

# РЕЦИКЛІНГ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ – ПОТЕНЦІЙНА АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНИМ РЕСУРСАМ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

**Коновалов С.В.**

**Салімова В.В.**

тел.:+380962799715, na-sa19@ukr.net

В сучасних умовах розвитку Світового співтовариства щороку зростають обсяги потреб в об'єктах основних фондів, будуються нові міста, збільшується чисельність населення. Обсяги потреб нових будівельних матеріалів і виробів зростають пропорційно до розвитку міст і крупних населених пунктів. Серед головних задач промисловості будівельних матеріалів і виробів є створення ресурсно-ефективної продукції, здатної здешевити будівництво і забезпечити при цьому виконання нормативних регламентних вимог до будівель і споруд.

На теплопостачання будівель і споруд в Україні щорічно витрачається понад 4,4 мільйона тон умовного палива, що становить близько 45% від загальних витрат енергоресурсів у державі [1-2]. Однією з необхідних умов ЄС, які стоять перед нашою країною є виконання директив по енергоефективності, зокрема директиви №2010/31/ЄС по енергетичній ефективності будівель і директиви №2006/32/ЄС про ефективність кінцевого використання енергії. Проблема енергозбереження є надзвичайно важливою і відноситься до питань національної безпеки.

Одним із шляхів зменшення енергоспоживання об'єктів житлового фонду є розробка раціональних конструктивних рішень огорожувальних конструкцій, які відповідають сучасним вимогам по теплозахисту, пожежної безпеки, санітарним нормам, надійності в експлуатації та довговічності. Вимоги будівельних норм стосовно теплоізоляції зовнішніх елементів будівель істотно змінюють підхід до вирішення цієї задачі. З одного боку, для збільшення термічного опору стіни, виконаної з традиційних матеріалів (керамічна і силікатна цегла, керамзитобетон), вимагає збільшення товщини стін до 1,2...2,5 метра (табл. 1).

Таблиця 1.– Порівняльні характеристики будівельних матеріалів [3-4].

Характеристики матеріалу	Вид стінового матеріалу					
	Керамзитобетон	Цегла керамічна	Цегла силікат-на	Цегла силікатна пустотіла	Вапняк, черепашник	Газобетон
Середня густина, кг/м <sup>3</sup>	1000	1400	1800	1400	1400	300..600
Теплопровідність, Вт/м·К	0,41	0,58	0,76	0,64	0,58	0,11..0,16
Термічний опір (R), стіни, при товщинах стін						
Товщина, м	0,35	0,51..0,62	0,51..0,62	0,51..0,62	0,4	0,375..0,5
R, м <sup>2</sup> ·К/Вт	1,02	1,04..1,23	0,84..0,98	0,96..1,13	0,85	3,1..4,5
Товщина стіни, м, при термічному опорі (R <sub>n</sub> ), м <sup>2</sup> ·К/Вт						
R <sub>n</sub> =2,8 м <sup>2</sup> ·К/Вт	1,15	1,62	2,13	1,79	1,69	0,36..0,79
R <sub>n</sub> =3,3 м <sup>2</sup> ·К/Вт	1,35	1,9	2,5	2,11	1,91	0,43..0,86
Маса м <sup>2</sup> стіни, кг, при термічному опорі (R <sub>n</sub> ), м <sup>2</sup> ·К/Вт						
R <sub>n</sub> =2,8 м <sup>2</sup> ·К/Вт	1150	2268	3834	2506	2268	108..438
R <sub>n</sub> =3,3 м <sup>2</sup> ·К/Вт	1350	2660	4500	2954	2660	129..480

У сучасному будівництві ніздрюватий (пористий) бетон займає одне з провідних місць серед стінових будівельних матеріалів масового застосування поряд з цеглою, керамзитобетонними та іншими стіновими виробами, виготовленими з мінеральної сировини природного походження. Широке застосування такий високоефективний будівельний матеріал, в першу чергу, як стіновий, отримав завдяки цілому ряду переваг – доступність сировинної бази, екологічність, високі теплоізоляційні властивості при достатній міцності, зменшена середня густина, доступність технології влаштування огорожуючих конструкцій.

Задачі забезпечення механічної міцності стінових виробів з ніздрюватих бетонів вирішуються декількома традиційними технологічними прийомами, зокрема – і за рахунок використання комплексних хімічних і активних мінеральних добавок. Враховуючи той факт, що додавання до складу формувальних розчинів активних природних мінеральних добавок потребує додаткових затрат на їх виробництво, перспективним напрямом є використання як альтернативи таким компонентам продуктів переробки промислових відходів [5-6].

В Україні щорічно в результаті роботи 12 теплоелектростанцій (ТЕС) потрапляють у відвали біля 10 млн. т золошлакових відходів [7]. Накопичення таких шкідливих з екологічної точки зору продуктів призводить до засмічення значних територій сільськогосподарських земель.. Питома вага використання такої сировини техногенного походження вітчизняними підприємствами будівельних матеріалів у 5-8 раз менше, ніж у зарубіжних країнах [8].

Розроблені авторами [9-10] склади будівельних матеріалів з використанням золи-виносу і відвальних продуктів фосфогіпсів можуть використовуватись як альтернатива традиційним мінеральним в'язучим. Приведені результати дослідження фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей зразків запропонованого комплексного в'язучого (таблиця 2) підтверджують можливість впровадження отриманої технології у виробництво.

Таблиця 2.– Склади сумішей і фізико-механічні характеристики зразків

Компонентний склад сумішей	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$R_{зг}$ , МПа	$R_{ст}$ , МПа
Ц:П = 1:3 (стандартний)	2030	4,6	15,2
(0,7хЦ+0,3хЗВ):П = 1:3 (контрольний)	2050	3,4	14,3
(0,7хЦ+0,3хЗВ):П = 1:3 ЗВ - активована водними розчинами кислот без добавки	1980	5,8	17,2
(0,7хЦ+0,3хЗВ):П = 1:3 ЗВ - активована водними розчинами кислот з добавкою "С-3" - 0,25%	2010	5,4	16,9
(0,7хЦ+0,3хЗВ):П = 1:3 ЗВ-активована водними розчинами кислот з добавкою "Релаксол" - 0,25%	1990	5,6	17,8

*Примітка:* Ц-портландцемент, П-пісок, ЗВ-зола-виносу.

Наряду з вище наведеними результатами наукових напрацювань перспективним напрямком є також переробка будівельних відходів для отримання ефективних заповнювачів будівельних сумішей. Так званий рециклінг будівельних відходів бетонних відходів може бути ефективним джерело постачання ресурсозберігаючих сировинних компонентів для будівельних сумішей. Отриманий щебінь, а також пісок з домішками пилу рештків цементного каменю є реакційно-здатним компонентом будівельних розчинів[11].

Використання складів комплексного в'язучого і заповнювачів з отриманих продуктів переробки будівельних відходів дозволить отримати будівельні вироби зі зниженими витратами цементу порівняно з традиційними рецептурними складами будівельних сумішей. Враховуючи той факт, що в процесі гідратації в'язучого після остаточного набору міцності цементного каменю, не всі компоненти клінкерних мінералів вступають в хімічні реакції мінералоутворення, є ймовірність отримання «резервної міцності» подрібнених відходів після замішування з водою [12-13]. Таким чином використання вторинних продуктів рециклінгу будівельних відходів і компонентів комплексного в'язучого дозволить отримати технологію виробництва ресурсно-ефективних будівельних матеріалів.

### **Висновок**

Використання технології рециклінгу промислових відходів в поєднанні з продуктами переробки будівельних відходів дозволяє отримати конкурентоздатні сировинні матеріали для виготовлення ефективних будівельних виробів.

### **Список літератури**

1. «Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи». Довідник. //Упорядники НДІпроектреконструкція, Deutsche Energie-Agentur GmbH и Instituts Wohnen und Umwelt. –2016. – 138 с.
2. Сердюк В. Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христич // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Випуск 33. – С. 57-62.
3. Теплова ізоляція будівель. Державні будівельні норми. ДБН В.2.6-31:2016. – Електронний ресурс. – Доступний з: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13> 5.
4. Горшков А. С., История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям / Горшков А. С., Ливчак В. И. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 3 (30). С. 7–37].
5. Березюк О. В. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2017. – № 2 (23). – С. 137-141.

6. Сердюк, В.Р. Об'ємна гідрофобізація важких бетонів / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – № 2. – С. 40-43.
7. Березюк О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів. – Київ : КНУБА, 2011. – Ч. 1. - С. 125-128.
8. Лемешев М. С. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів / М. С. Лемешев, О. В. Христич, С. Ю Зузяк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
9. Сердюк, В.Р. Технологічні особливості формування металонасичених бетонів для виготовлення радіозахисних екранів / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2007. – № 4. – С. 58-65.
10. Березюк О. В. Регресія кількості сміттєспалювальних заводів / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – Выпуск 1 (38). Том 2. Технические науки. – С. 63-66.
11. Сердюк В. Р. Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
12. Ковальский В П. Применения красного бокситового шлама в производстве строительных материалов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2005. – № 1(49). – С. 55-60.
13. Лемешев, М. С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Materialy XI Mezinarodni vedecko-prakticka konference "Aktualni vymozenosti vedy – 2015". – Praha: Education and Science, 2015. – Dil 7. – S. 60-62.