

О. В. Березюк
М. С. Лемешев
М. Ю. Стаднійчук

ПОШИРЕНІСТЬ ПЕРЕРОБКИ ЗОЛИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Об'єктом дослідження у роботі є відходи підприємств теплоенергетики, щорічний обсяг яких в Україні складає 8 млн. т., а приріст зайнятих земельних площ – 22 тис. га. У країнах ЄС до 84 % таких відходів переробляються. Тому прогнозування поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу від основних параметрів впливу з метою вирішення проблеми поводження з твердими промисловими відходами є актуальною науково-технічною задачею. Проведено дослідження поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу плануванням експерименту другого порядку методом Бокса-Уілсона за допомогою ротатбельного центрального композиційного планування застосовуючи розроблене програмне забезпечення, що захищене свідоцтвом на твір. Метою дослідження є визначення регресійної моделі прогнозування поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу від основних параметрів впливу. Отримано регресійну залежність прогнозування поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів від основних параметрів впливу: густина населення країни, величина валового внутрішнього продукту на душу населення, середня географічна широта країни. Встановлено, що за критерієм Фішера гіпотезу про адекватність отриманої регресійної моделі можна вважати правильною з 95%-ю достовірністю. Коефіцієнт кореляції склав 0,99999, що свідчить про достатню достовірність одержаних результатів. Отримана регресійна залежність може бути використана під час розробки стратегії поводження з будівельними відходами. Встановлено, що серед факторів впливу, які розглядалися, найбільше на поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів впливає величина валового внутрішнього продукту на душу населення, а найменше – густина населення країни. Побудовано поверхні відгуків цільової функції – поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів та їхні двомірні перерізи в площинах параметрів впливу.

Ключові слова: математичне моделювання, планування експерименту, багатофакторна залежність, фактори впливу, поверхня відгуку, прогнозування поширеності, переробка, зола, будівництво, будівельні матеріали, матеріалознавство.

Вступ

Поряд із проблемою твердих побутових відходів [1-6] важливе значення займає проблема твердих промислових відходів, щорічний обсяг яких в Україні за даними Міністерства охорони навколишнього середовища складає 175 млн. м³. До твердих промислових відходів відносять також відходи підприємств теплоенергетики, зорема золошлакові відходи. Після згоряння вугілля на теплових електростанціях утворюється зола та шлаків 7-9 млн. тонн на рік [7], а приріст зайнятих земельних площ – 22 тис. га. У сфері будівництва широкий спектр корисних матеріалів може бути отриманий з твердих промислових відходів, таких як зола. Серед застосувань таких відходів можна виділити їх використання як наповнювача [8] та в'язучого [9-11] компонента для виробництва бетону, сухих будівельних сумішей та інших будівельних матеріалів [12]. Вони також можуть бути використані для створення будівельних матеріалів із властивостями захисту від електромагнітних випромінювань [13, 14] та статичної електрики [15], а також для виготовлення анодних заземлювачів [16]. Ця можливість використання пояснюється тим, що хімічний склад та технічні властивості багатьох відходів дуже схожі на природні сировини. У країнах ЄС до 84 % таких відходів переробляються. Це підкреслює важливість переробки відходів теплових електростанцій в Україні, що відзначено в Національній стратегії управління відходами [17]. Тому визначення регресійної залежності, що описує поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу є актуальною науково-технічною задачею.

Метою дослідження є визначення за допомогою планування експерименту залежності, що описує поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу для вирішення проблеми поводження з твердими промисловими відходами.

Актуальність та аналіз останніх досліджень і публікацій

У дослідженні, зазначеному в посиланні [8], був представлений склад прес-бетону на основі шламозолокарбонату. Цей матеріал складається з відходів каменерізання вапнякових порід, золи, яка вивозиться з Ладжинської теплової електростанції, і червоного шламу, який отримують на Миколаївському глиноземному заводі, і додається портландцемент.

У матеріалах дослідження [9] вказано, що виробництво зв'язуючих матеріалів, таких як фосфогіпсозоцемент та металофосфатні в'язучі, на основі відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв, може вирішити актуальну проблему енергозбереження та ресурсозбереження в Україні. Це досягається за рахунок створення нових універсальних будівельних матеріалів, які мають різноманітні функціональні властивості.

У результаті проведених досліджень, описаних у публікації [10], було розроблено металозолофосфатне в'язуче, використовуючи відходи промисловості.

У статті [11], було встановлено, що основним методом утилізації червоного шламу при виготовленні будівельних матеріалів є його застосування як модифікуючої домішки для зоцементного в'язучого.

Робота [12] продемонструвала техніко-економічну доцільність розширеного використання відходів теплових електростанцій у виробництві цементу та інших будівельних матеріалів.

У матеріалах публікації [13] було виявлено, що використання бетону з інкорпорованим металом (відомого як бетел-м) зі спеціальним біологічним захистом в середині будівель та споруд з різною структурою, включаючи комірчасту та щільну, дозволяє зменшити рівень електромагнітних випромінювань і, таким чином, зменшити ризик впливу цих випромінювань на здоров'я. У публікації [14] авторами вивчено обґрунтовану можливість використання дрібнодисперсних порошоків, отриманих із шламів сталі ШХ-15, для створення спеціального захисного покриття від електромагнітних випромінювань.

У роботі, описаній у публікації [15], пропонується використовувати електропровідний бетон для контролю статичної електрики. Технологія виготовлення цього бетону є простою і не потребує великих витрат на матеріали або спеціальне обладнання.

В іншій науковій статті [16] автори стверджують, що бетел-м може бути використаний для створення електропровідних компонентів, таких як анодні заземлювачі, для систем антикорозійного катодного захисту підземних інженерних мереж. Однак конкретних математичних залежностей, що описують поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу, в результаті аналізу відомих публікацій, авторами не виявлено.

Аналіз результатів дослідження

Серед параметрів, від яких залежить поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу, розглядалися такі: густина населення країни, величина валового внутрішнього продукту (ВВП) на душу населення, середня географічна широта країни, значення яких наведено в табл. 1. На відміну від абсолютних параметрів, відносні дозволяють порівнювати країни з різними рівнями розвитку економіки, кількістю населення, площами території та кліматичними умовами.

Визначення регресійної моделі прогнозування переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів від основних параметрів впливу проводилось за допомогою ротатабельного центрального композиційного планування експерименту другого порядку методом Бокса-Уїлсона [18]. Визначення коефіцієнтів рівняння регресії здійснювалась за допомогою розробленої комп'ютерної програми "PlanExp", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [19] і детально описана в роботі [20].

За даними табл. 1 отримано рівняння регресії, яке описує поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу у від основних параметрів впливу і виглядає так

$$P_{ПЗ} = 695 + 4,689 \frac{n_n}{S_{кр}} + 281,1 \frac{ВВП}{n_n} - 59Ш - 5,371 \left(\frac{ВВП}{n_n} \right)^2 \quad [1] \quad (1)$$

де $P_{ПЗ}$ – поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів, %;

$n_n/S_{кр}$ – густина населення, осіб/км²;

$ВВП/n_n$ – ВВП на душу населення, тис. \$/осіб;

n_n – кількість населення країни, осіб;

$S_{кр}$ – площа території країни, км²;

$Ш$ – середня географічна широта, ° пн. ш.

За критерієм Стьюдента виявлено: усі фактори, квадратичні ефекти, крім $(n_n/S_{кр})^2$ та $Ш^2$, виявились значимими, найбільше поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу залежить від ВВП на душу населення, а найменше – від густоти населення.

Встановлено, що за критерієм Фішера гіпотезу про адекватність регресійної моделі (1) можна вважати правильною з 95%-ю достовірністю. Коефіцієнт кореляції склав 0,99999, що свідчить про достатню достовірність одержаних результатів.

Таблиця 1

Статистичні дані щодо поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу [12]

Країна	Поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів, %	Фактори впливу		
		Густина населення, осіб/км ²	ВВП на душу населення, тис. \$/осіб	Середня широта, ° пн. ш.
США	20	31	46,954	36,94
Великобританія	60	247	46,432	55,38
Франція	72	114	45,858	46,7
Фінляндія	84	16	36,217	64,8
Україна	10	76	7,532	48,38

Порівняння фактичної та теоретичної поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу, ранжованих в порядку спадання, наведено на рис. 1.

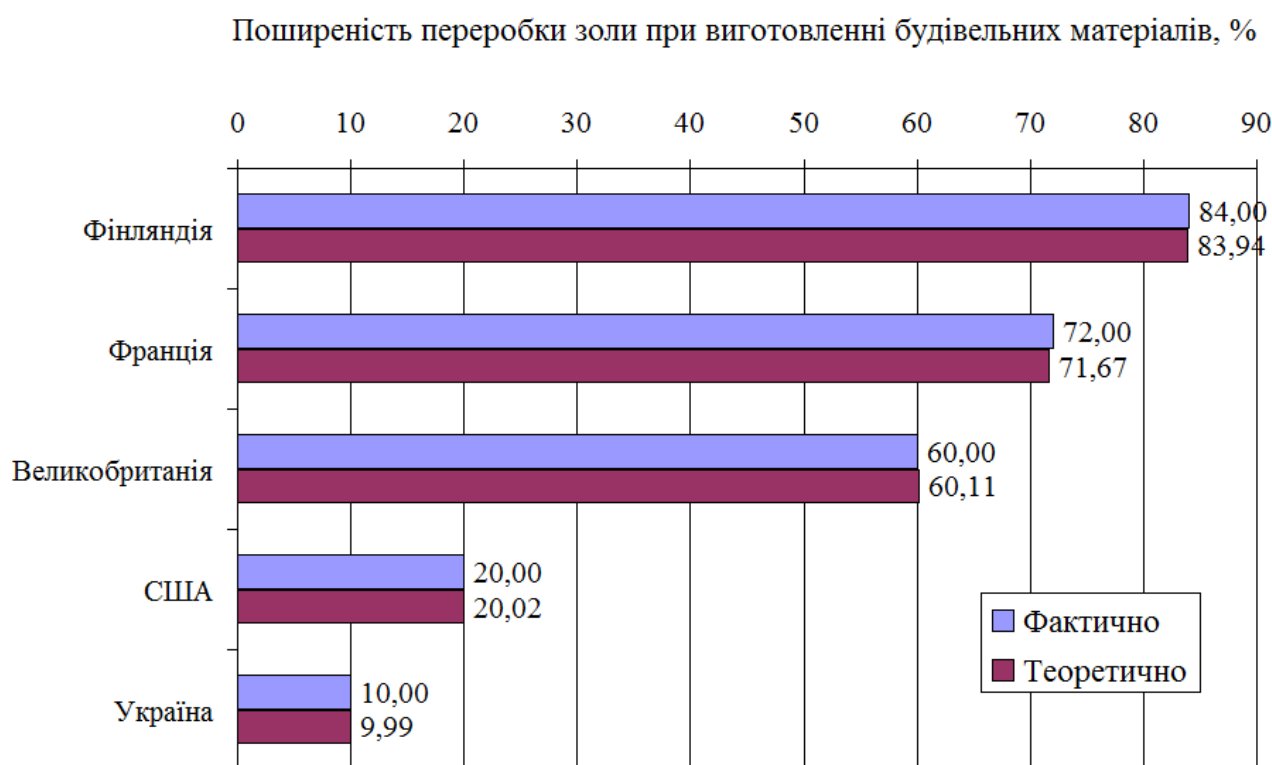


Рисунок 1 – Порівняння фактичної та теоретичної поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів

З рис. 1 видно, що теоретична поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу, розрахована за допомогою регресійної моделі (1), несуттєво відрізняються від фактичних даних [12], що підтверджує визначену раніше достатню достовірність отриманої залежності, яка може бути використана під час розробки стратегії поводження з будівельними відходами.

На рис. 2 показано поверхні відгуків цільової функції – поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу та їх двомірні перерізи в площинах параметрів впливу, які дозволяють наглядно відобразити залежність (1) та характер одночасного впливу декількох факторів на цільову функцію.

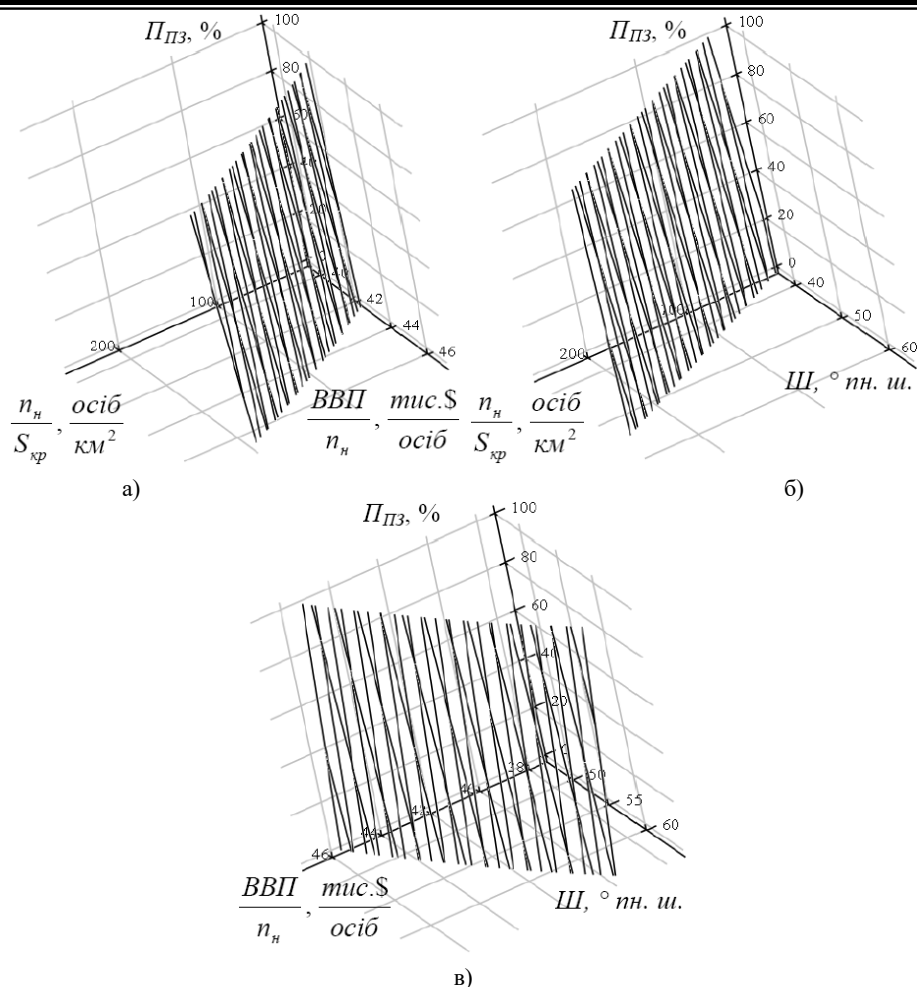


Рисунок 2 – Поверхні відгуків цільової функції – поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу та їх двомірні перерізи в площинах параметрів впливу:

а) $P_{ПЗ} = f(n_n/S_{кр}, ВВП/n_n)$; б) $P_{ПЗ} = f(n_n/S_{кр}, Ш)$; в) $P_{ПЗ} = f(ВВП/n_n, Ш)$

Висновки

1. Встановлено, що на поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу впливають такі фактори: густина населення країни, величина валового внутрішнього продукту на душу населення, середня географічна широта. При цьому, найбільше на поширеність переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів впливає величина валового внутрішнього продукту на душу населення, а найменше – густина населення країни.

2. Отримано адекватну математичну модель прогнозування поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу, яка може бути використана під час вирішення проблеми поводження з твердими промисловими відходами.

3. Побудовано поверхні відгуків цільової функції – поширеності переробки золи при виготовленні будівельних матеріалів в різних країнах світу, які дозволяють наглядно проілюструвати залежність даної цільової функції від окремих параметрів впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березюк, О. В. "Модельовання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами." Вісник Вінницького політехнічного інституту. 5 (2014): 65-68.
2. Khrebtii, H. et al. "Innovative ways of improving medicine, psychology and biology: collective monograph." Boston: Primedia eLaunch. (2023): 305.
3. Сагдєєва, О. А., Крусір, Г. В., та Цикало, А. Л. "Дослідження впливу температурного режиму на перебіг процесів компостування органічного компоненту твердих муніципальних відходів." Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. СЗ Гжицького. Серія: Харчові технології 20 (85) (2018) 155-161.
4. Wójcik, W. et al. "Mechatronic Systems 1. Applications in Transport, Logistics, Diagnostics and Control." Taylor & Francis Group. London, New York. (2021): 306.

5. Березюк, О. В. "Моделювання питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами." Комунальне господарство міст. Серія: безпека життєдіяльності людини – освіта, наука, практика 1 (120) (2015): 240-242.
6. Березюк, О. В. "Визначення параметрів впливу на частку диференційовано зібраних твердих побутових відходів." Вісник Вінницького політехнічного інституту 5 (2011): 154-156.
7. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Ковальський, В. П., та Бондарь, А. В. "Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості." XXIV міжнар. наук.-практ. конф. "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". Харків, 209. (2015).
9. Sokolovskaya, O. "Scientific foundations of modern engineering/Sokolovskaya O., Ovsiannykova L. Stetsiuk V., etc–International Science Group." Boston: Primedia eLaunch 528 (2020)
10. Лемешев, М. С. "В'язуче на основі промислових відходів." Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. "Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2017". URL: http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18481/statya_doclad_oct%20.doc
11. Ковальський, В. П., Очеретний, В. П., Лемешев, М. С., та Бондар, А. В. "Обґрунтування доцільності використання золотшламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей." Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди 26 (2013): 186-193.
12. Ковальський, В. П., та Сідлак, О. С. "Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах." Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві 16 (2014): 35-40.
13. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.
14. Kornlyo, I., O. Gnyp, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
15. Лемешев, М. С. "Электропроводні бетони для захисту від статичної електрики." Наук. симпоз. "Перспективні досягнення сучасних вчених". Одеса. 2017. URL: <http://www.sworld.education/index.php/ru/c217-14/29403-%D1%81217-032>
16. Лемешев, М. С., та Березюк, О. В. "Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів." Міжнар. наук.-практ. Интернет-конф. "Інтелектуальний потенціал XXI століття '2017". Одеса. 2017. URL: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>
17. ТОВ «SEC ECOLOGY». "Національна стратегія поводження з відходами для України." Київ, (грудень 2016). URL: <https://eco.kiev.ua/assets/files/Osnovna-chastina.pdf>
18. Andersson, O. "Experiment!: planning, implementing and interpreting." John Wiley & Sons. (2012): 288.
19. Березюк, О. В. "Комп'ютерна програма "Планування експерименту" ("PlanExp")." Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 46876. К.: Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 21.12.2012.
20. Березюк, О. В. "Моделювання компресійної характеристики твердих побутових відходів у сміттєвозі на основі комп'ютерної програми "PlanExp". Вісник Вінницького політехнічного інституту 6 (2016): 23-28.

REFERENCES

1. Bereziuk, O. V. "Modeliuvannya poshyrenosti sposobiv utylizatsii zvalyshchnoho hazu dlia rozrobky obladnannya ta strate-hii povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy." Visnyk Vinnytskoho politekhnichnogo instytutu. 5 (2014): 65-68.
2. Khrebtii, H. et al. "Innovative ways of improving medicine, psychology and biology: collective monograph." Boston: Primedia eLaunch. (2023): 305.
3. Sahdieieva, O. A., Krusir, H. V., та Tsykalo, A. L. "Doslidzhennia vplyvu temperaturnoho rezhymu na perebih protsesiv kompostuvannya orhanichnogo komponentu tverdykh munitsypalnykh vidkhodiv." Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. SZ Gzhytskoho. Serii: Kharchovi tekhnolohii 20 (85) (2018) 155-161.
4. Wójcik, W. et al. "Mechatronic Systems 1. Applications in Transport, Logistics, Diagnostics and Control." Taylor & Francis Group. London, New York. (2021): 306.
5. Bereziuk, O. V. "Modeliuvannya pytomykh enerhovytrat ochyshchennia gruntiv polihoniv tverdykh pobutovykh vidkhodiv vid zabrudnennia vazhkymy metalamy." Komunalne hospodarstvo mist. Serii: bezpeka zhyttiediialnosti liudyny – osvita, nauka, praktyka 1 (120) (2015): 240-242.
6. Bereziuk, O. V. "Vyznachennia parametriv vplyvu na chastku dyferentsiiovano zibranykh tverdykh pobutovykh vidkhodiv." Visnyk Vinnytskoho politekhnichnogo instytutu 5 (2011): 154-156.
7. Ofitsiyniy sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Kovalskiy, V. P., та Bondar, A. V. "Shlamozolokarbonatyi pres-beton na osnovi vidkhodiv promyslovosti." XKhIV mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Informatsiini tekhnolohii : nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia". Kharkiv, 209. (2015).
9. Sokolovskaya, O. "Scientific foundations of modern engineering/Sokolovskaya O., Ovsiannykova L. Stetsiuk V., etc–International Science Group." Boston: Primedia eLaunch 528 (2020)
10. Lemeshev, M. S. "Viazhuchoe na osnovi promyslovykh vidkhodiv." Mezhdunar. nauch.-prakt. Ynternet-konf. "Nauchnye yssledovaniya u ykh prakticheskoe prymenenye. Sovremennoe sostoianye u puty razvytiya '2017". URL: http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18481/statya_doclad_oct%20.doc
11. Kovalskiy, V. P., Ocheretnyi, V. P., Lemeshev, M. S., та Bondar, A. V. "Obgruntuvannya dotsilnosti vykorystannia zoloshlamovoho viazhuchoho dlia pryhotuvannya sukhykh budivelnnykh sumishei." Resursoekonomni materialy, konstruktсии, budiv-li ta sporudy 26 (2013): 186-193.
12. Kovalskiy, V. P., та Sidlak, O. S. "Vykorystannia zoly vynosu TES u budivelnnykh materialakh." Suchasni tekhnolo-hii, materialy i konstruktсии u budivnytstvi 16 (2014): 35-40.
13. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.
14. Kornlyo, I., O. Gnyp, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
15. Lemeshev, M. S. "Elektroprovodni betony dlia zakhystu vid statychnoi elektryky." Nauk. sympoz. "Perspektyvni dosia-hnennia suchasnykh vchenykh". Odessa. 2017. URL: <http://www.sworld.education/index.php/ru/c217-14/29403-%D1%81217-032>
16. Lemeshev, M. S., та Bereziuk, O. V. "Elektrotekhnichniy beton dlia vyhotovlennia anodnykh zazezmlivachiv." Mizhnar. na-uk.-prakt. Internet-konf. "Intelektualnyi potentsial XXI stolittia '2017". Odessa. 2017. URL: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>

<http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>

17. TOV «SEC ECOLOGY». "Natsionalna stratehiia povodzhennia z vidkhodamy dlia Ukrainy." Kyiv, (hruden 2016). URL: <https://eco.kiev.ua/assets/files/Osnovna-chastina.pdf>
18. Andersson, O. "Experiment!: planning, implementing and interpreting." John Wiley & Sons. (2012): 288.
19. Bereziuk, O. V. "Kompiuterna prohrama "Planuvannia eksperymentu" ("PlanExp")." Svidotstvo pro reiestratsiiu avto-rskoho prava na tvir № 46876. K.: Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti Ukrainy. Data reiestratsii: 21.12.2012.
20. Bereziuk, O. V. "Modeliuvannia kompresiinoi kharakterystyky tverdykh pobutovykh vidkhodiv u smittievozi na osnovi kompiuternoï prohramy "PlanExp"." Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu 6 (2016): 23-28.

Березюк Олег Володимирович – докт. техн. наук, доцент, професор кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, тел.: 59-82-52, e-mail: berezyukoleg@i.ua, ORCID: 0000-0002-2747-2978

Лемешев Михайло Степанович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, e-mail: mlemeshev@i.ua, ORCID: 0000-0002-6083-0378

Стаднічук Максим Юрійович – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, ORCID: 0000-0002-2660-4799

O. V. Bereziuk
M. S. Lemeshev
M. Yu. Stadniichuk

PREVALENCE OF ASH PROCESSING IN THE MANUFACTURE OF BUILDING MATERIALS

Vinnytsia National Technical University

The object of research in the work is the waste of thermal energy enterprises, the annual volume of which in Ukraine is 8 million tons, and the increase in occupied land areas is 22 thousand hectares. In EU countries, up to 84% of such waste is recycled. Therefore, forecasting the prevalence of ash processing in the manufacture of building materials in different countries of the world from the main parameters of influence in order to solve the problem of solid industrial waste management is an urgent scientific and technical task. A study of the prevalence of ash processing in the manufacture of building materials in different countries of the world was conducted by planning a second-order experiment using the Box-Wilson method using rotatable central composite planning using the developed software protected by a copyright certificate. The purpose of the study is to determine a regression model for predicting the prevalence of ash processing in the manufacture of building materials in different countries of the world from the main parameters of influence. A regression dependence of forecasting the prevalence of ash processing in the manufacture of building materials on the main parameters of influence was obtained: the country's population density, the value of the gross domestic product per capita, the average geographical latitude of the country. It was established that, according to Fisher's test, the hypothesis about the adequacy of the obtained regression model can be considered correct with 95% confidence. The correlation coefficient was 0.99999, which indicates sufficient reliability of the obtained results. The obtained regression dependence can be used during the development of a construction waste management strategy. It was established that among the factors of influence that were considered, the prevalence of ash processing in the manufacture of building materials is most affected by the value of the gross domestic product per capita, and the least by the population density of the country. Response surfaces of the target function - the prevalence of ash processing in the production of building materials and their two-dimensional sections in the planes of the influence parameters - were constructed.

Keywords: mathematical modeling, experimental design, multivariate dependence, influencing factors, response surface, prevalence prediction, recycling, ash, construction, building materials, materials science.

Bereziuk Oleg V. – Doct. Sc. (Eng.), Associated Professor, Professor of the Department Security of Life and Pedagogic of Security, e-mail: berezyukoleg@i.ua, ORCID: 0000-0002-2747-2978

Lemeshev Mykhailo S. – Cand. Sc. (Eng.), Associated Professor, Associated Professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, e-mail: mlemeshev@i.ua, ORCID:0000-0002-6083-0378

Stadniichuk Maksym Yu. – postgraduate student of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, ORCID: 0000-0002-2660-4799