

**В.Ф. Синящик,
О.В. Харламова
Л.А. Безденєжних
Н.І. Маланюк**

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ШЛЯХОМ ЗАЛУЧЕННЯ ЗОЛИ ТА ВІДХОДІВ ПЛАСТИКУ У ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Анотація

Для виготовлення пластикової черепиці використана ретельно збалансована суміш відходів поліпропілену (PP), кварцового піску та мінералів золи-винесення. Процес гарячого пресування застосовувався для створення зразків композитних матеріалів, на поверхні яких не виявлено тріщин або розломів. Усі зразки продемонстрували відсутність водопоглинання, що забезпечує оптимальні ізоляційні властивості черепиці. Крім того, черепиця відрізняється малою вагою та є економічно ефективнішою порівняно з традиційними матеріалами.

Ключові слова: пластикові відходи, поліпропілен, зола винесення, екологічна безпека

Abstract

A carefully balanced mixture of waste polypropylene (PP), quartz sand, and fly ash minerals was used to make the plastic shingles. A process was used to create composite material samples that showed no cracks or fractures on the surface. All samples showed no water absorption, which ensures excellent insulation properties of the tile. In addition, it is lightweight and more cost-effective than traditional materials.

Keywords: plastic waste, polypropylene, fly ash, ecological safety

Вступ

Значний вплив на навколишнє середовище мають такі промислові відходи як зола-винесення та поліпропілен (PP). Тому використання цих матеріалів є важливим для зменшення рівня забруднення. Поліпропіленові відходи мають значний потенціал для переробки, і їх вигідно застосовувати як сполучний матеріал у будівництві[1]. Зола-винесення найчастіше використовується як алюмосилікатний фіксагор у виробництві геополімербетону та ефірних сумішей як часткова або повна заміна портландцементу.

Результати дослідження

Використання пластикової черепиці замість традиційної спрямоване на зменшення негативного впливу на природні ресурси.

У нашому експерименті використано прямокутні пластини розмірами 100 мм × 100 мм × 4 мм. Дві з цих пластин були міцно скріплені разом за допомогою термостійкої стрічки. На Рис. 1 зображена конструкція прес-форми[2].

Для виготовлення композицій, матеріали з різним складом компонентів (табл.1) змішували в місильній машині та нагрівали до 165 °С при обертанні на швидкості 40 об/хв. Після кількох хвилин нагрівання суміш розплавилася і була витягнута назовні. Після охолодження утворилися грудочки, які потім подрібнили на дрібні частинки розміром від 0,2 мм до 0,4 мм за допомогою гранулятора. Для

полегшення вилучення зразка з прямокутної форми на її поверхню був нанесений спрей для вивільнення. Після цього масу, визначену за сукупністю щільності та об'єму зерен, заливали у форму. Наповнену гранулами форму поміщали між двома пластинами гарячого преса з постійною температурою 180 °С і тиском 60 бар. Зразок був виготовлений через годину, а потім він залишився всередині форми ще на півгодини, щоб газ вийшов і зразок затвердів.

Зразок виймали з форми та давали йому десять хвилин охолонути. Різде охолодження призвело до незначного вигину поверхонь кількох зразків, особливо коли вміст пластику був вищим. Для кожної композиції було створено 6 зразків. Після цього використовувався різак, щоб розрізати ці зразки до стандартних розмірів, щоб їх можна було випробовувати далі, включаючи випробування на згин, стиск і удар.

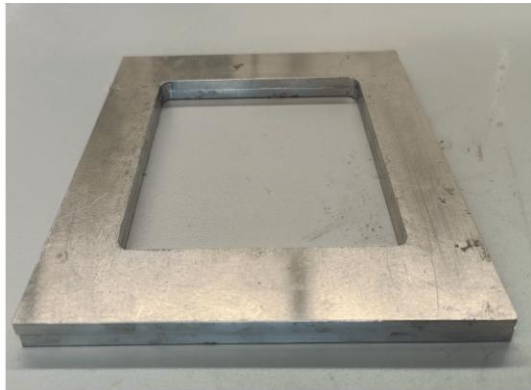


Рис.1 – Конструкція форми

Таблиця 1 – Склад композицій

Поліпропілен	Пісок	Зола винесення	Зразок
70%	30%	0%	1
	20%	10%	2
	10%	20%	3
30%	70%	0%	4
	60%	10%	5
	50%	20%	6

Експеримент для визначення водопоглинання включав зважування всіх 6 зразків у сухому стані. Потім зразки були занурені у воду на 72 години. Після цього їх ретельно висушили сухою тканиною і знову зважили. Ні один із зразків не показав ознак водопоглинання, що можна пояснити наявністю пластикового вмісту та мінімальним утворенням порожот або пор. Результати вказують на непроникність матеріалу, що робить його придатним для таких застосувань, як ізоляція дахів і місць, де передбачається прямий контакт з водою.

Вимірювання щільності поліпропіленової черепиці виявили значення 1,199, 1,168, 1,246, 1,658, 1,295, г/см³ для 1-6 зразків відповідно. Ці значення значно нижчі порівняно з відомими будівельними матеріалами. Серед композитних плиток із вмістом пластику 70% була найнижча щільність – 1,168 г/см³, а з 30% вмістом пластику – найвища щільність – 1,658 г/см³. Щільність зменшується, коли замість піску використовується зола-винесення, але надмірна кількість золи-винесення призводить до збільшення щільності. Зменшення вмісту пластику та зміни в пропорціях піску та золи-винесення призводять до вищої щільності завдяки природній вищій щільності піску порівняно з переробленим поліпропіленом і золю-винесенням, причому зола також сприяє незначним коливанням щільності.

Міцність на стиск пластикової черепиці оцінювали відповідно до ДСТУ EN ISO 604:2019 [3]. Всього досліджено 6 зразків. Кожен зразок був розрізаний на частини розміром 12 мм × 12 мм × 8 мм і випробований за допомогою машини для стиснення. Для випробувань використовували

універсальну випробувальну машину з максимальною силовою здатністю 20 кН і швидкістю випробування 1 мм/хв. Навантаження прикладалося до тих пір, поки зразок не зламається або не деформується. У разі вмісту пластику 70% додавання золи-винесення в межах від 0% до 20% призвело до значного збільшення міцності на стиск з 98,28 до 104 МПа для зразку 3. Результати для зразків 1 і 2 склали 98,28 і 99,8 МПа відповідно, що на 5,5% і 4,07% нижче, ніж для зразку 3.

Висновки

Додавання 10% золи-винесення виявилось оптимальним, оскільки перевищення цього рівня призводить до зниження міцності. Результати дослідження дев'яти різних пропорцій демонструють, що запропонована пластикова черепиця перевершує традиційну глиняну та бетонну черепицю. Ми рекомендуємо використовувати її як для покрівлі, так і для підлоги завдяки відмінній міцності на стиск і вигин, здатності до поглинання енергії, низькій щільності, мінімальному теплопоглинанню та нульовому водопоглинанню. Окрім того, використання цієї черепиці сприяє зменшенню кількості пластикових відходів, роблячи її екологічно та економічно ефективною альтернативою.

Однак, слід враховувати, що під впливом високих температур пластик може виділяти парникові гази. Тому рекомендуємо проводити процес у вакуумній камері, щоб уникнути утворення шкідливих сполук, таких як СО і СО₂, які можуть негативно впливати на довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Синящик В.Ф, Харламова О.В, Шмандій В.М, Ригас Т.Є, Безденежних Л.А. “Екологічні аспекти сталого розвитку у системі поводження з пластиковими відходами”. Науково-технічний журнал “Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування”, №1(27), 2023, м.Івано Франківськ, с.85-91
2. Thirumal, J. R., & Harish, R. (2022). Performance study of self-compacting concrete by fly ash and silica fume for sustainability in building construction. *Key Engineering Materials*, 692, 74-81.
3. DSTU EN ISO 604:2019 Plastmasy. Vyznachennya povnovazhen pid chas styskannya (EN ISO 604:2003, IDT; ISO 604:2002, IDT) [State Standard of Ukraine (DSTU EN ISO 604:2019) Plastics. Determination of properties during compression (EN ISO 604:2003, IDT; ISO 604:2002, IDT)]. Kyiv, 2019. 24 p. (Information and documentation) [in English].

Синящик Віталій Федорович – аспірант, Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та природничих наук, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м.Кременчук, e-mail: vitaliysvf@gmail.com

Маланюк Назарій Ігорович – аспірант, Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та природничих наук, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м.Кременчук

Безденежних Лілія Андріївна – Доцент кафедри Екології та біотехнології, к.т.н., доц., Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м.Кременчук

Науковий керівник: **Харламова Олена Володимирівна** – Доцент кафедри Екології та біотехнології, д.т.н., доц., Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м.Кременчук

Syniashchych Vitaliy Fedorovich - PhD student, Educational and Research Institute of Mechanical Engineering, Transport and Natural Sciences, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, e-mail: vitaliysvf@gmail.com

Malaniuk Nazariy Igorovich - PhD student, Educational and Research Institute of Mechanical Engineering, Transport and Natural Sciences, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

Bezdenznych Liliya Andriivna - Associate Professor of the Department of Ecology and Biotechnology, Associate Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

Supervisor: **Kharlamova Olena Volodymyrivna** - Associate Professor of the Department of Ecology and Biotechnology, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk