

УДК 655.366.72

DOI: 10.20535/2077-7264.4(90).2025.349487

© Л. О. Бабанська*, магістрантка, Т. А. Роїк, д-р техн. наук,
проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ЗАПАХІВ НА ПОЛІГРАФІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Стаття присвячена визначенню ефективних методів вимірювання шкідливих сполук (запахів) у повітрі під час виробничих поліграфічних процесів та активного і залишкового запахів готової друкарської продукції для вчасного попередження критичного рівня шкідливих газів в приміщеннях поліграфічного підприємства, контролю відповідності ароматизованої продукції заданому аромату, визначення причин небажаного залишкового запаху готової продукції й запобігання його міграції до харчових продуктів у випадку використання поліграфічних виробів як первинного пакування.

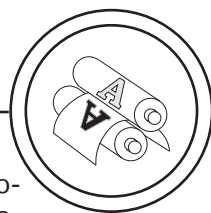
Ключові слова: поліграфічне пакування; шкідливі гази; контроль якості повітря; тест Робінсона; залишковий та заданий запах; ароматизована продукція; «електронний ніс».

Постановка проблеми

Серед багатьох важливих параметрів, що контролюються на підприємствах поліграфічної галузі, зокрема, таких як, величина розтискування растрових елементів, оптична густина, суміщення фарб, продрукування всіх елементів, відсутність дефектів на продукції (розшарування, подряпин, складок, відмарювання фарби, надривів тощо), відповідність відбитка кольоропроби або наданим зразкам, відповідність розмірів тощо, не менш важливим є такий параметр як запах, що виникає у робочих цехах. Це стосується не лише запаху готової продукції, а й ви-

робничих приміщень, де можуть утворюватись шкідливі гази [1].

Наприклад, часто у друкарських процесах під час використання тваринних желатинових клеїв відбувається розклад білкових сполук (більшість білків денатують при нагріванні їх розчинів вище 50° С, тоді як робоча температура клею становить 55–60° С), що супроводжується виділенням летких сполук, зокрема аміаку (NH₃) та амінів, що спричиняють характерний запах зіпсованої риби [2–4]. Аміак (аміак водний) також використовують як консервант, розчинник та регулятор кислотності при виготовленні ла-



кофарбових матеріалів [5]. Крім того, при обробці поверхонь коронним розрядом або полімеризації в сушарках УФ-фарб чи УФ-лаків виділяється озон (O_3) [4, 6]. Обидва гази (аміак і озон) є токсичними для людини й при довготривалому впливі викликають різноманітні захворювання, тому дуже важливо забезпечити контроль їх концентрації в повітрі й ефективну вентиляцію виробничих приміщень.

Ще один приклад — леткі токсичні сполуки, що залишаються в готовому поліграфічному виробі (пакуванні), можуть мігрувати на харчову продукцію, погіршуючи її органолептичні властивості й потенційно становити загрозу безпечності продукту (особливо для людей, що знаходяться в зоні ризику: дітей, осіб похилого віку, вагітних жінок та людей з ослабленим імунітетом).

Інший напрям, в якому є важливим контроль та вимірювання запаху — це спеціальне введення ароматичних домішок до фарб, лаків або паперу з метою надання продукції, наприклад, пакуванням косметичних виробів, певного аромату (лаванди, ванілі, полуниці тощо) задля збільшення їх привабливості на споживчому ринку [7].

Поліграфічна продукція, виготовлена з використанням ароматизованих матеріалів, широко використовується в аромамаркетингу [8, 9]. У цьому випадку ключове значення має точне відтворення та передання заданого запаху.

Обидва напрями визначення та контролю запахів на поліграфічному підприємстві як небажаних (шкідливих газів), так і заданих (спеціально доданих) є актуальним науково-практичним завданням. Воно потребує ґрунтовних аналітичних досліджень і подальшої практичної перевірки ефективності запропонованих методів аналізу і контролю запахів у виробничих умовах українських поліграфічних підприємств.

Аналіз попередніх досліджень

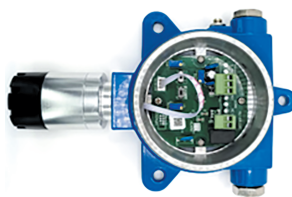
На ринку України вже давно існують датчики [10, 11], що вимірюють концентрацію різних газів, такі, як датчики аміаку чи озону (рис. 1).

Однак в поліграфічній промисловості, на відміну від сільськогосподарської, рідко зустрічаються газоаналізатори, окрім датчиків чадного газу.

Неконтрольованість шкідливих викидів в повітря під час виробничого процесу на поліграфічному

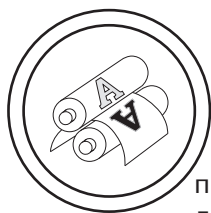


а



б

Рис. 1. Загальний вигляд датчиків газу: а — датчик аміаку; б — датчик озону) [10, 11]



підприємстві може призвести до порушень Державних санітарних норм та правил, що тягне за собою адміністративну, цивільно-правову та кримінальну відповідальності [4, 12–14].

Для вимірювання запахів розвивається технологія «електронного носу» (EN, e-nose) з метою контролю стану навколишнього повітря та використання у промисловості (наприклад, в харчовій для аналізу якості продукції) й медицині (наприклад, для розпізнавання гострого некротичного виразкового гінгівіту чи туберкульозу) [15].

Цю систему можна застосувати й в поліграфічній промисловості для контролю активного та залишкового запахів готової поліграфічної продукції.

Пристрій EN складається з апаратних і програмних компонентів для класифікації запахів [15]. Схематичне зображення алгоритму роботи системи «електронний ніс» наведено на рис. 2.

Згідно з рис. 2, спочатку повітря (газ) впускається всередину приладу з навколишнього середовища і поглинається масивом датчиків. Відповідно до зміни напруги, сили струму, частоти та параметрів опору відбувається виявлення вхідного сигналу.

Оскільки в масивах датчиків зазвичай використовуються різні типи датчиків, отримані сигнали повинні бути попередньо оброблені, щоб правильно зрозуміти ці фізичні зміни.

Потім зчитувані сигнали підсилюються, фільтруються або перетворюються з метою формування набору даних. Оброблені сигнали аналізуються з точки зору їхніх специфічних властивостей та обробляються за допомогою алгоритму розпізнавання образів.

В результаті, запах класифікується на етапі розпізнавання образів. Вказану систему можна постійно вдосконалювати та налаштовувати під власні потреби за допомогою машинного навчання та інструментів штучного інтелекту [15].

Для вимірювання залишкового запаху поліграфічної продукції та контролю його міграції на харчові продукти існують європейські стандарти EN 1230-1:2009 [16] та EN 1230-2:2009 [17], що були прийняті в Україні у 2022 р., й згідно з якими створено ДСТУ EN 1230-1:2022 [18] та ДСТУ EN 1230-2:2022 [19] відповідно. Стандарти EN 1230-1:2009 та ДСТУ EN 1230-1:2022 регламентують метод проведення дослідження для оцінки запаху, що виділяється зразком паперу або картону. Він застосо-

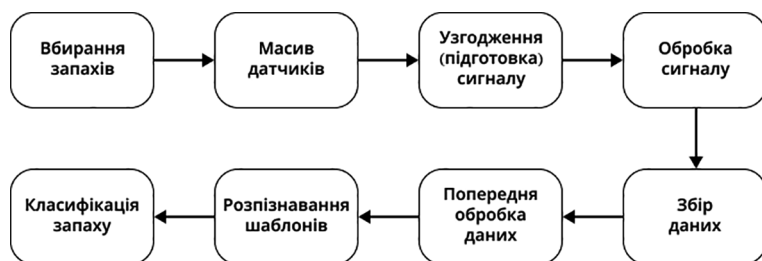


Рис. 2. Алгоритм роботи системи «електронний ніс»



вується до всіх видів паперу та картону, включаючи матеріали із захисним покриттям, призначені для прямого або непрямого контакту з харчовими продуктами. Стандарти EN 1230-2:2009 та ДСТУ EN 1230-2:2022 регламентують метод для оцінки того, чи може матеріал, що підлягає випробуванню, спричинити зміну смаку (аромату) харчового продукту, який контактує з цим матеріалом.

Згідно вказаних стандартів за результатами тестів можна зробити висновки щодо придатності випробуваного матеріалу для пакування харчових продуктів.

На основі європейських стандартів, що вказані вище, розроблено спеціальний метод, так званий тест Робінсона [20]. Цей метод дозволяє визначити органолептичні дефекти харчових продуктів, що виникають внаслідок контакту з пакуванням.

Метод (тест Робінсона) [20] полягає в тому, що пакування та третій шоколад поміщають на певний час (в середньому він становить один рік) в герметично закрите середовище за визначених умов освітлення, температури та відносної вологості. Після сплину цього часу шоколад дегустується спеціальною комісією та порівнюється з еталонним зразком (шоколадом, що був поміщений у таке саме герметичне середовище, але окремо від пакування).

Кожен член комісії оцінює зміну запаху та смаку шоколаду за допомогою відповідної форми, після чого визначається медіана оцінок, що виявляє органолептичні дефекти харчових продуктів, які виникли внаслідок їх контакту з пакуванням [20].

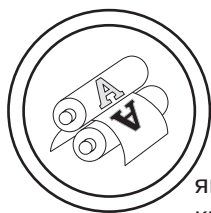
Таким чином, тест Робінсона є вельми ефективним для оцінки придатності пакування для харчових продуктів.

Для оцінки якості заданого запаху ароматизованої продукції (наприклад, пакування для косметичної продукції, подарункових листівок тощо) зазвичай використовують органолептичний метод (сенсорний). Однак можна використовувати й вище описані методи (стандарт ДСТУ EN 1230-1:2022 та тест Робінсона) зі внесенням до них певних змін, орієнтованих під конкретні завдання, такі як відповідність запаху поліграфічної продукції заданому, стійкість запаху, якість вивільнення запаху. Дані зміни можуть стосуватися контрольного (еталонного) зразка (наприклад, в тесті Робінсона замість шоколаду використовувати ту саму поліграфічну продукцію, але без додаткової ароматизації) та термінів проведення досліджень.

Мета роботи

Визначення універсальних ефективних методів вимірювання шкідливих сполук (запахів) у повітрі під час виробничих поліграфічних процесів та активного і залишкового запахів готової друкарської продукції.

Одержані результати дозволять: вчасно попереджувати критичний рівень шкідливих газів в приміщеннях поліграфічного підприємства, контролювати відповідність ароматизованої продукції заданому аромату, визначити причини небажаного залишкового запаху готової продукції й запобігти його мігруванню до харчових продуктів у випадку використання поліграфічних виробів



як первинне пакування (етикетки цукерок, чипсів, картонні коробки для тортів, нагетсів тощо).

Результати проведених досліджень

При виконанні досліджень для вимірювання якості повітря на поліграфічних підприємствах використовувались такі портативні газоаналізатори: KKnook Ozone Meter та Honeywell MultiRAE Lite. Ці прилади є бездротовими дифузійними моніторами. Honeywell MultiRAE Lite дозволяє одночасно вимірювати до чотирьох газів, таких, як аміак, сірководень, окис вуглецю, кисень та горючі речовини.

У процесі досліджень проведено аналіз виробничих умов семи українських поліграфічних підприємств та виконано вимірювання кількості газів у робочих зонах та залишкового запаху поліграфічної продукції.

Дослідження проводилися на таких підприємствах.

Підприємство № 1 спеціалізується на виготовленні картонного пакування для харчових продуктів, алкогольних виробів, предметів особистого догляду та непродовольчого пакування (для побутової хімії, техніки тощо). Для контролю залишкового запаху друкарської продукції, зокрема, картонного пакування та його можливої майбутньої міграції на харчовий продукт на цьому підприємстві використовують внутрішній стандарт контролю, який базується на стандарті ДСТУ EN 1230-1:2022.

Підприємство № 2 виготовляє такі види продукції, як блокноти, каталоги, журнали, карти, атласи та книги. Перевірку на залишко-

вий запах поліграфічної продукції на підприємстві не проводять.

Підприємства №№ 3–5 спеціалізуються на виготовленні паперового та картонного пакування для продуктів харчування, косметики, фармацевтики та електронних пристроїв. Ці поліграфічні підприємства мають сертифікати ISO 9001:2015 [21] та ISO 22000:2018 [22]. Для контролю залишкового запаху паперових та картонних пакувань підприємства №№ 3–5 використовують різні модифікації тесту Робінсона.

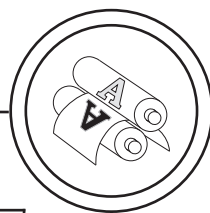
Підприємства №№ 6 та 7 — це підприємства широкого спектру послуг. На цих поліграфічних підприємствах перевірку залишкового запаху поліграфічної продукції виконують органолептичним методом.

Результати аналізу виробничих умов цих українських поліграфічних підприємств та вимірюну кількість газів у робочих зонах наведено у табл.

У табл. стовпчик «Виявлена концентрація газу» має значення у двох одиницях вимірювання — ppm (parts per million) та мг/м³. Виміряні значення концентрації газів, які наведені без дужок, вказані в одиницях вимірювання ppm. Значення виміряної концентрації газів у мг/м³ наведені у дужках.

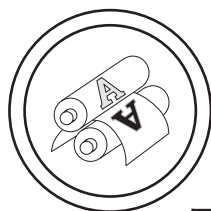
Згідно з табл. на підприємстві № 1 частка ГДК озону становить 4,18–4,98, на підприємстві № 2 — 2,59–4,78. На підприємствах №№ 3–5 частка ГДК озону складає 0,2–0,3, на поліграфічному підприємстві № 6 — 3,58–6,57, на підприємстві № 7 — 4,18–8,36.

Згідно з табл. на підприємствах №№ 1 та 2 органолептичним способом виявлено запах аміаку,



Аналіз виробничих умов поліграфічних підприємств

№ пп	Виробни- чий цех	Виявлені запахи ор- гано-леп- тичним способом	Джерело виникнен- ня запахів	Кліматичні умови (темпера- тура, від- носна вологість)	ГДК у ро- бочій зоні, мг/м ³	Виявлена концентрація газу, ppm (мг/м ³)	Частка ГДК
1	Друкарсь- кий	Озон	Процес сушіння УФ-фарб, УФ-лаків	20° С, 56 %	0,1	0,21–0,25 (0,418–0,498)	4,18–4,98
	Брошуру- вально-па- літурний	Аміак	Процес ла- кування ВД-лаками	19° С, 56 %	20	17–20 (12,16–14,31)	0,6–0,72
2	Друкарсь- кий	Озон	Процес сушіння УФ-лаків	22° С, 60 %	0,1	0,13–0,24 (0,259–0,478)	2,59–4,78
	Палітурний	Аміак	Процеси півавт. ви- готовлен- ня паліту- рок та вста- вляння бло- ків в палі- турку	21° С, 58 %	20	19–23 (13,59–16,45)	0,68–0,82
3	Друкарсь- кий	Не вияв- лено (озон)	—	24° С, 56 %	0,1	0,01–0,03 (0,02–0,06)	0,2–0,3
	Брошуру- вально-па- літурний	Не вияв- лено (аміак)	—	24° С, 57 %	20	0–1 (0,00–0,72)	0–0,036
4	Друкарсь- кий	Не вияв- лено (озон)	—	24° С, 58 %	0,1	0,01–0,03 (0,02–0,06)	0,2–0,3
	Брошуру- вально-па- літурний	Не вияв- лено (аміак)	—	24° С, 58 %	20	0–1 (0,00–0,72)	0–0,036
5	Друкарсь- кий	Не вияв- лено (озон)	—	22° С, 57 %	0,1	0,01–0,03 (0,02–0,06)	0,2–0,3
	Брошуру- вально-па- літурний	Не вияв- лено (аміак)	—	21° С, 57 %	20	0–1 (0,00–0,72)	0–0,036
6	Друкарсь- кий	Озон	Процес сушіння УФ-фарб, УФ-лаків	18° С, 55 %	0,1	0,18–0,33 (0,358–0,657)	3,58–6,57
	Брошуру- вально-па- літурний	Не вияв- лено (аміак)	—	18° С, 55 %	20	0–1 (0,00–0,72)	0–0,036



Закінчення табл.

№ пп	Виробни- чий цех	Виявлені запахи ор- гано-леп- тичним способом	Джерело виникнен- ня запахів	Кліматичні умови (темпера- тура, від- носна вологість)	ГДК у ро- бочій зоні, мг/м ³	Виявлена концентрація газу, ppm (мг/м ³)	Частка ГДК
7	Друкарсь- кий	Озон	Процес сушіння УФ-фарб, УФ-лаків	20° С, 53 %	0,1	0,21–0,42 (0,418–0,836)	4,18–8,36
	Брошуру- вально-па- літурний	Не вияв- лено (аміак)	—	20° С, 56 %	20	0–1 (0,00–0,72)	0–0,036

Примітка: ГДК — гранично-допустима концентрація газів. Доля ГДК — це без-розмірна величина, що являє собою відношення виявленої концентрації газу до гра-нично-допустимої концентрації газу [4].

однак частка ГДК аміаку на під-приємствах перебуває в нормі — на підприємстві № 1 частка ГДК аміаку становить 0,6–0,72, на поліграфічному підприємстві № 2 — 0,68–0,82. На інших підприємст-вах (№№ 3–7) в брошурувально-палітурних цехах органолептичним способом запах аміаку не виявле-но, частка ГДК аміаку на цих підпри-ємствах становить від 0 до 0,036.

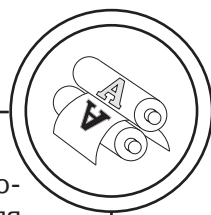
Проаналізувавши отримані да-ні (табл.), виявлено перевищення рівня озону на чотирьох з семи підприємств у 2,5–8 разів (під-приємства №№ 1, 2, 6 та 7). Пе-ребування у приміщенні з таким перевищенням концентрації озо-ну у повітрі протягом 15 хв може викликати у людини головні бо-лі, сонливість, нудоту, першіння у горлі. Тому вкрай необхідним є приймання ефективних заходів не тільки для фіксації, але й для мінімізації шкідливих газів у ви-робничих цехах поліграфічних підприємств.

Для цього сформовано узагаль-нення та рекомендації, про що ви-кладено нижче.

Так, для комплексного моні-торингу стану повітря на полігра-фічному підприємстві та для за-безпечення безпечних і нешкід-ливих умов праці [23] можна вста-новити систему E-Nose [24].

Для контролю токсичних ви-кидів у повітря у виробничих це-хах підприємств (№№ 1–7 у табл.), де відбувається робота з клеями, фарбами та лаками, поряд із дат-чиками чадного газу (на відстані 1,5–2 м від підлоги) рекомендо-вано встановити датчики аміаку та озону з певною відстанню один від одного.

Враховуючи температурні ко-ливання та присутність інших га-зів, для вимірювання концентра-ції аміаку варто встановлювати оптичний датчик з цифровим ви-ходом [10]. Також можливе вста-новлення мультигазових детек-торів чи використання портатив-них газоаналізаторів не рідше ніж два рази на тиждень та під час виробничих процесів, що забез-печить своєчасне виявлення шкід-ливих газів та дозволить швидко приймати заходи для їх мінімізації.



Для дослідження залишкового (бажаного й небажаного) запаху поліграфічної продукції та його можливої міграції на українських поліграфічних підприємствах використовують різні модифікації тесту Робінсона та стандарту ДСТУ EN 1230-1:2022 залежно від умов та завдань конкретного підприємства.

Основні зміни тесту Робінсона та стандарту ДСТУ EN 1230-1:2022 стосуються герметичного середовища (наприклад, скляні банки замінюються герметичними пакетами без запаху), температурного режиму, шкали оцінювання (наприклад, замість оцінок 0–4 вводять систему оцінювання 1–5 чи 0–10 балів), часових проміжків та контрольних (еталонних) зразків.

Прикладом визначення такого важливого параметра як аромат для пакування, зокрема, для косметичних виробів, на рис. 3 представлено етап розміщення досліджуваних зразків пакування в герметичне середовище.

Вимірювання запаху проводилось із застосуванням зміненого тесту Робінсона, що дозволило

застосовувати його для контролю ароматів на пакуваннях для косметичної продукції.

Таким чином, можна констатувати, що для контролю відтворення заданого аромату поліграфічної продукції можна використовувати систему «електронний ніс», попередньо налаштувавши її за допомогою машинного навчання та інструментів штучного інтелекту.

Висновки

Виконані дослідження дозволяють зробити низку узагальнень та висновків:

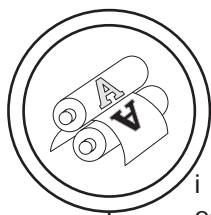
1. Проведено аналіз напрямів визначення та контролю запахів на поліграфічному підприємстві, включаючи небажані (шкідливі гази) та задані запахи (спеціально додані до продукції друкарства).

2. Визначено причини виникнення шкідливих газів на поліграфічних підприємствах та способи їх вимірювання для запобігання їх негативного впливу на готові поліграфічні вироби.

3. Виконано аналіз та проведено експериментальні дослідження з визначення кількості озону



Рис. 3. Приклад проведення етапу розміщення досліджуваних зразків у герметичне середовище при застосуванні зміненого тесту Робінсона



і аміаку у виробничих умовах семи українських поліграфічних підприємств порівняно з допустимими величинами згідно зі стандартами.

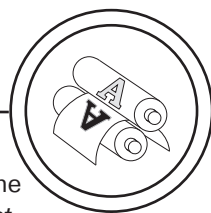
Це проілюструвало негативну ситуацію на низці поліграфічних виробництв, для яких було сформовано рекомендації щодо мінімізації шкідливих викидів та своєчасного їх виявлення.

4. Запропоновано використання модифікацій тесту Робінсона для контролю залишкового запаху паперових та картонних пакувань, як ефективного методу виявлення залишкових запахів.

5. Показано, що сучасні тенденції розвитку поліграфії для забезпечення високих показників якості продукції спрямовані на використання машинного навчання та інструментів штучного інтелекту, зокрема, для контролю відтворення заданого аромату поліграфічної продукції із застосуванням попередньо налаштованої системи «електронний ніс». Саме такий підхід дозволяє забезпечити достовірні результати з контролю відтворення заданого аромату такої поліграфічної продукції, як, насамперед, пакування для косметичних виробів.

References/Список використаної літератури

1. Rozum, T. V., Zorenko, Ya. V., Savchenko, K. I., & Skyba, V. M. (2012). Kontrol yakosti drukuvannia na pakovanii [Quality control of printing on packaging]. *Upakovka*, 3, 63–66. Retrieved from https://nbuv.gov.ua/UJRN/Upakovka_2012_3_20 [in Ukrainian].
2. Ionov, I. A., Dekhtiarova, O. O., Moskalov, V. B., & Borzyk, O. B. (2024). *Biokhimiia [Biochemistry]*. Kharkiv, 315 p. Retrieved from <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/16247> [in Ukrainian].
3. Adhesive solutions for every industry. *Gluecom*. Retrieved from <https://gluecom.eu/en-us/> [in English].
4. (08.04.2025). *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh norm ta pravyl 'Pidpriemstva ta orhanizatsii polihrafichnoi promyslovosti'*. Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ia Ukrainy vid 19.12.2011, № 932 [On approval of the State Sanitary Norms and Rules 'Enterprises and Organizations of the Printing Industry': Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 19.12.2011, No. 932]. [in Ukrainian].
5. Podhajny, R. M. (01.09.2002). A Lesson in Amines Used in Water-Based Products. *Paper, film & foil converter*. Retrieved from <https://www.pffc-online.com/magazine/1828-paper-lesson-amines-used> [in English].
6. Zolotukhina, K. I. (2023). *Polihrafichni materialy zi spetsialnymy vlastyvos-tiamy [Printing materials with special properties]*. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 98 p. Retrieved from <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66306> [in Ukrainian].
7. Mykhailenko, K., & Stepanets, V. (2010). Sposoby aromatyzatsii drukovanoi produktsii [Methods of aromatization printed production]. *Technology and Technique of Typography (Tekhnolohiia I Tekhnika Drukarstva)*, (1(27)), 47–56. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(27\).2010.57042](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(27).2010.57042) [in Ukrainian].
8. Skliarenko, N. V., Romaniuk, O. V., & Kolosnichenko, M. V. (2024). Aromat yak zasib vizualizatsii khudozhno-obraznoi kontseptsii v dyzaini polihrafichnykh



vydan [Aroma as a means of visualizing an artistic and figurative concept in the design of printed publications]. *Teoriia ta praktyka dyzainu. Kultura i mystetstvo*, 1(31), 185–191. Retrieved from <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.31.21> [in Ukrainian].

9. Havenko, S. F. et al. (2017). Aroma Printing as a Modern Technology of Packaging Design. *Naukovi zapysky*, 1(54), 31–39. Retrieved from https://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_2017_1_5 [in English].

10. Datchyky amiaku [Ammonia sensors]. VADA. Retrieved from <https://vada.ua/magazin/vimiryuvalni-priladi/datchiki/datchiki-amiaku/> [in Ukrainian].

11. Promyslovyy datchyk ozonu [Industrial ozone sensor]. TOV 'Naftolkhim'. Hazoanalizatory. Retrieved from <https://naftolkhim.com.ua/uk/p/1642274727-promyshlennyy-datchik-ozona-0-20-ppm-4-20ma-rs485-walcom-fgd-o3/> [in Ukrainian].

12. (01.09.2025). *Kodeks Ukrainy pro administratyvni pravoporushennia: Kodeks Ukrainy verkhovna rada ursr vid 07.12.1984, № 8073-Kh* [Code of Ukraine on Administrative Offenses: Code of Ukraine verkhovna rada of the Ukrainian sssr dated 07.12.1984, No. 8073-X]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10#Text> [in Ukrainian].

13. (17.07.2025). *Kryminalnyi kodeks Ukrainy: Kodeks Ukrainy Verkhovna Rada Ukrainy vid 05.04.2001, № 2341-III* [Criminal Code of Ukraine: Code of Ukraine Verkhovna Rada of Ukraine dated 05.04.2001, No. 2341-III]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text> [in Ukrainian].

14. (01.01.2025). *Pro systemu hromadskoho zdorov'ia: Zakon Ukrainy Verkhovna Rada Ukrainy vid 06.09.2022, № 2573-IKh* [On the public health system: Law of Ukraine Verkhovna Rada of Ukraine dated 06.09.2022, No. 2573-IX]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> [in Ukrainian].

15. Karakaya, D., Ulucan, O., & Turkan, M. (2020). Electronic Nose and Its Applications: A Survey. *International Journal of Automation and Computing*, 17, 179–209. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11633-019-1212-9> [in English].

16. EN 1230-1:2009 — Paper and board intended to come into contact with foodstuffs — Sensory analysis — Part 1: Odour [in English].

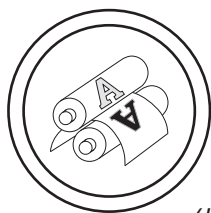
17. EN 1230-2:2009 — Paper and board intended to come into contact with foodstuffs — Sensory analysis — Part 2: Off-flavour (taint) [in English].

18. National standards of Ukraine. (31.12.2023). *DSTU EN 1230-1:2022 (EN 1230-1:2009, IDT). Papir i karton, pryznacheni dlia kontaktu z kharchovymy produktamy. Sensorne analizuvannia. Chastyna 1. Zapakh* [DSTU EN 1230-1:2022 (EN 1230-1:2009, IDT). Paper and board intended to come into contact with foodstuffs — Sensory evaluation — Part 1: Odour], 11 p. [in Ukrainian].

19. National standards of Ukraine. (31.12.2023). *DSTU EN 1230-2:2022 (EN 1230-2:2009, IDT). Papir i karton, shcho kontaktuiut iz kharchovymy produktamy. Sensornyi analiz. Chastyna 2. Storonniy prysmak (smittia)* [DSTU EN 1230-2:2022 (EN 1230-2:2009, IDT). Paper and board in contact with foodstuffs. Sensory analysis. Part 2. Off-flavor (garbage)], 17 p. [in Ukrainian].

20. (24.11.2022). Words of Paperboard: Robinson test. *ProntoPack. Cardboard*. Retrieved from <https://www.prontopack.com/en/words-of-paperboard-robinson-test/> [in English].

21. National standards of Ukraine. (01.07.2016). *DSTU ISO 9001:2015. Systemy upravlinnia yakistiu. Vymohy* [DSTU ISO 9001:2015. Quality management systems. Requirements], 31 p. [in Ukrainian].



22. National standards of Ukraine. (01.09.2021). *DSTU ISO 22000:2019 (ISO 22000:2018, IDT). Systemy keruvannia bezpechnistiu kharchovykh produktiv. Vymohy do bud-iakoi orhanizatsii v kharchovomu lantsiuzi [DSTU ISO 22000:2019 (ISO 22000:2018, IDT). Food safety management systems. Requirements for any organization in the food chain]*, 39 p. [in Ukrainian].

23. (12.10.2025). *Kodeks zakoniv pro pratsiu Ukrainy: Kodeks Ukrainy verkhovna rada ursr vid 10.12.1971, № 322-VIII [Labor Code of Ukraine: Code of Ukraine verkhovna rada of the Ukrainian ssr dated 10.12.1971, No. 322-VIII]*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text> [in Ukrainian].

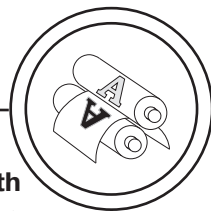
24. Measure Smells Continuously and in Real Time with E-Nose Technologies. *E-NOSE*. Retrieved from <https://e-nose.biz/> [in English].

*Corresponding author: **Liubov Babanska**, master's student, National Technical University of Ukraine 'Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute', babanskalubov@gmail.com.

Tetiana Roik, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Technical University of Ukraine 'Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute', <https://orcid.org/0000-0002-4930-0173>.

Determination of Effective Methods for Measuring Odors at Polygraphic Enterprises

The article is devoted to determining effective methods for measuring harmful compounds (odors) in the air during printing processes and active and residual odors of finished printed products for timely warning of critical levels of harmful gases in the premises of a printing company, controlling the conformity of flavored products to a given aroma, determining the causes of unwanted residual odors in finished products, and preventing their migration to food products when printing products are used as primary packaging. The article lists the reasons for the appearance of volatile compounds such as ammonia and ozone during production processes, as well as their impact on occupational safety. Methods for measuring odors are considered, namely: 'electronic nose' technology, the Robinson test, measurement using various gas analyzers, European (EN 1230-1:2009, EN 1230-2:2009) and Ukrainian (ДСТУ EN 1230-1:2022, ДСТУ EN 1230-2:2022) state standards. An analysis of the production conditions at seven printing companies in Ukraine was conducted, and measurements of ammonia and ozone concentrations in work areas were taken using KKnook Ozone Meter and Honeywell MultiRAE Lite wireless diffusion monitors. Ozone levels were found to exceed the norm by 2.5–8 times (0,259–0,836 mg/m³) at four of the seven enterprises; no excess ammonia levels were found in the work areas (0–16,45 mg/m³). Recommendations were made for these enterprises to minimize harmful emissions and detect



them in a timely manner: to install an E-Nose system or, along with carbon monoxide sensors (at a distance of 1.5–2 m from the floor), to install ammonia and ozone sensors at a certain distance from each other. The use of modifications of the Robinson test to control residual and target odors of paper and cardboard packaging was proposed. It was also shown that the control of the reproduction of the target aroma of printing products can be effectively carried out using the ‘electronic nose’ system, having previously configured it using machine learning and artificial intelligence tools.

Keywords: printing packaging; harmful gases; air quality control; Robinson test; residual and specified odors; flavored products; ‘electronic nose’.

Надійшла до редакції/Received: 30.11.25

Рецензія/Peer review: 10.12.25

Опубліковано/Printed: 30.12.25