

**В.С. БОРИСОВИЧ, И.С. БЕЛОГУР**, канд. техн. наук, асистент,  
**Ю.И. ВЕЦНЕР**, викладач-стажист, **А.С. САВЕНКОВ**, докт. техн. наук,  
професор

### **Вплив карбаміду на азотнокислотну витяжку в виробництві азотно-фосфорних добрив**

Перед Україною постала проблема з забезпеченням сільського господарства добривами на базі власної фосфатної сировини. В Україні існують родовища фосфатної сировини (Стремигородське, Новополтавське та Ново-Амвросіївське), але вони низької якості, вміст  $P_2O_5$  приблизно становить 5–8 %. Дослідження фосфат глауконітового концентрату Ново-Амвросієвського родовища з застосуванням різних методів виявлено наступний мінералогічний склад сировини (% мас.): фосфорит 3,0–5,0; апатит 27,0–29,0; кальцит 21,0–23,0; магнезит 0,5–0,9; глауконіт 13,0–15,0; лімоніт 0,4–0,6; кварц 26,0–28,0; польові шпати 2,9–2,1.

Розкладення початкової сировини проводили з допомогою нітратної кислоти. Утворюється азотно-кислотний розчин (АКР), наступного складу (% мас.):  $[HNO_3]$  – 4,5–5,0;  $[H_3PO_4]$  – 8,0–9,0;  $[Ca(NO_3)_2]$  – 37,5–40,0;  $[Mg(NO_3)_2]$  – 2,0–3,0;  $[(Fe,Al)(NO_3)_3]$  – 3,3–4,0;  $[(K,Na)NO_3]$  – 0,05–1,0, а також шлам 10–15 % у перерахунку на оксид  $[SiO_2]$  і в газову фазу виділяються  $CO_2$ ,  $HF$ ,  $NO_x$  – 3–5 %.

Для розробки подальшому технології отримання азотно-фосфорного добриво. Слід понизити вміст кальцію в азотно-кислотному розчині, в якому він присутній у вигляді нітрату кальцію, з метою подальшому підвищити засвоювані форми в готовому продукті.

Для цього необхідно вивести з азотнокислотного розчину від 40 до 70 %  $CaO$ . У перерахунку на  $Ca(NO_3)_2$  складає 16,3–28,5 % з 38–40 % в початковому розчині. Існує ряд різних методів, які виводять надлишок нітрат кальцію з АКР [1].

На кафедрі ХТНР, каталізу і екології були проведені експерименти по виділенню нітрату кальцію з початкового розчину АКР карбамідом.

Для досліджень використали бінарну систему, що складається з 3-х компонентів  $CO(NH_2)_2$ – $Ca(NO_3)_2$ – $H_2O$ .

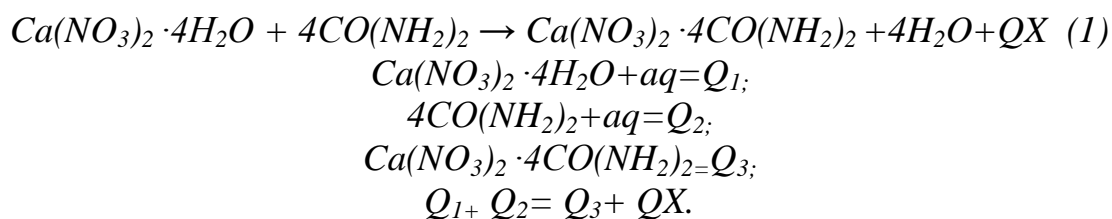
Методика дослідження системи  $Ca(NO_3)_2$  –  $HNO_3$  –  $CO(NH_2)_2$  –  $H_2O$  полягає у змішуванні при температурі при строго заданому співвідношенні, перемішуванні і охолодженні, вийшла суміші і виділення з неї кристалів нітрату карбаміду.

Методика дослідження системи  $CO(NH_2)_2$ – $Ca(NO_3)_2$ – $H_2O$  полягає у змішанні початкових компонентів при температурі та строгому заданому співвідношенні, перемішуванні і охолодженні. З отриманої суміші відокремлюють кристали нітрату карбаміду.

Згідно з отриманими даними у бінарній системі  $CO(NH_2)_2-Ca(NO_3)_2-H_2O$  існують солі в рідкій фазі в двох видах при 25°C: якщо  $Ca(NO_3)_2$  – 18,19 мас. % і  $CO(NH_2)_2$  – 60,51 мас. % у твердій фазі утворюється  $CO(NH_2)_2+Ca(NO_3)_2\cdot 4CO(NH_2)_2$ ; якщо  $Ca(NO_3)_2$  – 60,18 мас.% і  $CO(NH_2)_2$  – 12,14 мас.% у твердій фазі утворюється  $Ca(NO_3)_2\cdot 4H_2O+Ca(NO_3)_2\cdot 4 CO(NH_2)_2$

Отримана сполука  $Ca(NO_3)_2\cdot 4CO(NH_2)_2$ , значно менш гігроскопічна, чим тетрагідрат нітрату кальцію. Тому він буде розглянутий, як варіант для збільшення якості азотнофосфорного добрива.

Для здійснення процесу отримання  $Ca(NO_3)_2\cdot 4CO(NH_2)_2$ , представляє інтерес визначення теплового ефекту реакції. Вона була розрахована із застосуванням закону Гесса по наступним рівнянням:



де  $Q_1$  і  $Q_2$  є відомими величинами і рівні відповідно (-30,29) кДж/моль та (- 58,04) кДж/моль. Величина  $Q_3$ , визначене по нахилу прямої в координатах  $Lq=1/T$ , рівно (-22,80) кДж/моль. Тепловий ефект реакції склав:

$$QX = Q_1 + Q_2 - Q_3 = -30,29 - 58,04 + 22,80 = -65,53 \text{ кДж/моль}$$

Проведені експерименти по встановленню фізико-хімічних показників  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4CO(NH_2)_2$ , які представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники $Ca(NO_3)_2 \cdot 4CO(NH_2)_2$	
Найменування	Значення
Щільність (при 20 °С), г/см <sup>3</sup>	1,66
Температура, °С: плавлення	152,5
розкладення	197–210
Гігроскопічна точка (при температурі 20 °С), %	139,3

Шляхом кристалізації з розчину може бути виділене сполуки  $Ca(NO_3)_2\cdot 4 CO(NH_2)_2$  або  $Ca(NO_3)_2\cdot CO(NH_2)_2\cdot 3H_2O$ . Можна припустити, що в розчинах є комплекси змінного складу [2]

#### Список літератури:

1. Гольдинов, А.Л. Комплексная азотнокислотная переработка фосфатного сырья. – Л.: Химия, 1982. - С. 218.
2. Кучерявый В.И. Синтез и применение карбамида. – Л.: Химия, 1970. - С. 448.