

ПРОГНОЗУВАННЯ УТВОРЕННЯ ОБСЯГІВ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

Стаднійчук М.Ю.

Вінницький національний технічний університет

Поруч із проблемою твердих побутових відходів (ТПВ) [1-7] важливою є проблема будівельних відходів (БВ), щорічний обсяг яких в Україні за даними Міністерства охорони навколишнього середовища складає майже 1 млн. т. Щорічний приріст площ, зайнятих відходами, складає 50 тис. га [8]. БВ можуть бути широко застосовані у будівництві для одержання таких цінних матеріалів: як наповнювач [9] та в'язуче [10-12] для виробництва бетонів, сухих будівельних сумішей та інших будівельних матеріалів [13, 14], для виробництва будівельних матеріалів із захисними властивостями від електромагнітних випромінювань [15, 16] та статичної електрики [17], для виготовлення анодних заземлювачів [18]. Багато мінеральних та органічних відходів за своїм хімічним складом і технічними властивостями близькі до природної сировини. Перспективними також є використання дрібнодисперсних відходів металообробки для мінімізації об'ємів іммобілізованих рідких радіоактивних відходів [19]. У світовій практиці близько 90 % БВ підлягають переробці та повторному використанню. Тому прогнозування обсягів продукування БВ в різних країнах світу від основних параметрів впливу є актуальною науково-технічною задачею.

Шламосолокарбонатний прес-бетон, запропонований в роботі [9], складається з відходів каменерізання карбонатних порід, золи-виносу Ладижинської ТЕС, червоного шламу Миколаївського глиноземного заводу з добавкою портландцементу. В роботі [10] показано, що створення нових будівельних матеріалів поліфункціонального призначення дозволяє вирішити актуальну для України проблему енерго- та ресурсозбереження. Основним шляхом утилізації червоного шламу при виробництві будівельних матеріалів є його використання у якості модифікуючої добавки до золоцементного в'язучого [11]. В роботі [12] запропоновано металозолофосфатне в'язуче на основі відходів промисловості. Техніко-економічну доцільність більш широкого використання відходів ТЕС при виробництві цементу та інших будівельних матеріалів показано в роботі [13]. В статті [14] показано, що отримання бетонного щебеню, дрібнозернистих відсівів та їх повторне використання є заключною стадією замкненого циклу переробки бетонних і залізобетонних відходів – «зношення – вивезення – переробка – реалізація».

Застосування бетел-м (бетон електропровідний металонасичений, який використовується спеціального покриття біологічного захисту від іонізуючих випромінювань всередині приміщень будівель і споруд) комірчастої, варіотропної і щільної структури дає можливість знизити рівень електромагнітних випромінювань і тим самим знизити небезпеку випромінювань [15]. Доцільність застосування дрібнодисперсних порошоків шламів сталі ШХ-15 для виготовлення спеціального захисного покриття від електромагнітних випромінювань обґрунтовано в статті [16]. В роботі [17] запропоновано використовувати для боротьби з зарядами статичної електрики покриття із електропровідного бетону, технологія виготовлення якого досить проста і не потребує дорогих матеріалів і спеціального устаткування. Бетел-м може використовуватись для виготовлення електропровідних елементів (анодних заземлювачів) систем антикорозійного катодного захисту підземних інженерних мереж [18-19]. Використання металонасиченого бетон в якості антистатичного покриття запропоновано в статті [20]. В роботі [21] наведено статистичні дані щодо обсягів продукування БВ в різних країнах світу. В статті [22] визначено параметри впливу на шляхи поведження з ТПВ, для перевезення яких пропонуються сучасні сміттєвози з розширеними функціональними можливостями [23, 24]. В роботі [25] визначено регресійну залежність, що описує динаміку утворення маси відходів будівництва та дозволяє прогнозувати масу утворення цих відходів. Однак конкретних математичних залежностей обсягів продукування будівельних відходів в різних країнах світу від основних параметрів впливу, в результаті аналізу відомих публікацій, авторами не виявлено.

Серед параметрів, від яких залежать обсяги продукування БВ в різних країнах світу, розглядалися такі: густота населення країни, ВВП на душу населення, індекс розвитку людського потенціалу, середня географічна широта країни.

Використовуючи планування експерименту за допомогою ротатабельного центрального композиційного планування другого порядку застосовуючи розроблене програмне забезпечення, що захищене свідоцтвом на твір [26] і детально описане в роботі [27], отримано рівняння регресії, яке обсяги продукування БВ в різних країнах світу від основних параметрів впливу і виглядає так [28]

$$m_{БВ} = 437,8 \text{ ВВП}/n_n - 37,85 n_n/S_{кр} - 2093 \text{ ІРЛП} + 128,3 \text{ Ш} - 0,02982 n_n/S_{кр} \text{ ВВП}/n_n + \\ + 39,29 n_n/S_{кр} \text{ ІРЛП} - 446,4 \text{ ВВП}/n_n \text{ ІРЛП} - 1,082 \text{ ВВП}/n_n \text{ Ш} + 151,8 \text{ ІРЛП} \cdot \text{Ш} + \quad , \quad (1) \\ + 0,004265(n_n/S_{кр})^2 + 0,5797(\text{ВВП}/n_n)^2 + 597,1 \text{ ІРЛП}^2 - 2,283 \text{ Ш}^2 - 5106$$

де $m_{БВ}$ – маса БВ на душу населення, кг/особу; $n_n/S_{кр}$ – густина населення, осіб/км²; $\text{ВВП}/n_n$ – ВВП на душу населення, тис. \$/особ; n_n – кількість населення країни, осіб; $S_{кр}$ – площа території країни, км²; ІРЛП – індекс розвитку людського потенціалу ($\text{ІРЛП} = 0 \dots 1$); Ш – середня географічна широта, ° пн. ш.

За критерієм Стюдента виявлено: усі фактори, їхні парні ефекти взаємодії, крім $n_n/S_{кр}\text{Ш}$, та квадратичні ефекти виявились значимими, найбільше обсяги продукування БВ в різних країнах світу залежать від ВВП на душу населення, а найменше – від індексу розвитку людського потенціалу.

Встановлено, що за критерієм Фішера гіпотезу про адекватність регресійної моделі (1) можна вважати правильною з 95%-ю достовірністю. Коефіцієнт кореляції склав 0,99475, що свідчить про достатню достовірність одержаних результатів.

Список літератури

1. Поставий, П. В. Напрямки використання побутових та промислових відходів в будівництві. Сборник научных трудов SWorld, 2015.
2. Стаднійчук, М. Ю. В'яжучі з використанням промислових техногенних відходів. Одеська національна академія харчових технологій, 2017.
3. Berezyuk O, and Savulyak V, «Approximated mathematical model of hydraulic drive of container upturning during loading of solid domestic wastes into a dustcart», *Technical Sciences*, No. 20 (3), 2017, p. 259-273.
4. Чанхао, Ю. О. Особливості поводження з твердими побутовими відходами в Китаї. Одеська національна академія харчових технологій, 2018
5. Савуляк, В. И. (2002). Експериментальне дослідження пружно-пластичних властивостей твердих побутових відходів. Вісник Вінницького політехнічного інституту, (5), 59-61.
6. Berezyuk O. V, and Savulyak V. I, «Dynamics of hydraulic drive of hanging sweeping equipment of dust-cart with extended functional possibilities», *TEHNOMUS – New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies*, No 22, 2015, p. 345-351.
7. Коц, І. В. «Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів», Вісник Вінницького політехнічного інституту, № 5, 2006, с. 146-149.
8. Савуляк, В. И. (2002). Експериментальне дослідження пружно-пластичних властивостей твердих побутових відходів. Вісник Вінницького політехнічного інституту, (5), 59-61.
9. Лемешев М.С. В'яжуче на основі промислових відходів // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2017: матер. междунар. научно-практ. Интернет-конф., 10-17 октября 2017 г. SWorld, 2017.
10. Ковальський, В. П., et al. "Обґрунтування доцільності використання золошламового в'яжучого для приготування сухих будівельних сумішей." Структура, властивості та склад бетону. Вип. 26: 186-193. (2013).

11. Лемешев М. С. Ніздрюваті бетони з використанням промислових відходів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции. – Москва : SWorld, 2017. – 7 с.
12. Кузьмич, Л. В. "Рециклинг продуктов пиролизной переработки зольных осадков иловых масс в строительной отрасли." Алтайский дом печати, 2016.
13. Постолатій, М. О. Комплексне золошламове в'яжуче для виготовлення будівельних виробів. ВНТУ, 2018.
14. Лемешев, М. С. "Строительные изделия с использованием промышленных отходов." Тюменский индустриальный университет, 2017.
15. Сердюк, В. Р., et al. "Пути использования дисперсных металлических шламов." (2004).
16. Березюк, О. В. (2015). Структура машин для збирання первинної переробки твердих побутових відходів. Вісник машинобудування та транспорту. № 2: 3-7.
17. Сердюк, В. Р. "Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона." Строительные материалы и изделия 4 (2005): 8-12.
18. Лемешев, М. С. "Электропроводные металлонасыщенные бетоны полифункционального назначения." Тюменский индустриальный университет, 2016.
19. Бондаренко, В. В. "Использование композиционных материалов в технологиях переработки и иммобилизации радиоактивных отходов." Тюменский индустриальный университет, 2014.
20. Титов, В. В. "Композиционные электропроводные материалы для изготовления строительных изделий специального назначения." Тюменский индустриальный университет, 2015.
21. Березюк, О. В. "Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттевозах." (2009).
22. Березюк О. В, «Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами», Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві, № 2(10), 2011, с. 64-66.
23. Савуляк, В. І., et al. "Експериментальне визначення необхідних умов і параметрів процесу та приводу пресування паливних брикетів з відходів деревини." (2010).
24. Мороз, Л. В. "Электропроводный бетон для антикоррозионной защиты трубопроводов." Тюменский индустриальный университет, 2010.
25. Савуляк, В. І, "Дослідження динаміки приводу плити для пресування твердих побутових відходів." (2002).
26. Березюк, О. В. "Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу." (2013).
27. Березюк О. В. «Комп'ютерна програма "Планування експерименту" ("PlanExp")», Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 46876, Київ: Державна служба інтелектуальної власності України, дата реєстрації: 21.12.2012.
28. Березюк О. В. «Моделювання компресійної характеристики твердих побутових відходів у сміттевозі на основі комп'ютерної програми "PlanExp"», Вісник Вінницького політехнічного інституту, № 6, с. 23-28, 2016.