

**Худоярова О.С.**

старший викладач кафедри хімії та методики навчання хімії

Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського

## **СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ФОСФОРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

*Проведены термодинамические и экспериментальные исследования восстановления сульфатов щелочных металлов летучими соединениями фосфора. Восстановление сульфатов элементарным фосфором и его летучими соединениями эффективно происходит в интервале температур 450-600°C с большим экзоэффектом и образованием в газовой фазе сульфидов фосфора и в твердой фазе - фосфатов щелочных металлов.*

*The process of reducing alkali metal sulfates by evaporable compounds of phosphorus has investigated by experimental and thermodynamic way. The reducing of sulfate by elemental phosphorus and its evaporable compounds effectively takes place with temperature interval 450-600°C with large exoeffect and forming phosphates alkali metal in solid phase and sulfides of phosphorus in gaseous phase.*

Самими багатотоннажними відходами хімічного промислового комплексу є відходи виробництва фосфору, фосфорної кислоти і фосфорних добрив.

Уловлювання та утилізація газоподібних відходів - найважливіша проблема у виробництві фосфору.

Газоподібні викиди фосфорного виробництва містять такі шкідливі компоненти, як фосфін, фосфор, пентаоксид фосфору, фтор та його сполуки, миш'як, сірку та її сполуки.

Відомо, що існуючі способи газоочищення на фосфорних підприємствах не забезпечують зниження шкідливих викидів нижче гранично допустимої концентрації.

Відомий спосіб знешкодження летких сполук фосфору шляхом спалювання газових продуктів на факелах з утворенням фосфорного ангідриду та карбон діоксиду [1].

Недоліками відомого способу є втрати фосфору та енергоємності газових продуктів фосфорних печей, забруднення навколишнього середовища продуктами горіння газозфазних відходів.

Відомий також спосіб вловлювання фосфору із доменних газів з вмістом його в невеликих концентраціях шляхом пропускання газів з невеликою швидкістю через серію конденсаторів які зрошуються водою, в яких поступово знижується температурний режим водного зрошення – в першому конденсаторі температура зменшується від 100 до 40°C, в другому температуру понижають від 40 до 18°C і в третьому конденсаторі – температуру газових продуктів понижають від 18 до 0°C [3].

Недоліками відомого способу є складність технології очистки, наявність складного обладнання – серії конденсаторів, неможливість

поглинути легкі сполуки фосфору – наприклад  $\text{PH}_3$ ,  $\text{P}_2\text{H}_4$  і інші.

Найближчим за технічною суттю способом, що пропонується, є спосіб поглинання домішок фосфору і летких фосфоровмісних сполук водним розчином підкисленим від 0,1 до 1,0 нормальної концентрації [4].

Недоліками відомого способу є складність технології, втрати фосфоровмісних газів, які відрізняються від елементного фосфору і не поглинаються кислотним адсорбентом.

Була поставлена мета створення способу, в якому за рахунок окислення домішок фосфору та летких фосфоровмісних продуктів сульфатними солями лужних та лужноземельних металів при температурі 450-600°C досягається практично повне поглинання домішок фосфору та летких фосфоровмісних продуктів з любым ступенем окислення фосфору (фосфіну, дифосфіну чи інших).

Нами проведено дослідження з утилізації елементного фосфору і його летких сполук шляхом взаємодії їх із сульфатами лужних металів. Як було показано Крикливим Д.І. [2], відновна активність фосфору при 1100 К перевершує активності метану, вуглецю, водню й оксиду вуглецю.

Враховуючи це, відновні властивості фосфору, що міститься в газових відходах, можна використовувати для одержання фосфорних солей, мінеральних добрив і сульфідів фосфору.

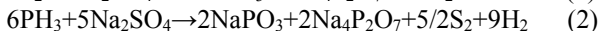
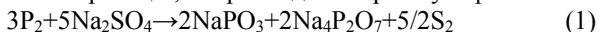
Крім цього, утилізуючи фосфор і його легкі сполуки з газових відходів електротермії можна зменшити їх вибухонебезпечність і використовувати в якості вторинних відновників або як енергетичний газ.

Ми досліджували відновну активність фосфору й фосфіну, використовуючи в якості окиснювачів сульфати лужних металів – натрію й калію.

Для оцінки можливого використання сульфатів лужних металів для утилізації фосфору і його летких сполук, нами проведений термодинамічний аналіз процесів.

Встановлено, що відновлення натрій сульфату елементним фосфором і його зв'язування в сульфіді інтенсивно проходить в інтервалі температур 450-600°C. Вказана температура забезпечує практично повне окислення фосфору та його летких сполук і зв'язування окислених продуктів в твердофазні сполуки.

Експериментальні дослідження проводились наступним чином. В реактор шахтного, карусельного, обертового чи іншого типу загрузають сульфат металу. Реактор із сульфатом нагрівають до температури 450-600°C і через реакційну зону пропускають газ, що вміщують домішки фосфору та його летких сполук. При проходженні газів через сульфат металу відбувається окислення домішок фосфору та його летких сполук згідно схем реакцій, наприклад із натрію сульфатом:



Ступінь очистки газів від  $P_2$ ,  $PH_3$ ,  $P_2H_4$  складає 99,99%. Вказана температура 450-600°C забезпечує практично повне окислення фосфору та його летких сполук та зв'язування окислених продуктів в твердофазні сполуки. Зниження температури нижче 450°C недоцільне із-за можливої конденсації фосфору, сірки та їх сполук в реакційній зоні. Підвищення температури вище 600°C небажане із-за можливого відновлення сульфатів металів карбон(II) оксидом, що міститься у відхідних газах фосфорних печей. За рахунок поглинання фосфору та його летких сполук сульфатними системами досягається практично повне поглинання фосфору та його летких сполук і газові продукти стають вибухостійкими. Їх самозаймання обмежується. Газофазні відходи фосфорних печей після їх очистки від фосфору, фосфіну, дифосфіну та інших летких сполук використовують як енергетичний газ або як відновник в інших технологіях.

Запропонований метод очистки газів від парів фосфору та його летких сполук дає можливість спростити технологію поглинання фосфоровмісних летких домішок і перевести газові продукти фосфорних печей в режим зменшення їх вибухонебезпеки, що відкриває можливість використання відхідних газів як енергетичного газу або вторинного відновника, дає можливість 100%-но провести поглинання фосфору та його летких сполук із газофазних продуктів.

#### Список використаних джерел

1. Ершов В.А. Механизм и кинетика восстановления фосфата кальция в производственной печи. В кн. Электротермическая переработка фосфоритов Каратау.– Л.:ЛенНИИГипрохим, 1972, Вып. 5. – С. 51-72.
2. Крикливый Д.И. Новые технические решения в производстве фосфора при восстановлении фосфатного сырья природным газом: дисс. ... доктора тех. наук: 05.17.01/Крикливый Дмитрий Изотович. – Х., 1993. – 317с.
3. Патент США №2029663, кл. 23-223, 1936.
4. Патент США 2050796, кл. 23-223, 1936.

#### **Шарагов В. А.**

доктор хімічних наук, доцент

#### **Агакі М. І.**

#### **Олару І. М.**

кандидат технічних наук, доцент

Бельцький державний університет імені А. Руссо, Республіка Молдова

### **ВПЛИВ ЗМІННОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА МІКРОТВЕРДІСТЬ ТАРНОГО ЗНЕБАРВЛЕНОГО СКЛА**

*Исследовано влияние переменного магнитного поля на микротвердость тарного обесцвеченного стекла. Эксперименты по термомагнитной обработке*