

РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІДВАЛЬНИХ ПОРІД ВУГЛЕВИДОБУТКУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА В'ЯЖУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Ігнатенко М.І., к.т.н.,

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна
m_ignatenko@ukr.net*

Використання вторинної сировини та промислових відходів є одним з найбільш ефективних напрямків ресурсозбереження у виробництві будівельних матеріалів. Вибір напрямку використання промислових відходів як техногенної сировини має на меті досягнення максимальної економії ресурсів та ефекту енергозбереження з поліпшенням при цьому екологічної обстановки (зменшення забруднення оточуючого середовища, ліквідація звалищ, вивільнення додаткових сільськогосподарських угідь). При ухваленні рішення щодо можливості застосування тих або інших техногенних продуктів необхідно використовувати систему критеріїв, яка передбачає послідовний аналіз і врахування хімічного складу, екологічних характеристик, мінерального складу та реакційної здатності техногенної сировини [1].

В Україні гостро стоїть проблема вивчення порід вугільних териконів, їх розробки з більш повною утилізацією корисних компонентів. Відвальна порода вуглевидобутку може використовуватися у виробництві в'язучих матеріалів як заміна компонентів сировинної суміші, як компонент шлакопортландцементу, в якості коригуючих та активних добавок та ін. Тому метою роботи було обґрунтування та розробка напрямів використання відвальних порід вуглевидобутку як техногенної сировини у виробництві будівельних матеріалів.

За допомогою рентгенофазового аналізу встановлено мінералогічний склад зразків відвальних порід вуглевидобутку [2]. Зразки горілих відвальних порід вуглевидобутку шахти «Ольховатська» містять 5 мінералів: кварц, брушит $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, гематит, альбіт $0,5\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$, іліт $0,5\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$. Вміст основних мінеральних компонентів – кварцу (33,7-46,5 %) і іліту (39,4-51,1 %) – вищий у крупних фракціях. Відсутність метакаолініту $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ і силіманіту $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ може свідчити про те, що температура випалу в териконі ≈ 600 °С. За таких температур практично неможливе існування аморфних оксидів.

У кристалічній складовій зразків негорілих порід вуглевидобутку шахт ім. Я.М. Свердлова і «Хмельницька» було виявлено кварц, мусковіт $\text{K}_{0,94}\text{Na}_{0,06}\text{Al}_{1,83}\text{Fe}_{0,17}\text{Mg}_{0,03}(\text{Al}_{0,91}\text{Si}_{3,09}\text{O}_{10})(\text{OH})_{1,65}\text{O}_{0,12}\text{F}_{0,23}$, гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і клінохлор $(\text{Mg},\text{Fe})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$. За вмістом переважає мусковіт (45,7-74,9 %), кварц (7,7-44,1 %), найменше – клінохлору (10,2-17,4 %). Клінохлор і мусковіт можуть входити до глинистих порід, які використовуються у виробництві портландцементного клінкеру. При проведенні дериватографічного аналізу зразків негорілих порід вуглевидобутку шахти «Хмельницька» підтверджено початкове перетворення мінералів породи і показана здатність вуглистої частини породи до горіння [2].

Визначено елементний склад зразків дослідженої техногенної сировини і морфології поверхні їх частинок [2]. У складі зразків горілих порід вуглевидобутку шахти «Ольховатська» ідентифіковано сполуки Mg, S, Ti і Mn, що не входять до складу мінералів. Максимальний вміст S і Ti виявлено для фракції 2,5-5 мм, Mg і Mn – для фракції > 20 мм. Ступінь розпушення поверхні частинок найбільша для фракцій < 0,63 мм і > 20 мм. Фракцію < 0,63 мм складають спечені агломерати розміром 30-50 мкм. Розмір частинок агломератів фракції > 20 мм менше 20-30 мкм. Основними факторами, що визначають сорбційну ємність поверхні агломерату, є форма частинок та їх кількість.

В невуглецевій частині зразків відвальних негорілих порід вуглевидобутку шахт ім. Я. М. Свердлова і «Хмельницька» виявлено елементи: Ti (0,45-0,72 %), Mn (0-0,14 %), Cu (0,45-0,9 %). Мікрофотографії поверхні частинок негорілих відвальних порід вуглевидобутку підтвердили шарувату природу мінералів.

Результати гамма-спектрометричного аналізу свідчать, що до складу досліджених зразків входять природні радіонукліди ^{226}Ra , ^{232}Th і ^{40}K . Виявлена підвищена питома активність відвальних горілих порід вуглевидобутку (240-305 Бк/кг) порівняно з негорілими породами вуглевидобутку (121-193 Бк/кг). Згідно з величиною ефективної питомої активності ($C_{\text{эф.}} \leq 370$ Бк/кг) досліджені відвальні породи вуглевидобутку належать до I класу радіаційної небезпеки, тому можуть використовуватися в будівництві без обмеження.

Встановлено, що поглинальна здатність досліджених відвальних порід вуглевидобутку (261,2-323,4 мг СаО/г) відповідає показникам для кислих гідралічних добавок: трепелів, діатомітів, опок, що свідчить про високу гідралічну активність і можливість використання відвальних порід вуглевидобутку як активних добавок до цементного клінкеру.

Спектрофотометрично за поглинанням індикатора метиленового синього визначено величину сорбції (a) відвальних порід вуглевидобутку (рис.).

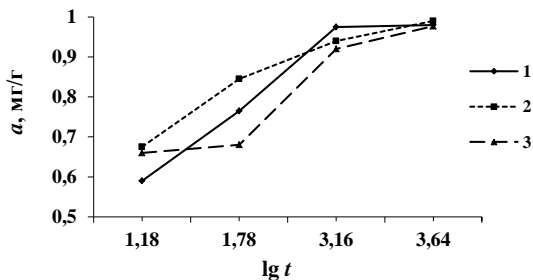


Рисунок – Залежність величини сорбції (a) відвальних порід вуглевидобутку від часу (t): 1 – породи шахти «Ольховатська»; 2 – породи шахти «Хмельницька»; 3 – породи шахти ім. Я.М. Свердлова

Величина ефективності сорбційного очищення розчину індикатору відвальними горілими породами шахти «Ольховатська» протягом 3 діб досягала 98 %, негорілими відвальними породами шахти «Хмельницька» – 99 %.

На основі отриманих експериментальних даних обґрунтовано вибір напрямів використання відвальних порід вуглеводобутку у виробництві в'язучих матеріалів. Наявність високоактивних модифікацій SiO_2 , Al_2O_3 та Fe_2O_3 і високих гідралічних властивостей горілих порід вуглеводобутку (шахта «Ольховатська») підтверджує можливість використання їх в якості гідралічно активної добавки. У зв'язку з цим розроблено склад комплексного в'язучого матеріалу з використанням горілих порід вуглеводобутку. Практична відсутність вуглистих частинок сприяє додаванню в клінкер горілої породи як гідралічно активного компонента під час помелу. У ході експериментального випробування зразків встановлено оптимальний склад комплексного в'язучого, % мас.: горіла порода 10-30; гіпс 3-5; портландцементний клінкер – інше.

Негорілі породи вуглеводобутку є якісним сировинним компонентом виробництва цементного клінкеру. На основі оксидного складу сировинних компонентів розраховано склад сировинної суміші цементного клінкеру з використанням негорілих порід вуглеводобутку шахт «Хмельницька» (склад № 1) та ім. Я. М. Свердлова (склад № 2) замість глиняного компонента (табл.).

Таблиця – Склад сировинної суміші з використанням відходів вуглеводобутку

Найменування компонента	Вміст компонента, % мас.	
	Склад № 1	Склад № 2
Вапняк	77,58	80,25
Породи вуглеводобутку	10,17	5,78
Пісок	9,16	10,36
Піритні огарки	3,09	3,61

В дослідно-промислових умовах експериментально встановлено відповідність оксидного, мінералогічного складу і характеристик міцності отриманого цементного клінкеру вимогам ТУ У Б В.2.7-00030937.12-98 «Клінкер портландцементний (товарний)».

Таким чином, основними якісними і кількісними критеріями екологічно безпечного використання техногенної сировини у виробництві в'язучих матеріалів є: відсутність токсичних сполук; хімічний склад, що відповідає вимогам до кондиційної сировини; наявність гідралічної активності у мінералів, які входять до складу техногенної сировини; відповідність вимогам норм радіаційної безпеки.

Перелік посилань

1. Дворкін Л.Й. Будівельні матеріали та вироби із застосуванням промислових відходів: навч. посіб. / Л.Й. Дворкін, А.В. Мироненко. – Рівне: НУВГП, 2019. – 298 с.
2. Khabotova E. Coal Mining Waste as Raw Material for the Construction Industry / E. Khabotova, M. Ihnatenko, I. Hraivoronska, Iu. Kaliuzhna // Petroleum and Coal. – 2020. – № 62(3). – 1112-1120 pp.

ПЕРЕРОБКА ДОМЕННИХ ШЛАКІВ ШЛЯХОМ ВИГОТОВЛЕННЯ ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ

Калюжна Ю.С., к.т.н.,

*Клименко Т.Г., здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна
uskalmikova@gmail.com*

Ефект впливу забрудників-складників відходів на довкілля виявляється в різних напрямках, тому в процесі переробки та використання будь-яких відходів виробництва, особливо шлаків, доцільно враховувати ефект впливу на довкілля як за сценарію невикористання відходів як потенційних будівельних матеріалів, так і за умов їх використання. При відкритому способі складування відвалів шлак є джерелом забруднення атмосфери через емісію забруднюючих речовин у повітря, об'єкти гідросфери і ґрунт, а через них – на стан флори, фауни і здоров'я людей.

За умов складування на відвалах шлак піддається впливу атмосфери, що робить його чутливим до фізичних та хімічних процесів. Скрізь, де є металургійні шлаки, у водоймах накопичуються води з надзвичайно високою концентрацією сульфідів, які іноді прориваються в струмки і річки, що призводить до сильного забруднення та виникнення техногенних аварій. Кисень у воді витрачається на окислення сульфідів, вміст кисню в таких сульфідних водоймах дорівнює нулю і це призводить до загибелі живих організмів.

Металургійні шлаки є сировинним матеріалом для будівельної промисловості. Однак для розробки технологічних рішень з переробки металургійних шлаків і отримання на їх основі якісних будівельних матеріалів чітко визначення і розуміння процесів формування механізмів структуроутворення як самих шлаків, так і матеріалів на їх основі дозволить управляти цими процесами і отримувати будівельні матеріали з заданими властивостями. Численними дослідженнями доведена можливість активізації гідравлічних властивостей шлаків шляхом введення різних добавок – активаторів і використання інтенсивної обробки їх.