

УДК: 666.943.1

УТИЛІЗАЦІЯ ЗОЛОШЛАКОВИХ ВІДХОДІВ ТЕС В ЦЕМЕНТНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Денисюк О. М., Нудченко Л. А.,

кандидат технічних наук, Токарчук В. В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ

Розглянуто екологічну ситуацію з відходами теплоенергетики у Київській області. Проаналізовано хімічний та мінералогічний склади золошлакових відходів, які утворюються при згорянні вугілля на ТЕС. Запропоновано використання відходів в якості сировинного компоненту сумішей для випалу портландцементного клінкеру. Проведено порівняльний аналіз реакційної здатності сировинних сумішей на основі традиційних сировинних матеріалів та сумішей з використанням золошлакових відходів. Доведена можливість заміни частини алюмосилікатного компоненту сировинної суміші золошлаковими відходами. Відмічена можливість зниження енерговитрат на виробництво клінкеру за рахунок вугільної складової відходів.

Ключові слова: відходи згорання вугілля, вторинна сировина, портландцементний клінкер, цемент, екологічна безпека

Денисюк О. М.; Нудченко Л. А.; кандидат технических наук, Токарчук В. В. Утилизация золошлаковых отходов ТЭС в цементной промышленности / Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина, Киев

Рассмотрено экологическую ситуацию с отходами теплоэнергетики в Киевской области. Проанализированы химический

и минералогический составы золошлаковых отходов, которые образуются при сгорании угля на ТЭС. Предложено использование отходов в качестве сырьевого компонента смесей для обжига портландцементного клинкера. Проведен сравнительный анализ реакционной способности смесей на основе традиционных сырьевых материалов и смесей с использованием золошлаковых отходов. Доказана возможность замены части алюмосиликатного компонента сырьевой смеси золошлаковым отходом. Отмечена возможность снижения энергозатрат на производство клинкера за счет угольной составляющей отходов.

Ключевые слова: отходы сгорания угля, вторичное сырье, портландцементный клинкер, цемент, экологическая безопасность

Denysiuk O. M.; Nudchenko L. A.; PhD, Tokarchuk V. V. Utilization of ash and slag waste of thermal power plants in the cement industry / National Technical university of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine, Kyiv

The environmental situation with waste heat in the Kyiv region was considered. The chemical and mineralogical composition of ash and slag waste from the combustion of coal was analysed. The use of waste as a raw material component of the mixtures was proposed in order to burn the Portland cement clinker. The possibility of replacing part of the aluminosilicate component with the raw ash slag mixture was outlined. The opportunity to reduce the energy consumption for clinker production due to the coal component of the waste was described.

Key words: waste of coal combustion, secondary raw materials, portland cement clinker, cement, environmental safety

Вступ. Накоплення техногенних відходів внаслідок інтенсивного розвитку виробництв сучасних підприємств є однією з

важливих проблем як в усьому світі, так і в Україні. Постійне зростання кількості відходів різних галузей господарства призводить до необхідності збільшення полігонів для їх захоронення і, відповідно, з використання виводиться все більше земельних угідь. Крім того, техногенні відходи призводять до забруднення навколишнього середовища. Тому, пошук можливості утилізації відходів промисловості, кількість яких постійно збільшується, відноситься до числа найважливіших проблем.

Використання відходів як вторинних ресурсів є економічно доцільним. Водночас пошук альтернативних видів сировини для її заміни в сучасних портландцементних сумішах дозволяє зменшити собівартість готової продукції, оскільки традиційна сировина постійно дорожчає, а також вирішує проблему заміни сировинного матеріалу, запаси якої поступово зменшуються [1].

У сучасних умовах посилюється гострота проблеми утилізації золошлакових матеріалів, які одержують у результаті спалювання вугілля теплових електростанцій. Їх накопичення в значних обсягах, які збільшуються з кожним днем все більше та більше, призводить до стрімкого зростання екологічних, соціальних та економічних витрат через вкрай низький рівень утилізації. Разом з тим, за своїм фізико-хімічним та агрегативним складам ці матеріали є унікальним ресурсом, який може знайти корисне використання в різних галузях економіки з отриманням значного соціального, екологічного та економічного ефектів.

Забруднення навколишнього середовища продуктами паливно-енергетичного комплексу давно є ключовою екологічною проблемою, як в нашій країні, так і за кордоном. Актуальність вирішення цієї проблеми в перспективі на найближчі 50-70 років буде усе більш зростати через загальну тенденцію збільшення використання вугілля

у виробництві електроенергії. Основне завдання у розвитку електро- та теплоенергетики Київщини, як і на території всієї України, полягає у забезпеченні процесів вироблення електричної і теплової енергії високих економічностей, надійностей та повної екологічної безпечності. Станом на сьогодні, для вирішення цієї задачі пропонується досить багато оптимальних енергозберігаючих технологій. Наприклад, зниження шкідливих викидів при спалюванні органічних палив на ТЕС під час різних стадій: підготовки палива, його спалювання, охолодження продуктів згоряння; очищення стічних вод технологічного циклу з поверненням їх в цикл; зниження викидів діоксиду вуглецю; зменшення розмірів золовідвалів з метою мінімізації земель відчуження; використання золошлакових відходів як вторинної сировини та ін. [2]. Водночас повсякчасне використання золошлакових відходів, наприклад, для виготовлення будівельних матеріалів, вкрай важке внаслідок того, що вони являють собою багатокомпонентну систему і характеризуються змінним хіміко-мінералогічним складом, залежать від виду палива, способу і умови його спалювання на ТЕС, способу уловлювання золи і ін. [3]. Склад золошлаків розрізняється не тільки для вугілля різних басейнів, але і для кожного окремо взятого родовища. Топливні золи і шлаки є продуктами термохімічних і фазових перетворень неорганічних компонентів палива при високих температур його спалювання.

Переважну кількість вторинної сировини, у вигляді золошлаків, отримують від теплових електростанцій, які у своїй переважній більшості працюють на твердому вугіллі. Прикладом такої технологічної ситуації є найпотужніша тепла електростанція в Київській області «Трипільська», після виведення з експлуатації Чорнобильської АЕС, Трипільська ТЕС з встановленою потужністю 1800 МВт є найбільшим енергогенеруючим об'єктом на території

Київської області, золошлакові відходи якої, транспортуються та складуються у відвали, за останнім даними накопичено понад 20 мільйонів т золо-шлакових відходів, тобто відбувається постійне їх нагромадження. [4]. На конструювання відвалів витрачаються великі кошти, золо-шлакові сховища ТЕС займають територію цінних родючих земель при

Переважна складність використання золошлакових відходів на території України є відсутність економічної зацікавленості підприємств будівельної галузі та певних технічних засобів для їх переробки.

Мета та завдання дослідження. Задачею є розширення сировинної бази виробництва, зменшення питомих витрат палива при випалі, зниження собівартості виробництва, утилізація відходів теплоенергетики.

У цементній промисловості найбільш поширеними сировинними матеріалами є вапняк і глина. Для проведення дослідження використовували вапняк і глину Бережанського родовища.

При порівнянні хімічного складу алюмосилікатного компоненту (глина) сировинних сумішей для виробництва портландцементного клінкеру і золошлакових відходів (табл.1) можна зробити висновок, що обидва компоненти мають практично однакові показники по вмісту оксиду кремнію. Вміст заліза в золошлакових відходах практично вдвічі перевищує цей показник у глини, що дозволить знизити вміст піритних огарків в сировинній суміші. Крім того, відмічається значний вміст алюмінатної складової золошлакових відходів, що і дозволяє рекомендувати ці відходи для заміни частини алюмосилікатного компоненту в сировинних сумішах для випалу портландцементного клінкеру.

Таблиця 1

Хімічний склад сировинних компонентів

Компонент	Вміст оксидів, мас.%						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O
Глина	58,68	8,73	4,50	20,48	1,21	1,50	4,90
Золошлак	55,30	26,01	8,40	2,90	1,08	0,18	3,71

Таким чином, по вмісту оксидів кремнію, алюмінію та заліза, золошлакові відходи можуть бути використані в якості алюмосилікатного компоненту сировинних сумішей для виробництва портландцементного клінкеру. Крім того, у відходах ТЕС містяться залишки вугілля у кількості від 2,9 до 8,4 мас.% [2]. Це вугілля може бути додатковим паливом при виробництві портландцементного клінкеру, що дозволить знизити загальні витрати енергоносіїв на випал.

Були досліджені сировинні суміші: 1) з використанням традиційних сировинних матеріалів: вапняк, глина і піритні огарки та 2) суміш, де частина алюмосилікатного компоненту замінена золошлаковими відходами.

Для розрахунку сировинних сумішей вибрали наступні вихідні дані: коефіцієнт насичення $KH=0,92$; силікатний модуль $n=2,20$; глиноземистий модуль $p=1,30$.

Склад сировинних сумішей наведено в табл.2.

Таблиця 2

Склад сировинних сумішей

№ сировинної суміші	Вміст компонентів, мас.%			
	Вапняк	Глина	Золошлак	Піритні огарки
1	80,7	16,6	-	2,6
2	81,6	14,6	1,9	1,9

Наведені результати підтверджують припущення, що введення золошлакових відходів знижують в сировинній суміші вміст алюмосилікатного компонента (на 2,0 мас.%) та залізовміщуючого компонента (на 0,7 мас.%).

Результати розрахунку складу клінкеру обох складів також свідчать про незначні відмінності між ними (табл.3). відмічаються тільки незначні коливання у вмісті оксидів заліза та алюмінію.

Таблиця 3

Хімічний склад клінкерів

№ складу клінкеру	Вміст оксидів, мас.%						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O
1	21,6	5,1	4,7	65,6	1,2	0,6	1,2
2	21,5	5,5	4,2	65,9	1,2	0,5	1,1

Це підтверджують і розрахунковий мінералогічний склад клінкеру (табл.4). Введення в сировинну суміш золошлакових відходів збільшує вміст трьохкальцієвого алюмінату в клінкері за рахунок зменшення чотирьохкальцієвого алюмофериту, але вміст аліту і беліту практично у обох складів однаковий.

Таблиця 4

Мінералогічний склад клінкерів

№ складу клінкеру	Вміст клінкерних мінералів, мас.%				
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	Інші
1	58,3	17,9	5,4	14,4	4,0
2	58,4	17,5	7,4	12,9	3,9

Для визначення впливу золошлакових відходів на реакційну здатність сировинних сумішей було виготовлено відповідні склади і проведено випал при температурі 1400 °С. Реакційну здатність оцінювали по вмісту вільного оксиду кальцію в отриманих клінкерах. Результати (0,5 і 0,6 мас.% відповідно для складів 1 і 2) свідчать, що вплив введення золошлакових відходів практично не впливає на цей показник.

Висновки. Отримані результати свідчать, що використання золошлакових відходів при виробництві портландцементного клінкеру дозволять розширити сировину базу виробництва, зменшити питомі витрати природної сировини та палива при випалі, а також покращити екологічну ситуацію в країні.

Література:

1. Денисюк О.М. Використання відходів вуглевидобування у виробництві композиційного портландцементу: матеріали VII Міжнародної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології (Київ 11-13 квітня 2018), 21 с.
2. Нисневич М.Л. Утилізація попутних продуктів горіння угля в промисловості строительных матеріалів. Научно-технический и производственный журнал, Строительные материалы, №9, 39-41 с.
3. Бабачев Г.Н. (1987). Зола и шлаки в производстве строительных материалов, Г.Н. Бабачев. – К., Будівельник, 136 с.
4. Проблема золовідвалу – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrainka.org/community/problema-zolovidvalu.html>

References:

1. Denysiuk O.M. Vykorystannia vidkhodiv vuhlevydobuvannia u vyrobnytstvi kompozytsiinoho portlandtsementu: materialy VII

Mizhnarodnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh z khimii ta khimichnoi tekhnolohii (Kyiv 11-13 kvitnia 2018), 21 s.

2. *Nysnevych M.L. Utylyzatsyia poputnykh produktov horenyia uhlia v promushlennosti stroytelnykh materyalov. Nauchno-tekhnycheskyi y proyzvodstvennui zhurnal, Stroytelnye materyaly, №9, 39-41 s.*

3. *Babachev H.N. (1987)/ Zolu y shlaky v proyzvodstve stroytelnykh materyalov, H.N. Babachev, K., Budivelnyk, 136 s.*

4. *Problema zolovidvalu – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://ukrainka.org/community/problema-zolovidvalu.html>*