

## КОМПОЗИТНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ З ВТОРСИРОВИНИ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У тезах розглянуто питання створення та використання екологічних композитних матеріалів на основі вторинної сировини. Проаналізовано потенціал переробки відходів у високотехнологічні матеріали, що дозволяє зменшити техногенне навантаження на довкілля та забезпечити раціональне використання ресурсів. Особливу увагу приділено технологічним аспектам формування композитів та їхнім фізико-механічним властивостям.*

**Ключові слова:** екологічні композити, вторсировина, переробка відходів, екологічна безпека, сталий розвиток.

### *Abstract*

*The theses consider the creation and use of environmental composite materials based on recycled raw materials. The potential of waste processing into high-tech materials is analyzed, which allows reducing the techno-genic load on the environment and ensuring rational use of resources. Particular attention is paid to the techno-logical aspects of composite formation and their physical and mechanical properties.*

**Keywords:** environmental composites, secondary raw materials, waste recycling, environmental safety, sustainable development.

### **Вступ**

На сучасному етапі розвитку промисловості проблема утилізації полімерних та органічних відходів набула критичного значення. Традиційні методи захоронення на полігонах призводять до довготривалого забруднення ґрунтів та підземних вод продуктами розпаду. Водночас, ці відходи володіють значним ресурсним потенціалом для створення конструкційних та оздоблювальних матеріалів. Використання вторинної сировини як наповнювачів для композитів дозволяє не лише знизити антропогенний тиск на довкілля, а й суттєво зменшити собівартість кінцевої продукції, зберігаючи при цьому високі експлуатаційні характеристики. Актуальність дослідження полягає у розробці оптимальних складів композитів, які б поєднували екологічну безпеку з необхідною механічною міцністю.

### **Результати дослідження**

У ході проведення серії експериментів було розроблено та досліджено фізико-механічні властивості екологічних композиційних матеріалів, створених на основі матриці з вторинного поліетилену низького тиску (В-ПЕНТ) та дисперсних наповнювачів органічного походження (подрібнені відходи деревообробки та солом'яні фракції сільськогосподарських культур). Процес формування зразків здійснювався методом термопресування при температурах 170–190°C, що дозволило досягти гомогенності структури без деструкції полімерних ланцюгів.

Встановлено, що ключовим фактором, який визначає міцність композиту, є ступінь наповнення та якість міжфазної взаємодії. Експериментально доведено, що введення наповнювача у концентрації 30–45% від загальної маси є критичним порогом: за таких умов матеріал демонструє найвищий модуль пружності при згині, що на 22% перевищує показники чистого вторинного полімеру. Однак подальше збільшення частки наповнювача понад 50% призводить до появи мікротріщин та зниження ударної в'язкості через недостатнє змочування частинок наповнювача полімерною матрицею.

Окрему увагу приділено вирішенню проблеми гідрофобності. Оскільки органічні наповнювачі мають високу гігроскопічність, було застосовано метод попередньої хімічної модифікації (апретування) по-верхні часток слабким розчином лугу. Це дозволило видалити з поверхні наповнювача вільні гідроксильні групи та підвищити адгезію на межі розподілу фаз на 18–20%. В результаті показник водопоглинання зразків за 24 години знизився до рекордних 1,2–1,4%, що фактично прирівнює ці матеріали за вологостійкістю до промислових пластмас і дозволяє використовувати їх у агресивних середовищах та для зовнішніх інженерних споруд.

Екологічний аналіз життєвого циклу розробленого матеріалу підтвердив значний природоохоронний ефект. Виробництво 1 т композиту дозволяє ефективно утилізувати до 650 кг полімерних відходів та близько 350 кг біовідходів, що суттєво зменшує обсяги накопичення сміття на полігонах та знижує емісію парникових газів, які виникають при природному гнитті органіки. З економічного погляду, заміна первинного грануляту на вторинні ресурси та використання дешевих відходів сільського господарства як наповнювачів забезпечує зниження собівартості виробництва на 32–35%. Отримані результати свідчать про високу конкурентоспроможність розроблених еко-композитів та доцільність їх впровадження у виробництво будівельних матеріалів, тари та елементів міського благоустрою в межах концепції «зеленої» економіки.

### Висновки

Проведене дослідження підтверджує, що розробка та впровадження екологічних композиційних матеріалів на основі вторинної полімерної сировини та органічних наповнювачів є одним із найефективніших шляхів вирішення сучасних екологічних та ресурсних викликів. Отримані результати продемонстрували, що фізико-механічні характеристики розроблених складів (зокрема міцність при згині та низьке водопоглинання) дозволяють використовувати їх як повноцінну альтернативу традиційним пластикам у будівництві, благоустрої міст та виробництві технічної тари.

Застосування методу хімічної модифікації поверхні наповнювача дозволило подолати головну технологічну проблему — низьку адгезію між фазами, що забезпечило довговічність матеріалу в умовах агресивного зовнішнього середовища. Окрім технічних переваг, запропонована технологія має виражений екологічний ефект: вона сприяє значному скороченню обсягів твердих побутових відходів, що спрямовуються на звалища, та мінімізує потребу у первинних природних ресурсах.

Економічна доцільність, що виражається у зниженні собівартості виробництва на 30–35%, у поєднанні з принципами екологічної безпеки, робить цей напрям перспективним для подальшого масштабування. Таким чином, перехід до широкого використання композитів із вторсировини є вагомим кроком у реалізації стратегії сталого розвитку та розбудови економіки замкненого циклу (circular economy) в Україні.

**Мазуренко Олександр Петрович** — студент групи ЕКО-25б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: omazurenkostudy@gmail.com.

**Кватернюк Сергій Михайлович** — д.т.н., професор, професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.

**Mazurenko Oleksandr Petrovych** — student of group EKO-25b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: omazurenkostudy@gmail.com.

**Kvaterniuk Serhii Mykhailovych** — D.Sc., Professor, Professor of Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvaternuk@vntu.edu.ua.