

УДК 661.632

**Т. М. Василінич; Г. Д. Петрук, к. т. н., доц.;**  
**Г. В. Сакалова, к. т. н., доц.**

## **ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ФОСФАТНИХ РУД**

*Розраховано економічний ефект та величину відведеного екологічного збитку внаслідок впровадження технології переробки фосфатної сировини гідросульфатним методом*

### **Вступ**

Сучасні тенденції розвитку промисловості передбачають безумовно повне використання всіх реагентів та утилізацію побічних продуктів та відходів, які можуть утворюватись в будь-якому технологічному процесі. В хімічній промисловості переробляються практично тільки високоякісні фосфатні руди та їх концентрати зі строго регламентованим хіміко-мінералогічним складом. Запаси таких руд в Україні обмежені. Відкриті родовища фосфоритів в Рівненській, Волинській, Тернопільській та в інших областях України за вмістом  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$  та оксидів інших елементів відносяться до забалансових і не можуть перероблятися традиційними електротермічним та екстракційним методами. Концентрати таких фосфоритів рекомендовано використовувати для виготовлення фосборозна [1]. В Україні є значні (більше 11 млрд. т у перерахунку на  $K_2O$ ) поклади калійної полімінеральної сировини в західному регіоні, які мають обмежене застосування у виробництві товарів побутової хімії. У зв'язку з цим, все більшого значення набуває проблема залучення у сферу виробництва добрив нетрадиційних джерел сировини.

В результаті пошуку ефективних і економічно доцільних шляхів переробки фосфатних руд України автори дійшли висновку, що перспективним методом може бути їх обробка з сульфатами та гідросульфатами лужних металів. Відходи сульфату натрію нагромаджуються в процесах очищення нафти, та нафтових фракцій, переробки полімінеральних калійних руд Прикарпаття (галіто-лангбейнітові залишки). Прикарпатські калійні руди є полімінеральними, містять більше 20 видів хлоридних, хлоридно-сульфатних і сульфатних мінералів калію, натрію, магнію і кальцію. Крім того, в них містяться рідкісні і малокларкові елементи, збагачуючи якими можна отримувати мінеральні добрива зі вмістом мікроелементів згідно з вимогами споживача. Сучасна галургійна технологія переробки калійних полімінеральних руд характеризується низьким ступенем вилучення  $K_2O$ , сульфатної сірки та магнію. До 50 %  $K_2O$  та 45 %  $SO_4^{2-}$  вихідної руди у вигляді нерозчинного залишку направляється на хвостосховище, зумовлюючи екологічну небезпеку для Прикарпаття і значні матеріальні втрати для калійної галузі виробництва. Тому технологія переробки калійних руд повинна бути комплексною. Це дозволить отримувати різноманітні добрива та інші цінні для народного господарства продукти. На основі цієї продукції та переробки твердих і рідких відходів можна отримувати складні РК, NPK і NPKMg добрива із широким спектром співвідношення корисних компонентів (N:P:K), а також окису магнію для металургійної, гумотехнічної промисловості та виробництва товарів побутової хімії.

Отже, пошуки нових, ефективніших та економічно доцільних шляхів переробки вітчизняних фосфатних руд, які б враховували їх мінералогічні та технологічні особливості є надзвичайно актуальною проблемою, вирішення якої має велике народногосподарське значення.

### **Матеріали та методи. Результати та їх обговорення**

*Мета цієї роботи* полягає в дослідженні використання кислих солей лужних металів при розкладі фосфатної сировини. Економічно є невигідним сірку сульфатних солей переводити в елементарну, щоб отримувати сульфатну кислоту для мінеральних добрив.

Згідно зі запропонованою технологією важкорозчинні мінерали досить легко можуть розкладатись в розчинах сульфатної кислоти з виділенням кислих солей лужних металів. Гідросульфати лужних металів також отримують як побічний продукт у виробництві сульфатної кислоти. Запропонований метод отримання складних мінеральних добрив дає можливість розширити сировинну базу за рахунок використання забалансових фосфатних руд і зменшити витрати сульфатної кислоти за рахунок використання сульфатного іону природних солей [2]. Отримуються складні комплексні мінеральні добрива, які можуть застосовуватись на будь-яких ґрунтах без обмеження типів сільськогосподарських культур.

Впровадження нової технології відбувалось на ВО «Хімпром» (м. Вінниця). Кількість техно-логічних партій – 6, розмір кожної з них складав 1000 кг готової продукції. Розклад  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  для отримання простого суперфосфату проводився з додавкою розчинів 70 % сульфатної кислоти. Для досягнення цього технічного результату технологія виробництва передбачала такі послідовні процеси і операції: сульфатну кислоту перед подачею в камеру змішують з сульфатами або гідросульфатами лужних металів в мольному співвідношенні іонів  $[\text{SO}_4^{2-}] : [\text{Me}^+] = 1:0,3 \div 1$  [3]. Фосфатну сировину і сульфатнокислотний розчин попередньо нагрівали до температури 100...130 °С. Суміш витримували в камері при температурі 100...110 °С протягом 60 хв. Після дозрівання на стадії грануляції нейтралізували вільну кислотність та кислі солі добрива аміаком або карбамідом. Часткова заміна розчину сульфатної кислоти на гідросульфат калію у співвідношенні  $[\text{SO}_4^{2-}] : [\text{Me}^+] = 1:0,3 \div 1$  забезпечує повноту розкладу  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  в фосфатній сировині.

Технологічним регламентом передбачено температурний режим  $105 \pm 10$  °С, експериментально ж визначено найоптимальнішу температуру для проведення процесу, –  $130 \pm 10$  °С. При температурах нижче 100 °С зменшується розчинність сульфатів лужних металів в розчинах  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , що знижує ступінь перетворення трикальційфосфату. Зі збільшенням температури вище 140 °С спостерігається зменшення розчинності  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Очікуваний економічний ефект розраховували на основі даних, наведених у таблиці 1.

Таблиця 1

#### Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту

№п/п	Показники	Нова технологія	Типова технологія
1	Вартість готової продукції, грн/т	610	610
2	Розмір технологічної партії, т	1	1
2	Кількість використаних відходів, кг	1000	-
3	Кількість $\text{KHSO}_4$ , кг	401,01	-
4	Кількість $\text{H}_2\text{SO}_4$ , кг	272,7	598
5	Вартість $\text{H}_2\text{SO}_4$ , грн/кг	0,33	0,33
6	Витрати фосфориту, кг	631	631
7	Вартість 1 т фосфориту, грн	150	200
8	Витрати теплоти на підігрів суміші $\text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ , $10^3$ ккал	14,786	12,189
9	Вартість теплоти, грн/ $10^3$ ккал	0,0081	0,0081

В результаті впровадження нової технології переробки фосфатної сировини гідросульфатним методом очікується:

- економія сировини за рахунок використання більш дешевого фосфориту;
- економія хімматеріалів за рахунок заміни частини сульфатної кислоти на  $\text{KHSO}_4$ , що міститься у відходах;
- зменшення додаткових теплових витрат.

Розрахунок економії за окремими статтями подано в таблиці 2. Економічний ефект виражаємо у загальній економії за статтями, в яких передбачені зміни до відомої наявної технології [4]:

$$E = E_{\text{сировина}} + E_{\text{хімматеріали}} + E_{\text{теплота}};$$

$$E = 31,55 + 107,35 - 0,02 = 138,88 \text{ грн/т.}$$

Економічний ефект на річний обсяг продукції (1000 т) складатиме

$$E_{\text{ф}} = 138,88 \cdot 1000 = 138880 \text{ грн.}$$

Таблиця 2

## Розрахунок економії на 1 т готової продукції

Матеріальний ресурс	Ціна ресурсу без ПДВ, грн		Витрати, грн		Результат від впровадження, тис. грн
	До впровадження	Після впровадження	До впровадження	Після впровадження	
Витрата сировини, кг	200	150	631	631	-31,55
Витрати сульфатної кислоти, кг	330	330	598	272,7	-107,35
Витрати теплоти, 10 <sup>3</sup> ккал	8,1	8,1	12,189	14,786	+0,02

Примітки: «-» – втрати; «+» – економія.

Відведений екологічний збиток очікується внаслідок використання відходів гірничодобувної промисловості у технології гідросульфатної переробки фосфатної сировини (табл. 3) [5].

Таблиця 3

## Вихідні дані для розрахунку величини відведеного екологічного збитку

Ступінь небезпечності відходів	Кількість відходів, що підлягає переробці, кг	Клас токсичності	Базовий норматив, грн/кг
Нетоксичні відходи гірничодобувної промисловості	1000	IV	0,02

Сума платежів за розміщення відходів у навколишньому природному середовищі становить 26500 грн.

## Висновки

На основі теоретичних розрахунків, експериментальних досліджень і результатів впровадження можна зробити висновок, що ефективним і економічно доцільним методом переробки фосфатних руд може бути їх розкладання природними сульфатами.

Очікуваний річний економічний ефект від впровадження технології складе 138880 грн переважно за рахунок зменшення витрат на сировину та економії хімічних матеріалів. Очікуване вивільнення коштів за рахунок зменшення платежів внаслідок розміщення відходів у навколишньому середовищі буде становити 26,5 грн на тону продукції, або 26500 грн в перерахунку на річний випуск продукції.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бардась В. А. Освоєння українських родовищ фосфоритів / В. А. Бардась // Хімічна промисловість України. — 1998. — № 1. — С. 5—7.
2. Пат. 25568А України, МПК 6 С 05D1/04. Спосіб переробки калій, натрій, магній, кальцієвих важкорозчинних сульфатних мінералів / Д. І. Крикливий, М. В. Левченко, Б. І. Крикливий. — № 97041858; Заявл. 18.05.1996; Опубл. 25.12.1998. — Бюл. №.6.
3. Пат. України, МПК 6 С 05сВ1/00, С 05 D1/00. Спосіб отримання концентрованих фосфоровмісних мінеральних добрив // Д. І. Крикливий, Т. М. Василінич. — Опубл. 15.02.01, Бюл. № 1.
4. Стражев В. И. Анализ хозяйственной деятельности в промышленности / [Стражев В. И. и др.]. — Минск: Высшая школа, 1999. — 398 с.
5. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства / Згідно наказу Міністерства навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України 27.10.97 р., № 171.

Рекомендована кафедрою екології та екологічної безпеки

Надійшла до редакції 22.06.08  
Рекомендована до друку 18.08.08

**Василінич Тамара Миколаївна** — старший викладач, **Петрук Галина Дмитрівна** — доцент, **Сакалова Галина Володимирівна** — доцент.

Кафедра хімії, Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського