

ПОЗАЛАБОРАТОРНИЙ КОЛЬОРОМЕТРИЧНИЙ СКРИНІНГ ЯКОСТІ ЦЕМЕНТІВ

Бохан Ю. В., Гостик В. С.

Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Цементна галузь – одна з ключових для економіки України. Вітчизняні підприємства по виробництву цементу платять податки, відчутно наповнюючи бюджет, забезпечують робочі місця як у власному виробництві, так і впливають на цей фактор у суміжних галузях. Ринок збуту цементу величезний, і ця обставина не змогла залишитися непоміченою різного роду шахраями, які намагаються продати фальсифікований, неякісний, що не відповідає заявленим характеристикам якості цемент. Проблема фальсифікації тарованого цементу набула загальнонаціонального масштабу, адже за даними Української асоціації підприємств і організацій цементної промисловості «Укрцемент» продажі фальсифікованого цементу становлять близько 26% від загального об'єму 59 % продажів тарованого цементу в Україні. При цьому підробляють цемент всіх відомих брендів [1]. Між тим, якість та надійність є ключовими характеристиками для усіх видів цементів, що виробляються на території України. У засобах масової інформації обговорюється наявність масштабної фальсифікації та контрафактної реалізації цементу, у зв'язку з цим актуальним є завдання експресного визначення його якості та виявлення грубої фальсифікації.

У сучасний час при виробництві цементів широко застосовують різноманітні мінеральні добавки, а для забезпечення естетичних дизайнерських рішень – зафарбовані в різні кольори будматеріали, наприклад, кольорові цемент. Контрафактний цемент із великим вмістом неактивного мінерального матеріалу (крейда, зола, шлак, вапно тощо) має сфальсифіковані стандартні характеристики, що призводить до того, що бетон з нього не досягає проектної міцності та довговічності, будівельні конструкції з такого бетону можуть руйнуватися під технічними навантаженнями.

На жаль, повноцінну і достовірну перевірку якості цементу можна провести тільки в лабораторії, але елементарний експрес-аналіз робиться буквально за 15-20 хвилин. Експрес-перевірка може виявити відверту підробку, наприклад, коли у тестований цементний порошок додані сторонні речовини. Кількісно мінеральні добавки у цементі визначають згідно державних стандартів чи технічних умов з використанням складних та тривалих процедур гравіметричного, титриметричного, рентгено-дифрактометричного, фотометричних аналізів, що вимагають наявності складного обладнання, дорогих реактивів та посуду.

Розробка та впровадження ефективних експрес-методів виявлення фальсифікації цементу є важливим завданням. На практиці доволі часто виникають випадки доцільності проведення експрес-ідентифікаційних випробувань обраного набору показників якості цементу, достатнього для отримання відповіді на поставлене питання стосовно одержаного цементу з метою підтвердження його відповідності маркуванню цементу, зазначеному у договорі на поставку. Цифрова кольориметрія із використанням мобільних кольорореєструючих пристроїв – смартфонів, стала перспективним тест-методом оперативного контролю якості будівельної продукції, у тому числі цементів, замінивши собою візуальне порівняння з кольором зразка. Кольориметричний скринінг із застосуванням як якісного тест-аналізу, так і кількісного аналізу вмісту різних добавок у досліджуваній продукції цементних виробництв дозволяє виключити суб'єктивність оцінки оператором та не вимагає від нього високої кваліфікації. [2-3].

В роботі запропоновано експресний метод цифрового скринінгу кольориметричних характеристик портландцементу, а також подвійних та потрійних систем портландцементу з мінеральними добавками, частка яких у системах варіювалася від 5 до 30% у колірній системі RGB. Кольоровість оцінювали з допомогою смартфонів [2], для обробки цифрових зображень випробувано кілька пакетів програмного забезпечення мобільних пристроїв. Для визначення кольоровості порошків реєстрували електронне зображення на мобільному телефоні марки Huawei Honor 80 Pro. Мікропланшет зі зразками цементу поміщали під штатив на відстані 15 см від фотокамери смартфона у приміщенні зі штучним освітленням. Використана програма

обробки електронних зображень RGB. Режим зйомки: звичайний без спалаху. Курсором виділяли 5 точок зображення матеріалу у лунці, проводили розрахунок середніх значень яскравості компонент кольоровості у системі RGB. Для приготування градувальних сумішей (маса однієї проби 5 г) використовували технічні ваги з точністю до $\pm 0,001$ р. У табл. 1 наведено усереднені дані для координат кольоровості електронних зображень зразків цементу, крейди, вапна, шлаку.

Таблиця 1.

Усереднена інтенсивність $F_{\text{ср}}$ компонентів кольоровості у системі кольоровості RGB

Зразок	R	G	B
Цемент	132 \pm 3	138 \pm 5	130 \pm 6
Крейда	217 \pm 3	223 \pm 3	221 \pm 4
Зола	223 \pm 3	224 \pm 3	225 \pm 4
Шлак	123 \pm 1	135 \pm 2	125 \pm 2
Вапно	223 \pm 2	228 \pm 3	225 \pm 3

На рис. 1 показано приклади впливу на величини F_R , F_G і F_B вмісту в цементі індивідуальної добавки, на прикладі крейди.

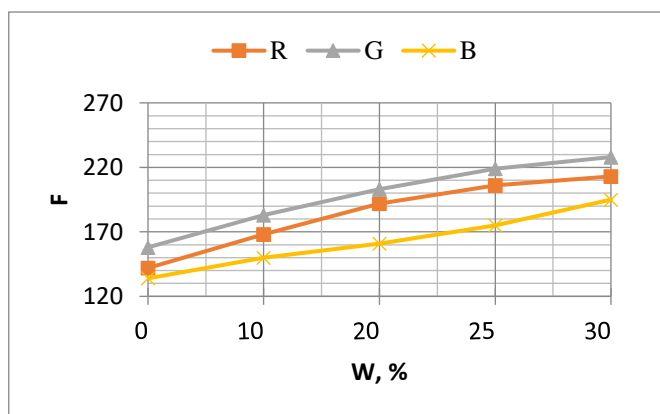


Рис.1 Залежність параметрів F від вмісту крейди (%) у суміші портландцемент-крейда; смартфон Huawei Honor 80 Pro, ПЗ RGB, Android.

Величина апроксимації, що використовується для кількісної оцінки складу сумішей цементу з крейдою, або вапном свідчить, що для лінійного градування придатні інтенсивності практично всіх трьох компонентів кольоровості F_R , F_G та F_B , однак найвищий ступінь апроксимації спостерігали для інтенсивності компоненти кольоровості F_G .

Кольорометричне визначення мінеральних домішок у цементах мобільними пристроями за всіма ознаками можна віднести до тест-методів хімічного аналізу, які призначені, як відомо, для швидкого виявлення або визначення аналітів у пробі з використанням простих пристосувань та відповідних простих методик, що застосовуються у позалабораторних умовах [3]. Нами запропоновано використовувати кольорометричний цифровий скринінг із реєстрацією на смартфон, що дозволяє усунути неточність та суб'єктивність візуальної оцінки, а також ввести напівкількісні характеристики. Безперечно цифрова кольорометрія корисна як експресний тест-метод контролю портландцементів, в першу чергу для виявлення їхньої грубої фальсифікації мінеральними добавками, світлішими або темнішими, ніж портландцемент без добавок. До додаткових переваг запропонованого цифрового кольорометричного скринінгу цементів відносимо економію часу і коштів, необхідних для проведення аналізу, оперативність отримання, обробки та передачі інформації, відсутність проблем, пов'язаних із зберіганням та транспортуванням проб.

Список використаної літератури

1. 26 % цементу в Україні фальсифікують - «Миколаївцемент» 62 Теоретичні та методологічні засади експертизи товарів [Електронний ресурс] : Еал-Інфо - Агенція інформації та аналітики. Економіка. Суспільство. - Режим доступу: http://galinfo.com.ua/news/26tsementu_v_ukraini_falsyfikuyut_mykolaivtsement_110275.html. - Назва з екрана
2. Аруари V.V., Gorbunova M.V., Isachenko A.I., Dmitrienko S.G., Zolotov Y.A. Use of household color-recording devices in quantitative chemical analysis. Journal of Analytical Chemistry, 2017, Vol. 72, no. 11, pp. 1127-1137. DOI: 10.1134/S106193481711003X.
3. Ivanov V.M., Monogarova O.V., Oskolok K.V. Capabilities and prospects of the development of a chromaticity method in analytical chemistry. Journal of Analytical Chemistry, 2015, vol. 70, no. 10, pp. 1165-1178. DOI: 10.1134/S1061934815100111.

МЕТОДИ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ У ПИТНІЙ ВОДІ

Бунякіна Н. В., Дрючко О. Г., Бурда А. Ю.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Нітрати – це постійні складники природних вод. Вони є природними продуктами аеробного окиснення органічних азотовмісних речовин у ґрунті та воді водойм, що надає їм значення санітарно-хімічних показників епідемічної безпечності води. Але нормування нітратів у питній воді ґрунтується не на цій підставі, а на забезпеченні нешкідливості їхнього вмісту для здоров'я.

З підвищеним умістом нітратів у питній воді пов'язані:

1) водно-нітратна метгемоглобінемія у немовлят, дітей молодших вікових груп і осіб дуже похилого віку;

2) утворення нітрозамінів і нітрозамідів, які мають мутагенну і канцерогенну активність і підвищують ризик онкологічних захворювань.

Нітрати не належать до метгемоглобіноутворювачів, але, надходячи до травного каналу з питною водою, вони під впливом кишкової мікрофлори відновлюються в нітрити. Останні потрапляють у кров і блокують гемоглобін, утворюючи метгемоглобін, що не здатний переносити кисень. Отже, чим більше гемоглобіну перетворилося на метгемоглобін, то менша киснева ємність крові. У разі його накопичення знижується насичення артеріальної крові киснем, розвивається кров'яний тип гіпоксії, виникає кисневе голодування. Якщо кількість метгемоглобіну перевищує 50 % від загальної кількості гемоглобіну, то організм може загинути від гіпоксії центральної нервової системи.

Перші випадки водно-нітратної метгемоглобінемії було описано у 1945 р. Згодом було доведено, що на неї хворіють зазвичай немовлята, яких вигодовують сумішами, приготованими на воді з високою концентрацією нітратів. Але в усіх випадках, коли хворіли немовлята, дорослі залишалися здоровими. Виявилось, що в їхній крові метгемоглобін не накопичується внаслідок руйнування його метгемоглобіновою редуктазою, тобто відбувається швидке відновлення гемоглобіну. В малюків, особливо першого року життя, спостерігається дефіцит метгемоглобінової редуктази, що призводить до накопичення метгемоглобіну. Саме тому що менша дитина, то тяжче перебігає хвороба.

У нормі у дітей старшого віку і дорослих кількість метгемоглобіну в крові не перевищує 1 – 2 %. Якщо нітрати надходять в організм у надмірних, але не у дуже високих дозах, концентрація метгемоглобіну збільшується незначно, оскільки метгемоглобінова редуктаза руйнує метгемоглобін. Це майже не позначається на стані здоров'я, проте у хворих на анемію або серцево-судинні недуги можуть посилитися прояви гіпоксії.

Підвищений уміст нітратів у воді, окрім того, призводить до утворення нітрозамінів та нітрозамідів. Це відбувається внаслідок перетворення нітратів у нітрити і взаємодії останніх з аліфатичними й ароматичними амінами як у навколишньому середовищі (у воді водойм, ґрунті, рослинах), так і в організмі людини (у травному каналі). Нітрозамідам та нітрозамінам властива