тивних документів на регенерацію, на основі контрактів продають підприємствам-переробникам. Інші доцільно скеровувати на спалювання в організації, які впроваджують технології використання нетрадиційних джерел енергії для створення нових видів палива (ТЕЦ, цементні, цегляні заводи та інші підприємства будівельної індустрії) [1].

**Висновки.** Отже, на нашу думку, уникнення екологічної небезпеки від забруднення навколишнього природного середовища ВО можливе лише за умови впровадження перечислених вище заходів та контролю відповідних державних органів за їх виконанням.

1 *Кульшенко С.В. Проблемы создания в Украине отрасли отработанных нефтепродуктов // 1-й Междунар. конф. "Сотрудничество для решения проблемы отходов", 5–6 февраля 2004 г. в Харькове при поддержке Посольства Канады в Украине. 2. Виговська Г.П., Міщенко В.С. Нормативно-правове врегулювання рециклінгу матеріалів/http://www.tcologylife.ru/utilizatsiya-2001/normativno-pravove-vregulyuvannya.html. 3. Чайка О.Г., Чайка Ю.А. Порівняльний аналіз методів очищення відпрацьованих олив на Україні та за її межами // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка.* – 2009. – № 345: *Хімія , технологія речовин та їх застосування.*

**УДК 661.632**

**Г.В. Сакалова, Т.М. Василінич, Г.Д. Петрук**
Вінницький державний педагогічний університет

# ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІТЧИЗНЯНОЇ ФОСФАТНОЇ СИРОВИНИ

*© Сакалова Г.В., Василінич Т.М., Петрук Г.Д., 2010*

**На основі розрахованого економічного ефекту та величини відведеного екологічного збитку визначено коефіцієнт економіко-екологічного значення розроблення, внаслідок впровадження технології перероблення фосфатної сировини гідросульфатним методом.**

**On the basis of calculated economic effect and the size of prevented ecological loss was determined the economic-ecological coefficient of the introduction the processing technology of the phosphate raw material with the help of hydrosulphate method.**

**Вступ.** Ефективність впровадження маловідходних технологій та технологій перероблення відходів оцінюється насамперед критеріями ефективності суспільного виробництва, оцінюванням екологічних та соціальних результатів. При цьому технічні аспекти впровадження не розглядаються взагалі, або ж відокремлено від вищевказаних показників. Порівняльно оцінюючи технології, цікаво було б розглянути всі фактори, узагальнені в одному показнику. Питання всебічного оцінювання і аналізу економічного та екологічного результатів впровадження нових технологій залишається актуальним.

Запропоновано комплексний підхід до оцінювання ефективності заходів НТ, де враховано основні показники економічної ефективності науково-дослідних робіт, технічну складність впровадження у виробництво та позитивні екологічні наслідки від впровадження.

**Матеріали та методи. Результати та їх обговорення.** Крім відомих методик розрахунку економічної та екологічної ефективності від впровадження заходів НТП, можливо використовувати методику, проект якої запропонований.

Коли відсутній аналог, роботу вважають науково-дослідницького характеру [1], оцінювати доцільність впровадження технології у виробництво можливо за коефіцієнтом

$$K_{еез} = \frac{I^n \cdot K_e \cdot E}{З \cdot K_{сл}}, \qquad (1)$$



Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

де І – важливість розроблення для народного господарства. Цей показник визначається сумою індексів (табл. 1); n – показник використання результатів НДР можна приймати: n=0 – результати роботи не використовують на реально діючому підприємстві; n=1 – часткове впровадження результатів роботи; n=2 – результат роботи використовують на виробництві; n=3 –результати роботи використовують на виробництві, без попередньої технічної апробації роботи; $К_е$ – коефіцієнт прогнозованого екологічного ефекту (табл. 2); Е – сумарна економічна ефективність від впровадження, що враховує економію від зниження собівартості продукції, та відведений екологічний збиток; З – приведені витрати, обчислені за формулою

$$З = С+Е_н \cdot К,$$

де С – витрати , не враховані у розрахунку економії за статтями калькуляції (наприклад, додаткові витрати на управління); К – капітальні затрати, що необхідні для реалізації запропонованих заходів; $Е_н$ – нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності витрат ($Е_н$=0,12~0,15); $К_{сл}$ – коефіцієнт складності впровадження технічного завдання. Показник визначається порівнянням отриманих результатів з граничними характеристиками, або параметрами відомих аналогічних чи подібних зразків (табл. 3).

*Таблиця 1*

**Критерії та їх бальні оцінки**
**для визначення науково-технічного, екологічного та економічного рівнів НДР**

| Критерії | Шкала критеріїв | Індекс оцінки |
|---|---|---|
| Відрізок часу, необхідний для впровадження НДР | 2 роки і менше | +2 |
| | 3 роки | +1 |
| | 4 роки | 0 |
| | 5-6 років | -1 |
| | 7 років і більше | -2 |
| Технічні показники результатів розробки | Вище рівня світових зразків | +2 |
| | На рівні кращих світових зразків | 0 |
| | Нижче рівня кращих світових зразків | -2 |
| Можливі екологічні наслідки | Покращення екологічної ситуації | +2 |
| | Зменшення екологічного навантаження | +1 |
| | Наслідки не прогнозуються | 0 |
| Можливі результати оцінки | | |
| Позитивна (+) | Розробка дуже перспективна | |
| Задовільна (0) | Розробка перспективна | |
| Негативна (-) | Розробка неперспективна | |

*Таблиця 2*

**Коефіцієнт позитивного екологічного ефекту**

| № з/п | Позитивний ефект | Значення |
|---|---|---|
| 1 | Поліпшення другорядних характеристик, які не є визначальними для конкретної продукції (технологічного процесу) | 1,0 |
| 2 | Поліпшення характеристик виробництва (продукції) загального порядку, технологічні схеми переробки відходів даного виробництва | 1,5 |
| 3 | Поліпшення характеристик, визначальних для виробництва (продукції), запровадження переробки відходів в основному виробництві | 2,0 |
| 4 | Отримання нової екологічно безпечної продукції, досягнення якісно нових екологічних характеристик технологічного процесу | 3,0 |
| 7 | Екологічні показники високого рівня, вперше досягнуті в народному господарстві | 4,0 |

Конкретні значення І, $К_{сл}$, $К_е$ обґрунтовують на підставі експертних даних.

Розрахуємо коефіцієнт економіко-екологічного значення розробки для технології з одержання складних мінеральних добрив з вітчизняної фосфатної сировини при частковій заміні сульфатної кислоти сульфатами та гідросульфатами лужних металів [2].

Розклад $Ca_3(PO_4)_2$ для одержання простого суперфосфату проводився з добавкою розчинів 70 % сульфатної кислоти. Для досягнення цього технічного результату технологія виробництва перед-



Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

бачала такі послідовні процеси і операції: сульфатну кислоту перед подаванням в камеру змішують з сульфатами або гідросульфатами лужних металів в мольному співвідношенні іонів $SO_4^{-2}$ : $Me^+$ =1:0,3÷1 [2]. Фосфатну сировину і сульфатнокислотний розчин попередньо нагрівають до температури 1000150130 °С. Суміш витримують в камері при температурі 100–110 °С протягом 60 хв. Після дозрівання на стадії грануляції нейтралізують вільну кислотність та кислі солі добрива аміаком або карбамідом. Часткова заміна розчину сульфатної кислоти на гідросульфат калію у співвідношенні $SO_4^{-2}$ : $Me^+$ =1:0,3÷:1 забезпечує повноту розкладу $Ca_3(PO_4)_2$ в фосфатній сировині.

*Таблиця 3*

**Коефіцієнт складності виконаного технічного завдання**

| № з/п | Складність вирішеного технічного завдання | Значення |
|---|---|---|
| 1 | Зміна одного параметра, однієї операції процесу, одного інгредієнту рецептури | 1,0 |
| 2 | Зміна двох, або ж більше неосновних параметрів нескладних процесів, зміна двох або ж більше неосновних операцій технологічного процесу, зміна двох, або ж більше неосновних інгредієнтів рецептури | 1,5 |
| 3 | Конструкція основного вузла, механізму, частина (неосновних) процесів, частина (неосновна) рецептури | 2,0 |
| 4 | Основні процеси технології, частина основної рецептури | 2,5 |
| 5 | Конструкція приладу машини, споруди, технологічний процес, рецептура | 3,5 |
| 6 | Конструкція машини, верстату із складною кінематикою, апаратурою контролю, конструкція силових машин, двигунів, комплексні технологічні процеси, рецептури | 4,5 |
| 7 | Конструкція машини, споруди із складною системою контролю, що складаються з обладнання нових видів, системи управління і регулювання, складні комплексні технологічні процеси, рецептура особливої складності | 5,5 |

Технологічним регламентом передбачено температурний режим (105±10) °С, експериментально ж визначено температуру, як найоптимальнішу для проведення процесу (130±10) °С. При температурах нижче 100 °С зменшується розчинність сульфатів лужних металів в розчинах $H_2SO_4$, що знижує ступінь перетворення трикальційфосфату. Із збільшенням температури вище 140 °С спостерігається зменшення розчинності $P_2O_5$.

Для цієї технології було розраховано очікуваний економічний ефект та очікуване вивільнення коштів за рахунок зменшення платежів внаслідок розміщення відходів у навколишньому середовищі. У додаткових затратах на впровадження врахували вартість додаткового обладнання (42000 грн.) та витрати на встановлення обладнання:

$$З = 1000 + (42000*0,12) = 5505 \text{ (грн.)}.$$

Згідно з результатами впровадження:

$$Е = 108326 + 19080 = 127406 \text{ грн.}$$

При $К_{еез}$>1 ефект від впровадження вважають задовільним. При $К_{еез}$>10, роботу можна вважати ефективною, з високим технічним, економічним і екологічним рівнями.

Згідно з виконаними розрахунками

$$K_{еез} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 127406}{5505 \cdot 3,5} = 13,22 \qquad (2)$$

Тому запропонована технологічна схема має більшу ефективність порівняно з існуючими методами виробництва фосфоровмісних мінеральних добрив, дозволяє використати відходи галургійного виробництва, покращити фінансовий стан та екологічну ситуацію фосфорного виробництва. Собівартість таких добрив знижується за рахунок зменшення витрат сульфатної кислоти і меншої ціни на фосфатну сировину. Капітальні витрати на здійснення процесів аналогічні як і у виробництві суперфосфатів, оскільки технологічні схеми ідентичні.

При проведенні теоретичного обґрунтування НДР, без врахування результатів впровадження, приблизну економіко-екологічну ефективність можливо оцінити, використовуючи нормативні значення таких коефіцієнтів[1]:

$К_е$ – коефіцієнт очікуваного екологічного ефекту;



Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

$К_о$ – коефіцієнт обсягу використання результатів НДР (табл. 4);
$К_{сл}$ – коефіцієнт складності впровадження технічного завдання;
$К_в$ – коефіцієнт існуючих відмінностей (табл. 5).

*Таблиця 4*

**Коефіцієнт обсягу використання результатів**

| № з/п | Очікуємий обсяг виробництва | Значення |
|---|---|---|
| 1 | Використання на одному підприємстві в одиничному виробництві | 1,0 |
| 2 | Використання на декількох виробництвах, або на одному підприємстві у дрібносерійних виробництвах | 1,5 |
| 3 | Використання на одному підприємстві у серійному виробництві, або на декількох підприємствах у дрібносерійному виробництві | 2,0 |
| 4 | Використання у серійному виробництві:<br>На декількох підприємствах (2-10)<br>На багатьох підприємствах | <br>6,0<br>7,0 |

*Таблиця 5*

**Коефіцієнт існуючих відмінностей**

| № з/п | Відмінності | Значення |
|---|---|---|
| 1 | Дослідження, в яких використовують відомі засоби, процеси | 1,0 |
| 2 | Дослідження, де використовують в новій сукупності відомі технічні рішення, що створюють новий позитивний ефект | 1,25 |
| 3 | Дослідження, де є нові рішення<br>За меншістю основних ознак<br>За половиною<br>За більшістю | <br>1,5<br>2,0<br>2,5 |
| 4 | Дослідження з сукупністю суттєвих відмінностей, що не мають прототипу | 3,0 |

Для визначення ступеня ефективності здійснюваної НДР, необхідно, щоб добуток цих коефіцієнтів дорівнював або ж був більший ніж 4.

Згідно з нашим прикладом добуток коефіцієнтів $К_{заг.}$ дорівнює

$$К_{заг} = 1 \cdot 2 \cdot 3{,}5 \cdot 1{,}25 = 8{,}75$$

Отже, дослідження можна вважати ефективним за комплексними технічними, економічними та екологічними критеріями.

**Висновки.** На основі теоретичних розрахунків, експериментальних досліджень і результатів впровадження можна зробити висновок, що ефективним і економічно доцільним методом перероблення фосфатних руд може бути їх розкладання природними сульфатами. Запропонована технологічна схема має більшу ефективність порівняно з існуючими методами виробництва фосфоровмісних мінеральних добрив, дає змогу використати відходи галургійного виробництва, покращити фінансовий стан та екологічну ситуацію фосфорного виробництва.

*Методичні рекомендації з комплексної оцінки ефективності заходів, спрямованих на прискорення НТП: Постанова ДК СРСР з науки і техніки і президії АН СРСР №60/52 від 03.03.88. – М., 1988. – 20 с. 2. Пат. України, МПК 6 С 05cB1/00, С 05 D1/00. Спосіб одержання концентрованих фосфоровмісних мінеральних добрив / Д.І. Крикливий, Т.М. Василінич. – Опубл. 15.02.01, Бюл. № 1. 3. Стражев В.И. и.др. Анализ хозяйственной деятельности в промышленности. – Минск: Вышэйш. шк., 1999. – 398 с. 4. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства / Згідно з наказом Міністерства навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України 27.10.97 р, № 171.*



Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua