

КОМПЛЕКСНА ПЕРЕРОБКА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті проаналізовано взаємозв'язок між утворенням твердих побутових та промислових відходів. Запропоновано отримання з промислових відходів Вінниччини гіпсового в'язучого β - модифікації та комплексного золоцементного, золофосфатного та металозолофосфатного в'язучого

Ключові слова: зола-винос; фосфогіпс;будівельні матеріали.

Abstract

The article analyzes the relationship between the formation of solid household and industrial waste. The proposed obtaining of industrial waste from Vinnitschyna gypsum binder β - modification and integrated zolocement, zolofosfatny and metallozofosfatny binder.

Keywords: fly ash; phosphogypsum; building materials.

Вступ

Проблемам утворення та раціонального використання відходів, як складової ресурсозбереження та екологізації виробництва, присвячено багато наукових праць [1-6]. Однак недостатність досліджень даної проблематики в Україні, викликає низку проблем у сфері використання промислових та твердих побутових відходів (ТПВ), обумовлює необхідність подальших досліджень в цьому напрямі.

Між існуванням відносно невеликої маси ТПВ та значною масою промислових відходів існує прямий зв'язок. Адже промислові відходи утворюються на перших стадіях отримання сировини, яка в подальшому використовується для виробництва тих чи інших виробів, споживчих товарів та продуктів споживання [7]. Виготовлені товари після нетривалого часу користування ними стають відходами споживання.

Необхідно відмітити, що на виробництво сировини для майбутніх споживчих товарів витрачається велика кількість енергії, а енергетика, в свою чергу, – один з головних продуцентів промислових відходів. Підраховано, що кожній тонні ТПВ відповідають п'ять тонн промислових відходів на стадії виготовлення продукції і двадцять тонн – на стадії отримання первинних ресурсів з надр [8].

Згідно з останніми даними екологів, Україна лідирує в Європі за кількістю відходів. Показники утворення й нагромадження відходів в Україні свідчать про загрозливу екологічну ситуацію в державі. За даними Міністерство екології та природних ресурсів України в нашій державі нагромаджено близько 35-36 млрд. тонн відходів, які займають 7% території, а це більш як 50 тис. т/км² заваленні сміттям. З цих 35 млрд. тонн близько 2,6 млрд. тонн є високотоксичними відходами. Варто відзначити, що площа звалищ в нашій країні перевищує площу природних заповідників (7% проти 4,5%). Щороку в країні створюється 12 тисяч незаконних сміттєзвалищ, оскільки полігонів для сміття недостатньо [9]. Більшість існуючих полігонів уже вичерпали свій ресурс, а сміттєві звалища стали фактором антропогенного навантаження на навколишнє середовище. На кожного Українця зараз приходиться більш як 750 тонн відходів. Щорічно утворюється від 670 до 770 млн. тонн, або 15-17 тонн відходів на душу населення.

Результати дослідження

Наукові дослідження, які проводяться у ВНТУ спрямовані на комплексну переробку фосфогіпсових відходів, золи-винос, металевих шлаків та твердих побутових відходів Метою даних досліджень є розробка нової безвідходної технології переробки промислових відходів з подальшим отриманням гіпсового в'язучого β - модифікації і нового різновиду комплексного золоцементного, металофосватного та металозолофосфатного в'язучого (МЗФВ). Паралельно проводяться

дослідження з переробки твердих побутових відходів, з подальшим одержанням біопалива, органічних добрив та полімербетонів.

Вивчення та дослідження технологій переробки фосфогіпсових, залізовміщуючих дисперсних відходів та золи винесення відноситься до вирішення важливих народногосподарських завдань. Для України проблема переробки таких шкідливих відходів є актуальною у зв'язку із загостренням екологічної ситуації для окремих її регіонів. У Вінницькій області на території колишнього ВО "Хімпром" накопичено близько 800 тис. тон шкідливих хімічних відходів - фосфогіпсів. Другим шкідливим продуктом виробничої діяльності регіону є накопичення золо-шлакових відходів на Ладжинській ТЕС і теперішня їх кількість дорівнює біля 20661 тис. тон. На підприємствах металообробних виробництв регіону накопичено близько 300 тис тон дисперсних металевих відходів – металеві шлами [10].

Перепоною для повномасштабного використання техногенних промислових відходів в галузі будівельних матеріалів є наявність у їх складі природних радіонуклідів. За результатами проведених аналітичних досліджень встановлено, що сумарна питома активність для фосфогіпсу складає 56,9 Бк/кг, золи-винос – 284 Бк/кг, червоного шламу – 450 Бк/кг. Тому можна стверджувати, що використання таких відходів у виробництві будівельних виробів можливе без всяких обмежень.

Аналіз наукових досліджень і практичний досвід використання золи-винос, вказує на економічну доцільність використання відходів ТЕС при виробництві цементу та інших будівельних матеріалів [11]. Основні складові золи-винос - SiO_2 , Al_2O_3 перебувають переважно у вигляді скловидних фаз, тому їх можна вважати інертними компонентами. Кількість SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO суттєво впливає на основні фізико-хімічні властивості золи виносу. В таблиці 1 приведено хімічний склад золи винос.

Таблиця 1

Хімічний склад золи-винос

Вміст оксидів	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	П.П.
Золошлаки Ладжинської ТЕС	49,26	23,00	19,35	3,53	1,79	2,11	0,40	0,10	1,40
Золи-винос Ладжинської ТЕС	52,1	23,1	15,6	3,16	1,08	0,4	1,2	0,57	0,7
Золи-винос США	34-48	17-31	6-26	1-10	0,5-2	(Na ₂ O+K ₂ O) в перерахунку на Na ₂ O не має перевищувати 1,5 %		0,2-4	1,5-2

Однією з негативних характеристик зольних відходів з різних регіонів країни є широкий спектр коливання кількості її хімічних складових. На сьогодні це є також однією із практичних перешкод, які ускладнюють широке використання золи-виносу у виробництві будівельних матеріалів. Хоча варто відмітити, що інтервалам зміни складу більшості зол (як України, так і світі) характерна якісна схожість (див. табл. 1). Цей висновок дозволяє синтезувати і використовувати наукові здобутки інших вчених для розв'язання важливих наукових завдань.

В роботах [11-12] авторами встановлено, що активність золи зростає із збільшенням вмісту SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Руйнування скловидної оболонки відкриває доступ до реакційно здатних складових компонентів, проявляється найважливіша її властивість – здатність реагувати з гідроксидом кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$, який виділяється при гідратації цементу.

Фосфогіпсові відходи є побічним продуктом при виробництві фосфорної кислоти екстракційним способом. В залежності від температурно-концентраційних умов розкладання фосфатної сировини тверда фаза сульфату кальцію може бути представлена однією з трьох форм: дигідратом, напівгідратом або ангідритом.

За хімічним складом (табл.2) фосфогіпсові відходи можна віднести до гіпсової сировини, оскільки вони на 80-95% складаються з сульфату кальцію. Однак, в силу особливостей їх отримання, мають місце ряд негативних властивостей: підвищена вологість, наявність кислих залишків.

Промивання фосфогіпсу водою дозволяє вимити шкідливі водорозчинні домішки і таким шляхом отримати із фосфогіпсу очищену сировину для виробництва гіпсового в'язучого. Для цих цілей потрібно, як мінімум чотири кратний по відношенню до фосфогіпсу об'єм води [12]. Зливати промивні кислі води шкідливо для довкілля, а для того, щоб їх нейтралізувати і очистити з метою повторного використання потрібні великі матеріальні витрати.

Хімічний склад відходів Вінницького ВО “Хімпром”

Основні компоненти	Вміст, % по масі	
	Фосфогіпс-дигідрат	фосфогіпс-ангідрит
P ₂ O ₃ (загальне)	0,5 - 1,5	1,2-2,15
P ₂ O ₃ (водорозчинне)	0,1-0,7	0,5 -1,6
CaO	22-23	31-33
SO ₄	38-39	52-56
R ₂ O ₃ .(R=Fe+Al)	0,1-0,3	0,2-0,5
F	0,1-0,2	0,9-1,2
Вода гігроскопічна	21-29	18-22
Вода кристалогідратна	19-21	0,7 -1,2

В результаті проведених досліджень, авторами в роботі [13] встановлено оптимальне співвідношення між масою фосфогіпсу і масою води, яке дорівнює 1. При зменшенні кількості фосфогіпсу, утворюються водні розчини кислоти малої концентрації 0,5-1%.. Така концентрація кислоти є недостатньою для хімічної активації зольної складової. Одним із способів підвищення концентрації кислоти під час відмивання фосфогіпсу є використання дефлокуючих хімічних добавок, які сприятимуть розчепленню і руйнуванню флокул і псевдочастинок твердих відходів. В роботі [14]. авторами лабораторними методами досліджень встановлено оптимальну концентрацію дефлокуючих добавок для відмивання фосфогіпсу.

В роботах [15-17] авторами досліджено використання кислих стоків фосфогіпсу для хімічної та механо-хімічної активації золи винос. Комплексний метод механо-хімічної активації золи винос передбачає руйнування поверхні склоподібної оболонки частинок шляхом використання кислотних залишків та застосування механічного перемішування золофосфогіпсової суміші у прохідному змішувачі. Такий метод сприяє більш повній руйнації скловидних оболонок золи-винос (ЗВ). Рентгенофазові дослідження цементних і золоцементних зразків вказують на наявність у їх складі негідратованих клінкерних мінералів C₃S – лінії з міжплощинними відстанями, d/n = 3,02; 2,77; 2,75 2,18; 1,76; 1,45 А і C₂S - лінії з d/n = 2,77; 2,18; 1,97 1,76; 1,45 А; Ca(OH)₂ - лінії з d/n = 4,90; 3,10; 2,62 1,92 А; CaCO₃ - лінії з d/n = 1,82 А; кварцу - лінії d/n = 3,34 А. Крім того, відзначаються лінії, характерні для гідратних новоутворень – низькоосновних гідросилікатів кальцію (CSH) - d/n = 3,08 А. В золоцементних зразках з добавкою активізованої золи (30% мас.) з'являються комплексні алюміній-залізогогідросульфувміщуючі сполуки кальцію, для яких характерні лінії з d/n = 2,45; 3,07; 4,22; 7,62 А. Наявність таких новоутворень у складі золоцементних зразків можна пояснити тим, що під час хімічної активації золи-виносу утворюються сульфати алюмінію та заліза. Рентгенофазові дослідження, диференційно-термічні аналізи (ДТА) і хімічні реакції підтвердили наявність таких солей і можливість їхньої участі у процесах гідратаційного тверднення цементу.

Використання комплексної технології механо-хімічної активації призводить до зменшення витрат на 20 – 30 % мас у складі будівельних сумішей портландцементу при збереженні заданих фізико-механічних характеристик зразків. Модифікована зола-винос в системі в'язуче-техногенні компоненти є поліфункціональною складовою, яка одночасно є активною мінеральною добавкою і заповнювачем.

Висновки

В процесі механохімічної активації золи-винос, встановлено що, вона набуває поліфункціональних властивостей – з однієї сторони вона може виконувати функцію активної мінеральної добавки, з іншої – наповнювача. За рахунок хімічної активації зольної складової суміші зростає міцність силікатної матриці бетонів, при одночасному скороченні витрати портландцементу. Використання золоцементних в'язучих також сприятиме вирішенню важливих екологічних і соціальних проблем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березюк О. В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.
2. Лемешев М.С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М.С. Лемешев, О.В. Христин, О.В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015». – Praha (Chech): Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – Díl 7. Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62.
3. Березюк О. В. Визначення параметрів впливу на шляхи поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2 (10). – С. 64-66.
4. Сердюк В.Р. Комплексне в'яжуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев О.В. Христин // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Випуск 33. – С. 57-62.
5. Березюк О. В. Визначення регресійних залежностей витрат на управління твердими побутовими відходами від рівня доходів населення / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 5. – С. 24-26.
6. Березюк О. Визначення регресійної залежності необхідної площі під обладнання для компостування твердих побутових відходів від його продуктивності / Олег Березюк, Михайло Лемешев // Инновационное развитие территорий: Материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (25–27 февраля 2014 г.) // Отв. за вып. Е. В. Белановская. – Череповец: ЧГУ, 2014. – С. 55-58. ISBN 978–5–85341–615–4.
7. Березюк, О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – № 1 (1). Т. 5. – С. 48-51.
8. Березюк О. В., Лемешев М. С., Березюк Л. Л., Віштак І. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування // Вісник ВПІ. – 2015. – № 1. – С. 29-33.
9. 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.
10. Лемешев М.С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О.В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
11. Сердюк В.Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христин // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2011. – №40. – С. 166-170.
12. Сердюк В. Р. Золоцементне в'яжуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
13. Лемешев М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христин, О. В. Березюк // Materiály XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy – 2015». – Przemysł (Poland): Nauka i studia, 2015. – Volume 23. Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie. – S. 56-58.
14. Лемешев М. С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінничини / М. С. Лемешев // Тези доповідей ХХІV міжнародної науково - практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – Ч. III. - С. 381.
15. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'яжучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
16. Лемешев М. С. В'яжуче на основі промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции, 10-17 октября 2017 г. – Москва (Россия) : SWorld, 2017. – 6 с. – Режим доступа : <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-317/modern-construction-technologies-317/29547-317-027>.
17. Лемешев М. С. Ніздрюваті бетони з використанням промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции. – Москва : SWorld, 2017. – 7 с. – Режим доступа: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-417/modern-construction-technologies-417/29815-417-015>.

Лемешев Михайло Степанович – к.т.н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua.

Mikhail Lemeshev – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mlemeshev@i.ua.