі потрапляння через респіраторний шлях вивчена у недостатньому обсязі. Але, на думку автора [7] саме формальдегід, який знаходиться у повітрі житлових приміщень, серед інших хімічних забруднювачів є додатковим фактором, який сприяє виникненню алергопатологій населення, включаючи виснаження захисних імунних механізмів.

З гігієнічної точки зору надто важливим недоліком плит OSB та ДСП є їхня властивість до виділення в процесі експлуатації у повітряне середовище формальдегіду, фенолу та аміаку. Основним забруднювачем повітря житлових

приміщень вважається формальдегід, бо він відноситься до речовин, які сприяють розвитку ракових клітин. Крім того, невелика кількість формальдегіду подразнює слизові оболонки, висока концентрація може викликати напад астми [8].

Вплив формальдегідних смол відбивається на функціонуванні центральної нервової системи організму. Перебування в насиченому токсичними випарами просторі призводить до головного болю, запаморочення, депресії і навіть судом або розладу зору. Випари формальдегідуза тривалого впливу викликають хронічні подразнення слизових оболонок і шкірні алергічні реакції. Сучасні деревинні матеріали є джерелом міграції формальдегіду та аміаку на рівнях, що значно перевищують гігієнічні нормативи [8, 9].

В 1998 р. формальдегід був офіційно визнаний канцерогенним [10]. Агентство з захисту навколишнього середовища США сформувало в мережі Інтернет базу даних за факторами ризику різних канцерогенів, яка постійно поповнюється, а значення цих факторів уточнюються в міру одержання нових наукових даних. Для формальдегіду цей фактор $2,1 \cdot 10^{-2}$ мг/кг-добу.

В разі оцінки ризику загрози здоров'ю, зумовленого впливом канцерогенних речовин, використовують дві важливих тези. По-перше, прийнято вважати, що у канцерогенів немає порогової дози, їх дія починається вже при самих малих кількостях, що потрапили в організм людини. По-друге, вважається, що ймовірність розвитку онкозахворювання (тобто канцерогенний ризик) прямо пропорційна кількості (дозі) канцерогену, введеного в організм. Фактор ризику F_r показує, наскільки швидко зростає ймовірність онкозахворювання при збільшенні дози канцерогену, що надійшов в організм людини з повітрям.

Виклад основного матеріалу.

Об'єктом випробувань був матеріал плити OSB товщиною 10 мм, виробництва "Kronospan". Випробуванням піддавалися зразки плити OSB розміром 40×40 мм, товщиною 10 мм. Перед випробуванням зразки кондиціонували за відносної вологості 50%, температури 22 ± 1 °C протягом 88 годин.

Для визначення виділення вільного формальдегіду та інших полютантів з деревинних плит OSB використовували камерний метод [11, 12].

Проведені дослідження показали, що міграція відбувалась упродовж всього терміну експозиції зразків у камері і на 30 добу ступінь міграції досягав значень, наведених у табл. 2.

Таблиця 2.

Емісія хімічних речовин з деревинних плит OSB

Назва речовин	Максимальна концентрація на 1 добу експерименту, мг/м ³	Кратність перевищення норми, рази	Максимальна концентрація на 30 добу експерименту, мг/м ³	Кратність перевищення норми, рази
Плити OSB (10 зразків)				
Формальдегід	0,095±0,008	9,5	0,035±0,004	3,5
Аміак	0,09±0,005	2,5	0,04±0,003	-
Фенол	0,022±0,004	2,2	0,003±0,0004	-

Слід зазначити, що формальдегід виділявся майже зі 100 % досліджених зразків і кратність перевищення норми досягла 9,5 рази на початку експерименту, та 3,5 рази – в кінці експерименту. Міграція ж аміаку та фенолу з часом знижувалась.

Для проведення аналізу якісного і кількісного складу летких продуктів згорання плит OSB використовувався газовий хроматограф Хром 5. Точність і відтворюваність результатів гарантується стабільністю протікання газів, чутливим електрометром.

Під час проведення експерименту в якості термопари застосовувався перетворювач термоелектричний з робочим діапазоном 0 ... 1100 °С. Для автоматичного архівування, регулювання і сигналізації температури використовувався регулятор-вимірник РТ-0102. Регулювання і збір даних здійснювалися по восьми каналах. В РТ-0102 передбачений зв'язок з персональним комп'ютером через інтерфейс RS232. Наповнювач колонок сорбент цеоліт Са-х та полісорб Х 0,25.

Враховуючи особливості проведення дослідів, простоту використання, економічність та високу точність для відбору летких продуктів згорання застосовували метод відбору проб у контейнер. Для дослідів використовувались контейнери з поліетилентерафтату ємністю 100 мл. Відбір проби проходив протягом 20 с шляхом «промивання» контейнера леткими продуктами згорання.

Під час розкладання і горіння деревинних композицій на основі полімерних смол найчастіше утворюються монооксид і двооксид вуглецю (СО і СО₂). Окис вуглецю (чадний газ) – безбарвний, дуже отруйний газ без запаху. Токсична дія його посилюється в разі пониження концентрації кисню в навколишній атмосфері. Враховуючи, що горіння (пожежа) відбуваються в більшості в повітрі, концентрація кисню в ньому зменшується, що негативно впливатиме на стан людини.

На рис. 2 наведено результати визначення вмісту СО в камері під час згорання плит OSB методом газової хроматографії.

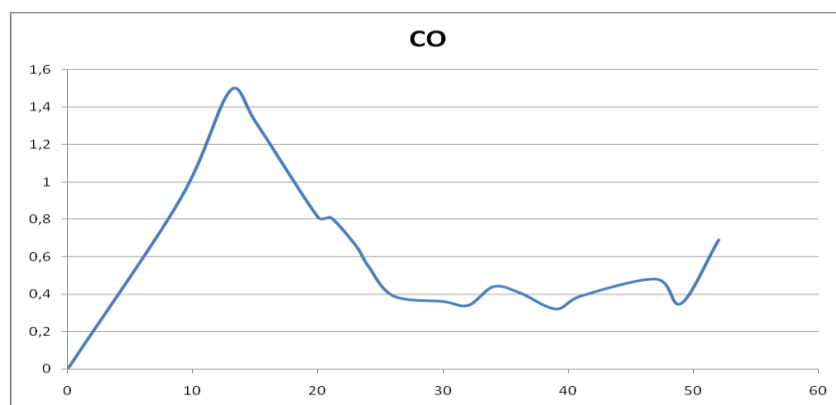


Рис. 2. Зміна концентрації СО в камері згорання

Розрахунковим методом встановили ступень токсиколого-гігієнічної значущості (внеску) оксиду вуглецю в показник токсичності (аналогічно FLD - за стандартом [13]). В міжнародних стандартах він використовується для

орієнтовної оцінки ступеню небезпечності конкретного матеріалу за показником токсичності продуктів горіння.

Для оцінки токсикологічної значущості оксиду вуглецю розраховали показник FLD, який використовується у міжнародних документах. Він характеризується як сума співвідношень концентрації токсичних компонентів до їх середньосмертельної концентрації [14]:

$$FLD = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(C_{L50})_i}$$

де C_i – концентрація i -го компоненту; n – кількість основних токсичних компонентів; C_{L50} – середньосмертельна концентрація i -го компоненту.

Значення середньосмертельної концентрації (C_{L50}) оксиду вуглецю складає $C_{L50}=7150$ мг/м³ [14]. Концентрація CO в камері 1500 мг/м³ (рис.2).

$$FLD = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(C_{L50})_i} = \frac{1500}{7150} = 0,21$$

Висновки. Встановлено фактори небезпеки плит OSB під час експлуатації та в разі загоряння. Виявлено, що ці деревинні матеріали є джерелом міграції формальдегіду на рівнях, які значно перевищують гігієнічні нормативи. Формальдегід можна віднести до найбільш значущих поллютантів за розповсюдженістю та частотою перевищення свого допустимого рівня. Крім загальнотоксичного ефекту він може спричиняти алергічну реакцію організму та визнаний канцерогенним.

Дослідженнями плит OSB виробництва “Kronospan” встановлено, що концентрація виділеного формальдегіду перевищувала норми у 9,5 рази на початку експерименту, та у 3,5 рази – в кінці експерименту.

На основі аналізу складу летких продуктів згорання плит OSB методом газової хроматографії розраховано показник FLD, який характеризує токсикологічну значущість оксиду вуглецю.

Список використаних джерел:

- [1] Зінченко Н.А., Литвиченко О.М., Черниченко І.О., Швагер О.В. (2013) Деякі особливості формування канцерогенного ризику за умов забруднення повітряного середовища. Environment&Health. N4. С.23-27. Вилучено з: <https://cyberleninka.ru/article/n/deyaki-osoblivosti-formuvannya-kantserogenного-riziku-za-umov-zabrudnennya-povitryanogo-seredovischa/viewer>.
- [2] ISO 13344:2015. <https://www.iso.org/standard/68029.html>.
- [3] Державні санітарні норми та правила. «Полімерні та полімервмісні матеріали, вироби і конструкції, що застосовуються у будівництві та виробництві меблів. Гігієнічні вимоги». Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 29.12.2012 № 1139. Вилучено з: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0087-13>.
- [4] Наказ МОЗ України від 14.01.2020 N 52 Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць.
- [5] <https://isu.org.ua/osb-plyta-shkoda-dlya-zdorov-ya-i-ekologichnist-materialu/>.
- [6] Наказ МОЗ України від 02.03.2007 р. № 99 Про затвердження

- Гігієнічного нормативу "Перелік промислових алергенів". Вилучено з: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-07#Text>.
- [7] В.С. Ткачишин (2008) Загальна характеристика професійних алергійних захворювань і промислових алергенів. Клінічна імунологія, алергологія, інфектологія. 3-1. Вилучено з: <https://kiai.com.ua/ua/archive/2008/3-1/article-191/zagalna-harakteristika-profesijnih-alergijnih-zahvoryuvan-i-promislovih-alergeniv>.
- [8] Шамлян О.В. (2014) Оцінка санітарно-гігієнічних показників плит ДСП та OSB. Актуальні проблеми профілактичної медицини. Збірник наукових праць. В.11. Львів. С.148-151. Вилучено з: http://nauka.meduniv.lviv.ua/wpcontent/uploads/2016/01/Aktualn_problemi_prof_laktichnoi_medizini_11.pdf.
- [9] Брейдак Ю.Г. (2008). Санітарно-хімічні аспекти застосування деревинних корпусних матеріалів на транспорті. /Актуальные проблемы транспортной медицины № 2 (12). С. 70-74. Вилучено з: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>.
- [10] Всесвітня організація охорони здоров'я. Формальдегід. Рекомендації за якістю повітря. Вилучено з: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0014/123062/AQG2ndEd_5_8Formaldehyde.pdf.
- [11] М.П.В.Лютий, Г.Є.Ортинська, П.А.Бехта, В.А.Туркіна (2014) Емісія формальдегіду з деревинних композиційних матеріалів: норми та методи визначення. Наукові праці Лісівничої академії наук України. Львів. В.12. С. 259-265.<http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/167/127>.
- [12] EN 717-1:2004 Wood-basedpanels – Determination of formaldehyde release - Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/7a0956fe-2518-438d-aefc-5e00162a8169/en-717-1-2004>.
- [13] ДСТУ ISO 13344:2018 Визначення потенціалу летальної токсичності летких продуктів згоряння (ISO 13344:2015, IDT).
- [14] Наказ МОЗ України від 7 червня 2006 року N 369 Про затвердження методичних вказівок "Визначення та гігієнічна оцінка показників токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів". Вилучено з: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0369282-06#Text>