

УДК 666.913.2

Червяков Ю.М., канд. техн. наук, заст. директора з наукової роботи,

Супрун Л.О., інженер,

ДП «НДІБМВ», м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ГІПСОВМІЩУЮЧИХ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ В ЯКОСТІ СИРОВИНИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ

Аналіз стану сировинної бази для виробництва мінеральних в'язучих свідчить про неминучість використання техногенних ресурсів та заміни традиційної природної сировини, що стає вже дефіцитною у більшості регіонів, близькими за складом відходами. Доцільність застосування відходів продиктована як необхідністю поліпшення екологічної обстановки так і розробкою ресурсо- і енергозберігаючих технологій. /1, 2, 3/.

Науковими роботами, які виконані в ДП «НДІБМВ», встановлено, що поряд з природним гіпсовим каменем в якості сировини для виробництва гіпсових в'язучих можуть використовуватись також техногенні гіпсовміщуючі відходи - фосфогіпс, титаногіпс, фторгіпс, цитрогіпс, десульфогіпс, які головним чином складаються із двоводного, полуводного або безводного сульфату кальцію або їх суміші. За вмістом основного компонента - двоводного сульфату кальцію - фосфогіпс може бути прирівняний до гіпсової природної сировини першого сорту.

Запаси фосфогіпсу - відходу виробництва сірчаної кислоти, знаходяться у відвалах хімічних підприємств в Сумах, Придніпровську, Рівному, Вінниці, Новому Роздолі, АР Крим. З урахуванням заскладованих десятків мільйонів тонн фосфогіпсу їх може вистачити на десятки років для забезпечення виробництва гіпсового в'язучого та цементу.

Широкомасштабному і ефективному використанню фосфогіпсу, як гіпсовміщуючої сировини, перешкоджають його специфічні особливості: агрегатний стан, висока вологість (понад 20%, що утруднює навантажувально-розвантажувальні і транспортні роботи), наявність водорозчинних сполук фосфору і фтору, які негативно впливають на санітарно-гігієнічні умови переробних виробництв.

Проблемі використання вторинних ресурсів, зокрема фосфогіпсу, надається велика увага в Німеччині, США, Франції, Японії, Англії, Австрії, Бельгії, Чехії. Провідними фірмами по переробці фосфогіпсу побудовані переробні підприємства в Югославії, Фінляндії, Норвегії, Індії, Алжирі, Мавританії, Японії, які щорічно переробляють десятки млн. тонн фосфогіпсу і десульфогіпсу. Значні обсяги десульфогіпсу переробляють в Німеччині, Франції, Польщі. Існують різні технологічні лінії по переробці фосфогіпсу і на території СНГ, які значною мірою відрізняються технологічним оформленням.

В ДП «НДІБМВ» впродовж ряду років були досліджені фосфогіпси з відвалів підприємств „Суміхімпром”, Придніпровський і Вінницький хімкомбінати, ВАТ „Рівнеазот”, РДГХП „Сірка”, вивчено їх властивості з метою використання відвального фосфогіпсу як сировини для виробництва в'язучих та будівельних матеріалів і виробів, велись дослідження з розробки технологій отримання в'язучих з техногенних гіпсів. Так з водогіпсової дисперсії фосфогіпсу Придніпровського ПХЗ в лабораторних умовах було отримано гіпсове в'язуче α -модифікації марок Г-5...Г-7 придатне для виготовлення сумішей для стяжок для основ підлоги, стінових каменів, виробів для перегородок тощо.

Досліджені фосфогіпси з відвалів ВАТ „Рівнеазот” та Роздольського ДГХП “Сірка”, оцінено

їх придатність для використання як сировини в будівельній галузі та вибору економічно доцільних рішень використання наявних відходів фосфогіпсу при виробництві будівельних матеріалів. Встановлено відповідність вимогам ДСТУ Б В.2.7-1-93 фосфогіпсу з поверхневих шарів відвалів, які піддавались впродовж багатьох років впливу природних факторів, та придатність кондиційного фосфогіпсу для виробництва штучного гіпсового каменю, який в свою чергу може використовуватись при виробництві портландцементу - як мінералізатор та регулятор строків тужавлення.

Екологічні характеристики фосфогіпсу нормовані розробленими в інституті стандартами на фосфогіпсову сировину та фосфогіпсові в'язучі. Найбільш негативний вплив на людину та довкілля мають сполуки фтору та фосфору, що містяться у фосфогіпсі. З точки зору вмісту радіоактивних елементів згідно з проведеними багаторічними спостереженнями та визначенням радіологічних характеристик фосфогіпс є безпечним - за ступенем радіоактивності досліджені фосфогіпси відносяться до I групи і I класу родовищ будівельних матеріалів згідно з п.5.2 ДБН В.1.4-1.01-97, тобто можуть використовуватись у всіх видах будівництва без обмежень. Результати хімічного аналізу разом з радіологічними дослідженнями визначили критерії екологічної чистоти відвального фосфогіпсу - використання відходів в обпалювальних технологіях допускається при невисокому вмісті важких металів. Екологічно небезпечні відходи без попереднього очищення не можуть бути використані і повинні бути направлені на поховання.

За мінеральним складом техногенні матеріали істотно відрізняються від традиційної сировини речовинним складом, структурою мінералів. Це пояснюють тим, що глибина відвалів значно менша в порівнянні з глибиною родовищ природної сировини. При вивченні складу нової сировини великий інтерес представляють особливості геологічного формування порід, технологічна передісторія утворення відходів. Відвал фосфогіпсу на РДГХП „Сірка” займає більше 20 га загальної площі та потребує витрат на утримання, з 70-90-х років накопичено значні запаси фосфогіпсу дигідрату - побічного продукту виробництва екстракційної фосфорної кислоти, що вироблялась дигідратним методом з апатитів Кольського півострова. Накопичений відхід - фосфогіпс - речовина, яка представлена, головним чином, сульфатом кальцію з домішками фосфату, оксиду кремнію, сполук фтору тощо, що вміщує значну кількість води. За роки після зупинки виробництва та припинення поповнення відвалу з 1991 року під дією кліматичних факторів та атмосферних опадів верхні шари відвалу фосфогіпсу природним чином “відмиті” від кислих домішок; частково пройшла їх природна нейтралізація. Дрібнодисперсні частки міцями агрегували, матеріал ущільнився. Фосфогіпс у відвалі має вологість головним чином в межах 20-28%, що залежить як від місця залягання, погодних умов, пори року (може коливатися в значних границях - може становити від декількох до значно більше 150%).

Технологічні дослідження відвального кондиційного фосфогіпсу з відвалів з метою використання як сировини в будівельній галузі проводились з урахуванням раніше виконаних інститутом науково-дослідних робіт. Випробування відвального фосфогіпсу здійснювали за загальноприйнятими схемами, що дало можливість отримати варочним способом в'язуче марок ГВФ-1,2 - ГВФ-2. Результати випробувань фосфогіпсового в'язучого наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Гідрат-на вода, %	Залишок на ситі № 02, %	В/Г	Строки тужавлення, хв.		Границя міцності зразків у віці 2 год., МПа		Марка в'язучого згідно з ДСТУ Б В 2.7-4-93
			початок	кінець	при стиску	при вигині	
5,99	0	0,83	7	11	2,6	1,87	ГВФ-2
5,95	0	0,98	10	20	2,06	1,46	ГВФ-2
5,02	0	0,90	10	24	2,3	1,60	ГВФ-2
6,65	0	0,95	5	8	2,4	1,50	ГВФ-2
6,24	0	0,95	5	12	2,7	1,65	ГВФ-2

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

Автоклавним способом з подальшою сушкою та помелом брикетованого відвального фосфогіпсу отримано фосфогіпсове в'язуче марок ГВФ-5, ГВФ-8 згідно з ДСТУ Б В.2.7-4-93. Результати випробувань фосфогіпсового в'язучого, отриманого автоклавним способом, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Гідрат-на вода, %	Залишок на ситі № 02, %	В/Г	Строки тужавлення, хв.		Границя міцності зразків у віці 2 год., МПа		Марка в'язучого згідно з ДСТУ Б В 2.7-4-93
			початок	кінець	при стиску	при вигині	
7,72	0	0,68	6	10	6,32	3,32	ГВФ-6
6,84	0	0,61	6	14	8,77	4,02	ГВФ-8
6,33	0	0,79	6	11	5,07	2,91	ГВФ-5
6,30	0	0,55	15	22	8,78	4,03	ГВФ-8
8,05	0	0,60	8	14	6,24	2,95	ГВФ-6

Отримані позитивні результати досліджень фосфогіпсу дозволяють рекомендувати використовувати фосфогіпсове в'язуче у будівельній галузі поряд з гіпсовими в'язучими із природної сировини.

Дослідженнями підтверджена можливість використання фосфогіпсу для виготовлення штучного фосфогіпсового каменю для використання його у виробництві цементу замість природного гіпсу та виробництва фосфогіпсового в'язучого α -модифікації та β -модифікації та виробництва на його основі різних видів будівельних виробів – блоків, панелей для перегородок, декоративних елементів, сухих будівельних сумішей різного призначення тощо;

З фосфогіпсового в'язучого з використанням пластифікаторів, модифікаторів, піноутворювачів і наповнювачів виготовляють сухі будівельні суміші, стінові матеріали – будівельні блоки, плити, декоративно-оздоблювальні вироби тощо, для виробництва яких непотрібні значні витрати енергії. Виробництво будівельних матеріалів з використанням фосфогіпсового в'язучого – поточне виробництво з високим рівнем механізації і автоматизації, відсутністю відходів і виділення шкідливих речовин, може бути організовано в районах поблизу накопиченої сировини.

На фосфогіпсові сировину та матеріали з фосфогіпсу в ДП «НДІБМВ» розроблено та впроваджено державні стандарти України:

ДСТУ Б В.2.7-1-93 „Будівельні матеріали. Фосфогіпс рядовий. Технічні умови”;

ДСТУ Б В.2.7-2-93 „Будівельні матеріали. Фосфогіпс кондиційний для виробництва гіпсового в'язучого і штучного гіпсового каменя. Технічні умови”;

ДСТУ Б В.2.7-3-93 „Будівельні матеріали. Камінь гіпсовий штучний з фосфогіпсу. Технічні умови”;

ДСТУ Б В.2.7-4-93 „Будівельні матеріали. В'язуче гіпсове з фосфогіпсу. Технічні умови”.

Ці державні стандарти для оцінки фосфогіпсу, як вторинної сировини мають уніфікований характер, включають багатобічну оцінку техногенних матеріалів та передбачають їх комплексне використання для отримання в'язучих речовин, визначення умов реалізації корисних властивостей техногенної сировини як потенційної сировинної бази для виробництва в'язучих речовин.

Використання сировини з відвалів фосфогіпсу важливе не тільки з точки зору отримання будівельного гіпсу та виробництва цементу. Паралельно розв'язуються дуже важливі проблеми екологічного і соціального характеру. При використанні відвального фосфогіпсу також можуть бути скорочені капітальні і експлуатаційні витрати на його зберігання у відвалах, зменшено обсяги відчуження родючих сільськогосподарських земель, покращено екологічну обстановку в регіоні. Крім того, організація виробництва будівельних матеріалів на основі фосфогіпсів дозволяє

вирішити також ряд соціальних питань - підвищити рівень зайнятості, понизити рівень безробіття.

Десульфогіпс - гіпсовміщуючий відхід процесу очищення димових газів від діоксиду сірки вапняним або вапняковим способом. Десульфогіпс містить в твердій фазі більше 90% дигідрату сульфату кальцію і може бути сировиною для виробництва гіпсових в'язучих і штучного гіпсового каменя. У зв'язку з цим неприйняття заходів по утилізації десульфогіпсу можна чекати накопичення його в мільйонах тонн та повторення історії з фосфогіпсом.

Виробництво гіпсових в'язучих марок Г-5 – Г-8 з десульфогіпсу, який утворюється при газоочистці, можливе на типовому устаткуванні або на спеціально розроблених лініях і використовується для виробництва будівельних виробів та сухих будівельних сумішей.

Значне місце в країнах центральної Європи, насамперед у Німеччині, Чехії, Польщі, має використання десульфогіпсу – продукту утилізації сірчаного газу з викидів електростанцій у виробництві гіпсових в'язучих (так званий синтетичний гіпс) та виробів з нього – сухих будівельних сумішей, гіпсокартон, стінові вироби тощо.

Цитрогіпс. Значно менші накопичені об'єми цитрогіпсу - відходів виробництва лимонної кислоти, що є супутнім продуктом переробки на цукрових заводах. Цей техногенний продукт з відвалів Орехівського та Смілянського цукрових заводів було також досліджено та на підставі проведених досліджень цитрогіпсу були розроблено вихідні дані для проектування виробництва гіпсових в'язучих та будівельних матеріалів.

Однак, при наявних значних об'ємах накопичених відходів використання та рівень їх використання невисокий, що багато в чому обумовлено недостатнім вивченням властивостей більшості промислових відходів. Серйозні перешкоди виникають через відсутність комплексного підходу до оцінки техногенної сировини. На об'єми використання відходів впливає попит споживачів на ту або іншу продукцію, виготовлену з відходів, наявність енергетичних та трудових ресурсів, фізико-хімічні властивості відходів, їх транспортабельність, токсичність, відстань перевезень, потреба в спеціалізованому транспорті, технологічність.

Низький рівень використання більшості промислових відходів багато в чому обумовлений недостатньою увагою з боку державних органів влади до використання відходів. Адже на сьогодні накопичення різноманітних відходів стає значною соціальною проблемою. З досвіду розвинених країн відомо, що при допомозі держави, що надає значні пільги для впровадження виробництва з використанням техногенної сировини. Крім пільгового оподаткування, ці підприємства мають також пільги на кредити для інвестицій у виробництво, на природоохоронну діяльність тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гордашевский П.Ф., Долгарев А.В. Производство гипсовых вяжущих материалов из гипсосодержащих отходов. - М: Стройиздат, 1987, 105 с.
2. Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А. и др. Фосфогипс и его использование. - М: Химия, 1990, 224 с.
3. Мирюк О.А., Ахметов И.С. Вяжущие вещества из техногенного сырья. Рудный: РИИ, 2002. 250 с.