

УДК 691.5

Грабовчак В.В.⁴ к.т.н, доц.,
Grabovchakvv@gmail.com, ORSID 0000-0002-6315-9639

Куштим А.І., студент

Кудрявець Б.І., студент

Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

ПАЛИВНІ ЗОЛИ І ШЛАКИ, ЯК ОСНОВНА СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЦЕМЕНТІВ І БЕТОНІВ НА ЇХ ОСНОВІ

Проаналізовано і досліджено можливість використання паливних зол та доменних гранульованих шлаків у складі цементів та бетонів на їх основі. Серед різноманітних типів цементів, які містять у своєму складі значну кількість промислових відходів великий інтерес викликають лужні цементи на основі паливних зол та шлаків.

Ключові слова: зола-винесення, лужні цементи, кальційвмісні компоненти, доменний гранульований шлак.

Актуальність теми. Щорічно в Україні утворюється близько 10 тонн золошлакових відходів, а об'єми вже накопичених відходів сягають сотні мільйонів тонн, які займають великі площі земельних ділянок [1]. При цьому майже всі золошлаковідвали українських вугільних ТЕС і ТЕЦ вже майже заповнені, а можливості їх розширювати не має. Тому питання переробки і утилізації паливних зол та шлаків є вкрай важливим як для окремих підприємств теплової енергетики, так і для України в цілому.

На сьогоднішній день розроблено багато технологій по розробці будівельних матеріалів на основі золи-винесення та доменних гранульованих шлаків, які широко використовують у всьому світі, але їх поширення досі не відбувається в Україні. Паливні золи та шлаки – це сировина, яку широко використовують в будівництві, цементній промисловості, в дорожньому будівництві, для укріплення виробок шахт та багатьох інших застосуваннях. Такий підхід підвищує економію природних ресурсів, знижує

⁴ © Грабовчак В.В., Куштим А.І., Кудрявець Б.І.

собівартість готових виробів і зменшує рівень забруднення навколишнього середовища. Наприклад, при будівництві доріг їх використання дозволяє замінювати природні ресурси, такі як пісок та щебінь.

Стан розробки проблеми в науці і практиці. Незважаючи на величезні наукові напрацювання у цій галузі, ми значно відстаємо від розвинених країн за обсягами утилізації промислових відходів, на превеликий жаль на сьогодні, в Україні рівень утилізації паливних зол прямує до нуля, а їх виробництво щорічно зростає. При цьому напрацювання наших фахівців у галузі виробництва цементів і бетонів на основі паливних зол і шлаків користуються попитом в багатьох закордонних проектах.

Ефективні способи введення значної кількості золошлакових відходів до складу різних видів будівельних матеріалів, у тому числі бетонних сумішей, можуть бути реалізовані шляхом використання сучасних технологій отримання в'язучих низької водопотреби, тонкомелених цементів та інтенсивної технології окремого приготування складових бетонної суміші. Кількість золошлакових відходів, що використовується у складі в'язучої речовини та бетонної суміші, може бути збільшена за рахунок її активації різними способами, в тому числі механічним, хімічним, термічним та комплексним. Аналіз досліджень в області розробки цементів з підвищеним вмістом золи-винесення і доменних гранульованих шлаків, а також дані закономірностей структуроутворення багатокомпонентних в'язучих систем показують, що виготовлення цементів з покращеними будівельно-технологічними властивостями можливе шляхом активації золи та раціонального добору комплексних хімічних добавок поліфункціональної дії. Даними дослідженнями уже багато років займаються науковці НДІВМ ім. Глуховського КНУБА, які показали можливість отримувати лужні цементі і бетони із вмістом паливних зол і шлаків до 90% [2-7]. Слід відмітити, що дані цементі за своїми фізико-механічними властивостями нічим не поступають звичайним цементам, а в деяких випадках навіть їх і переважають. Також можливе отримання

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (20) 2018

їх у вигляді товарного продукту готового до споживання, як і традиційні цементи загальнобудівельного призначення – тобто твердіння їх відбувається при замішуванні водою, так як луки вводяться до складу продукту при помелі або перемішуванні у сухому стані.

Тому метою досліджень було подальше вивчення властивостей штучного каменю отриманого з використанням енергозберігаючих технологій та залученням відходів промисловості.

Основні результати та їх практичне значення. Для приготування в'язучого використовували українські золи ТЕС розмелені до питомої поверхні $S_{\text{штт}}=8000\text{см}^2/\text{г}$, портландцемент типу I М500, мелений доменний гранульований шлак з питомою поверхнею $4500\text{см}^2/\text{г}$, як лужний компонент використовували кальциновану соду. Хімічний склад основних компонентів наведено в таблиці 1, склад цементу в таблиці 2.

*Таблиця 1.
Хімічний склад сировинних матеріалів*

Сировина	Si O ₂ , %	Al ₂ O ₃ , %	Fe ₂ O ₃ , %	Ca O, %	Mg O, %	SO ₃ , %	Na ₂ O, %	K ₂ O, %	В.п .п. %
Зола Ладизинська	51,1	24,8	13,7	3,12	1,83	-	0,06	1,9	1,5
Зола Бурштинська	47,0	17,1	17,1	3,05	1,41	0,06	0,48	1,6	2,47
Зола Трипільська	48,2	19,7	4,5	2,18	1,36	0,11	1,04	2,78	16,0
Зола Зміївська	40,0	13,9	12,9	1,4	3,54	0,18	2,30	0,19	21,9
Доменний гранульований шлак	39,4	6,80	-	47,4	5,19	1,62	0,6	0,52	-
ПЦІ- 500	23,4	5,17	4,12	64,1	0,88	0,55	0,41	0,33	0,2

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (20) 2018

Таблиця 2.

Склад лужного золівмісного цементу

Тип цементу	Компоненти, %				
	Зола	Шлак	ПЦ I-500	Лужний компонент	Пластифікатор
Лужний композиційний	56,7	28,4	9,5	4,7	0,7

Фізико-механічні дослідження показали (рис.1), що для створення ресурсоефективних цементів загальнобудівельного призначення підходять всі представлені паливні золи. Отже, можна сказати, що лужна активація може бути універсальним підходом для утилізації всіх українських зол. При цьому було отримано лужні золівмісні цементи активністю в межах 34..41 МПа марок М300...М400 при вмісті золи 60 % за масою, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-181: 2009.

Відмічено, що більшість досліджених композицій на основі паливних зол і шлаків мають стійку тенденцію до поступового підвищення міцності в різні строки тверднення. Наявність надмірної кількості невипалених вуглецевих частин у складі золи уповільнює темпи нарощування міцності та негативно впливає на процес структуроутворення, що відбивається на всьому подальшому етапі тверднення. Так, використання золи-винесення Ладизинської ТЕС у складі лужних цементів дозволяє отримувати цементи більшої активності у ранньому віці (до 13,6 МПа) і після 28 тверднення в нормальних умовах (до 41,4 МПа), тоді як найменші показники міцності (у віці 3 діб – до 8,5 МПа, і після 28 діб – до 18,5 МПа) було зафіксовано для цементу на основі золи Зміївської ТЕС, яка характеризується найнижчим вмістом оксидів алюмінію і кремнію та найбільшим вмістом невипалених вуглецевих частинок.

Також було вивчено структуру штучного каменю з використанням золи-винесення Ладизинської ТЕС за допомогою електронної мікроскопії (рис. 2).

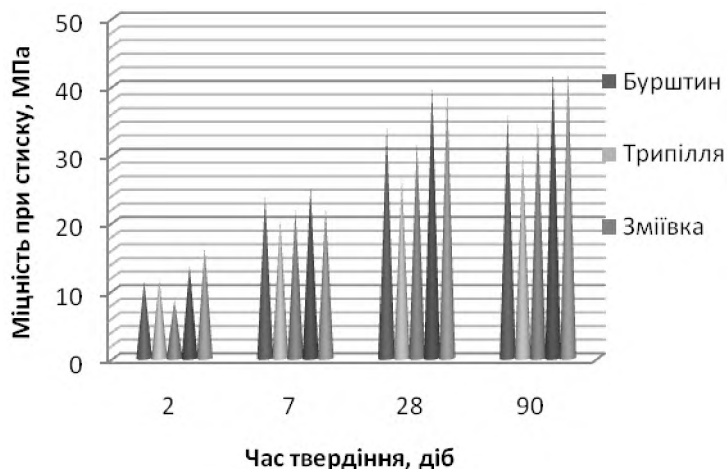


Рис. 1. Зміна міцності лужних цементів на основі різних паливних золах

За даними електронної мікроскопії (рис. 2) встановлено, що використання кальцинованої соди у складі цементів дозволяє отримувати щільну структуру з явно вираженими кристалічними фазами новоутворень із включеннями кварцу. Така система характеризується високою міцністю та достатньо швидкими темпами її нарощування у ранньому віці.

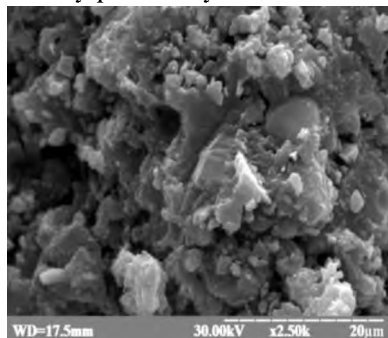


Рис. 2. Електронно-мікроскопічна фотографія поверхні сколу штучного каменю

Результати подальших досліджень дозволили встановити, що властивості системи на основі паливних зол та шлаків значною

мірою також залежать від виду і кількості кальційвміщуючої добавки і лужного компоненту.

Таким чином, результати досліджень свідчать, про можливість використання значної кількості паливних зол та шлаків у складі цементів та бетонів на їх основі.

Висновки дослідження. Проведені дослідження засвідчили можливість використання всіх розглянутих матеріалів для виробництва ефективних в'язучих речовин. На основі всіх зол отримано цементи марок М300 та М400. Встановлено, що вміст НВЧ має негативний вплив на кінетику набору міцності, але не є таким критичним, як для традиційних в'язучих речовин. Такий висновок дозволяє використовувати золи із вмістом НВЧ більше 5%, які регламентовані вітчизняними та закордонними стандартами.

Використання паливних зол і шлаків відповідає завданню розробки і впровадження маловідходних, безвідходних і ресурсозберігаючих технологій, що на сьогоднішній день є актуальним питанням.

Список використаних джерел:

1. Савицький О. Відходи теплової енергетики — джерело проблем чи можливостей? [Електронний ресурс] // Блог Національного екологічного центру України: [сайт]. - Електронні дані - Режим доступу: <http://pryroda.in.ua/necu/vidhody-vuhilnoyi-promyslovosti/> (дата звернення 26.02.2018р.). - Назва з екрана

2. Krivenko, P.V. Low-Alkaline High Volume Fly Ash Concretes – An Economic Material for Construction [Text] / Krivenko P.V. et al // In: Bulletin of Nat. Univ. of Water Economy and Environment. – Rivne, 2005. – № 4 (28). – P. 130-136.

3. Пушкарьова, К.К. Перспективні технології утилізації відходів паливно енергетичної промисловості та ефективність їх застосування при отриманні будівельних матеріалів з підвищеними експлуатаційними характеристиками [Текст] / К.К. Пушкарьова, О.А. Гончар, В.В. Павлюк // Строительные материалы и изделия. – 2005. – № 4. – С. 20-23.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (20) 2018

4. Кривенко П.В., Рябова А.Г. Золощелочные вяжущие // Цемент. - 1990. - № 11. - С. 14-16.

5. Krivenko P.V., Kovalchuk G.Yu. Fly Ash Based Alkaline Cements // 2007-International Conference Alkali Activated Materials – Research, Production and Utilization. – Praha. – 2007 – P. 349-367.

6. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Гоц В.И., Ковальчук Г.Ю. Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков: Монография. - Киев: изд. ООО "ИПК Экспресс-Полиграф", 2012.-258с.

7. Грабовчак В.В. Лужнімзоловмісні цементи та бетоны на їх основі: автореф.дис.канд.техн.наук:05.23.05/ В.В. Грабовчак: КНУБА.-Київ-2018.-21с.

Аннотация

Проанализированы и исследованы возможности использования топливных зол и доменных гранулированных шлаков в составе цемента и бетонов на их основе. Среди различных типов цементов, содержащих в своем составе значительное количество промышленных отходов, большой интерес вызывают щелочные цементы на основе топливных зол и шлаков.

Ключевые слова: зола-унос, щелочные цементы, кальцийсодержащие компоненты, доменный гранулированный шлак.

Annotation

Possibility of the use of fly ash and domain granular slags is analysed and investigational in composition cements and concretes on their basis. Between different types of cements, containing in their composition a lot of industrial wastes, a huge interest attracts alkali activated cements on fly ash basis.

Key words: fly ash, alkali activated cements, calcium containing components. domain granular slag.

Стаття надійшла до редакції у лютому 2018 р.