

3. Guo, M.; Huang, K.; Xu, W. Third generation whole-cell sensing systems: Synthetic biology inside, nanomaterial outside. *Trends Biotechnol.* 2021, 39, 550–559.

УДК 628.4:691:504.05

Марцінковська Б.І., здобувачка 2 курсу
спеціальності «Екологія»
ВСП «Івано-Франківського фахового коледжу ЛНУП»
Федорко Н.Б., викладач
ВСП «Івано-Франківського фахового коледжу ЛНУП»

ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ В БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ ЯК СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ

Будівельна галузь є одним із головних джерел викидів парникових газів, зокрема вуглекислого газу (CO₂), а також значним споживачем природних ресурсів. Будівництво, разом із експлуатацією будівель, спричиняє близько 40% глобальних викидів парникових газів. Значна частина цих викидів є результатом споживання енергії, яка використовується у процесах опалення, охолодження, вентиляції та освітлення будівель. У сучасних умовах стрімкого техногенного навантаження на довкілля актуальним постає питання впровадження інноваційних екологічних та енергоефективних рішень. Одним із таких напрямів є використання вторинної сировини у виробництві будівельних матеріалів, що дозволяє зменшити як обсяги відходів, так і загальну енергетичну вартість матеріалів. Тому дослідження можливостей зменшення вуглецевого сліду у будівництві шляхом заміни традиційної сировини вторинними матеріалами, які отримуються шляхом переробки промислових та побутових відходів є досить актуальним питанням сьогодення [1].

Встановлено, що такі відходи, як зола вугільних електростанцій, склобій, пластикові пляшки, полімерні пакування, а також уламки бетону, можуть ефективно використовуватись у виробництві цементу, цегли, блоків, плит та інших будівельних виробів. Сталь та бетон мають високий вуглецевий слід через енергоємні виробничі процеси. Використання вторинної сировини, такої як металевий брухт та альтернативні в'язучі, може значно зменшити ці викиди.

Наприклад, використання золи замість цементу дозволяє знизити викиди CO₂ на 30–40%. Одним з найбільш перспективних напрямків утилізації золошлакових відходів є виробництво з них пористих заповнювачів для легких бетонів. Дрібний заповнювач може бути замінений золою. Як великі заповнювачі застосовують щебінь з паливних шлаків, аглопорит на основі золи, зольний випалювальний і безвипалювальний гравій і глинозольний керамзит. Розроблено технологію виробництва високотемпературної

Скляний бій: Використання скляного бою як заповнювача в бетоні може зменшити викиди CO₂ на 20–40%, а також підвищити міцність і довговічність матеріалу.

Успіхи використання відходів у будівельній справі є помітними по всьому світу. Деякі країни досягли значного прогресу в цій сфері, що привело до значного зменшення відходів та зменшення викидів у довкілля. Вони охоплюють міжнародні дослідження, інноваційні проєкти та практичні приклади зниження вуглецевих викидів у будівництві. Зокрема, Тайванські компанії Miniwiz і LOTOS розробили понад 1 200 способів переробки відходів, таких як пластикові пляшки, рисове лушпиння та панцирі комах, у будівельні матеріали. Наприклад, EcoARK у Тайбеї побудовано з використанням ПЕТ-пляшок. Європейський проєкт SUS-CON створив бетонні суміші, що повністю складаються з вторинної сировини, включаючи пластикові відходи та електронні компоненти. Це дозволило зменшити вуглецевий слід бетону на 50% та знизити витрати на сировину на 15% [3]. Шведська компанія Höganäs замінила первинну сировину металевим брухтом у виробництві металевого порошку, що призвело до зменшення викидів CO₂ та енергоспоживання. Використання вторинної сировини в Німеччині має емісійний фактор 0,4707 кг CO₂ на євро витрат, що свідчить про її ефективність у зменшенні вуглецевого сліду. Використання вторинної сировини, зокрема сталевих брухту, дозволяє значно зменшити викиди парникових газів. Наприклад, використання однієї тонни брухту знижує викиди CO₂ на 1,67 тонни. Сталь та бетон мають високий вуглецевий слід через енергоємні виробничі процеси. Використання вторинної сировини, такої як металевий брухт та альтернативні в'язучі, може значно зменшити ці викиди [4].

Ці дані підтверджують, що впровадження вторинної сировини в будівництві є ефективним способом зниження вуглецевого сліду та сприяє сталому розвитку. Отже, використання вторинної сировини у виробництві будівельних матеріалів — це ефективний спосіб зниження негативного впливу відходів на довкілля. Такий підхід дозволяє суттєво скоротити викиди парникових газів, заощадити енергоресурси та створити передумови для сталого розвитку міст. Подальші дослідження у цьому напрямі повинні бути зосереджені на удосконаленні технологій переробки та адаптації нормативної бази до нових екологічних стандартів.

Перелік використаних джерел.

1. Гринюк В. І., Куценко С. М. Екологічні аспекти використання вторинної сировини у будівництві // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Теорія і практика будівництва. 2020. № 895. С. 72–79.
2. Олійник А. В. Використання промислових відходів у виробництві будівельних матеріалів // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. 2019. № 2. С. 44–49.

3. SUS-CON Project. «Greening concrete with secondary raw materials». CORDIS, Європейська Комісія. Доступно за посиланням: [https://cordis.europa.eu/article/id/173491-greening-concrete-with-secondary-raw-materialsEarth Overshoot Day+4cordis.europa.eu+4hoganas.com+4](https://cordis.europa.eu/article/id/173491-greening-concrete-with-secondary-raw-materialsEarth%20Overshoot%20Day+4cordis.europa.eu+4hoganas.com+4)

4. ReCreate Project. «Reusing Precast Concrete for a Sustainable Future: Evaluating service life, carbonation and carbon footprint». ReCreate, 2025. Доступно за посиланням: <https://recreate-project.eu/2025/01/15/reusing-precast-concrete-for-a-sustainable-future-evaluating-service-life-carbonation-and-carbon-footprint/>

УДК: 504.7

Медвідь М.М. – студентка 1 курсу магістратури
Науковий керівник: Яцишин Т. М. д.т.н., професор, кафедри
технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

МІКРО – ТА НАНОПЛАСТИК ЯК ГЛОБАЛЬНА ЗАГРОЗА: НОРМАТИВНО-ЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ І ПЕРСПЕКТИВИ БІОРОЗКЛАДУ

Пластикове забруднення вже давно вийшло за межі локальної проблеми і на сьогодні визнано глобальним екологічним викликом. За даними міжнародних досліджень, щорічно у світовий океан потрапляє від 8 до 10 мільйонів тонн пластикових відходів, і ця кількість щороку зростає. Основна проблема полягає в тому, що пластик, як синтетичний матеріал, не розкладається природним шляхом протягом сотень років, накопичуючись у воді, донних відкладах та організмах живих істот. За оцінками, загальні накопичення пластику в океанах досягають від 75 до 199 мільйонів тонн. Мікропластик виявлено у 92% морепродуктів, питній воді та солі. Нанопластик, завдяки мікроскопічним розмірам, здатен проникати в клітини, поширюватися кровотоком і викликати потенційно серйозні наслідки для здоров'я. Дослідження показали, що нанопластики можуть проникати через біологічні бар'єри, включаючи кишковий, легеневий, мозковий та плацентарний бар'єри, і накопичуватися в тканинах, що може призводити до запалень, окисного стресу та інших негативних ефектів [1, 2].

У межах Регламенту ЄС № 1907/2006 (REACH) Європейська Комісія у 2023 році запровадила обмеження на навмисно доданий мікропластик, що має зменшити його потрапляння у довкілля на 500 000 тон за 20 років та сприяти впровадженню безпечних альтернатив у хімічній промисловості. Директива 2008/56/ЄС визначає морське сміття, включаючи мікропластик, як показник екологічного стану моря, вимагає моніторингу його рівнів та інтеграції відповідних заходів у національні морські стратегії. Єврокомісія розробила індикатори для оцінки мікропластику, а країни зобов'язані