

Висновки. Дослідження показали, що зі збільшенням вологості щільність насипної маси знижується для всіх варіантів помелу та кількості пересипок. Однак при помелі 80% класу 2-4 мм зниження щільності менше, ніж для подрібнення 60% класу 2-4 мм: при вологості 11% щільність насипної маси більш крупного суперфосфату стає меншою від щільності насипної маси матеріалу, подрібненого більш тонкіше. Для суперфосфату вологістю 8,5-9,5% збільшення кількості пересипок на суху масу призводить до зниження насипної щільності. Тобто, кількість пересипок, яка забезпечує максимальне збільшення насипної щільності, залежить від вологості пересипок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сатин С.Н. Планирование эксперимента в химической технологии / Сатин С.Н. – Л.: Химия, 1985. – 48с.
2. Соколовский А.А. Краткий справочник по минеральным удобрениям / А.А.Соколовский, Т.П.Унаняц. – М.: Химия, 1977. – 375с.
3. Технология фосфорных и комплексных удобрений / [под ред. С.Д.Эвенчика, А.А.Бродского]. – М.: Химия, 1987. – 464с.

УДК 661.632

ЛАРИЧЕВА Л.П., к.т.н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

ТЕРМІЧНЕ РОЗКЛАДАННЯ ФОСФОРИТІВ. КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ

Вступ. Термічна обробка природних фосфоритів, а також спікання їх із солями лужних металів (содою, сумішшю сульфату натрію з вугіллям) або сплавлення їх із кварцитом, силікатами магнею, лужними алюмосилікатами веде до утворення термофосфатів, у яких P_2O_5 знаходиться у формах, що засвоюються рослинами. При термічній обробці фосфату, особливо у присутності добавок, що вказані вище, руйнується кристалічна решітка апатиту і утворюється трикальційфосфат $3CaO \cdot P_2O_5$ та інші сполуки, що можуть засвоюватися рослинами.

Лужне розкладання фосфоритів відрізняється простотою технологічного процесу і дозволяє обійтися без витрат кислот, необхідних при інших способах виробництва мінеральних добрив, а також дає можливість використання без передчасного збагачення низькоякісної сировини, яка містить значну кількість домішок, зокрема полуторних оксидів заліза та алюмінію.

Як і у будь-якому іншому процесі, у процесі термічного розкладання фосфоритів ключовим моментом стає контроль та керування технологічними параметрами, зокрема, температурою. Тому була запропонована схема управління температурою у муфельній печі, яка дозволяє контроль температури вести за допомогою електронної обчислювальної машини (ЕОМ), що значно покращує умови управління технологічним процесом розкладання фосфориту, процесом обробки та зберігання інформації.

Постановка задачі. Метою експерименту стало дослідження принципової можливості термічної переробки низькоякісних фосфоритів у мінеральні добрива, впливу температури на процес термічного розкладання фосфоритів, а також удосконалення системи контролю та керування температурою в муфельній печі.

Результати роботи. Дослідження термічної переробки фосфоритів у добрива. Дослідження проводилися на зразку телекської руди, що має хімічний та гранулометричний склад, наведений у табл.1.

Таблиця 1 – Хімічний та гранулометричний склад зразку фосфориту

Хімічний склад							
Компоненти	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂	SiO ₂
Вміст, % мас.	19,4	1,35	1,22	36,0	1,28	17,4	10,5
Гранулометричний склад							
Розмір часток, мм	+0,20	+0,16	+0,10	+0,074	+0,044	-0,044	Сума
Кількість у % від загальної кількості	2,8	1,3	1,6	4,3	9,1	80,9	100

Техніка виготовлення термофосфатів полягає у ретельному перемішуванні у порцеляновій ступці наважки фосфориту з відповідними добавками з наступним спіканням суміші у електричній муфельній печі. Отриманий продукт після охолодження розтирали у тонкий порошок і аналізували на вміст загального та лимоннорозчинного P₂O₅ фотокалориметричним методом по жовтому молібдено-ванадієвому комплексу [1].

Досліди проводили при температурі 900-1250⁰С. Перші пробні досліди були проведені при спіканні суміші з 50 частин (мас.) фосфориту з 50 частинами хімічно чистого Na₂SO₄ при температурі 1100⁰С впродовж однієї години.

Співвідношення між фосфоритом та лужними солями є одним з найважливіших питань у технології термофосфатів. Внаслідок невизначеного складу продукту реакції при спіканні фосфату з лужними солями неможливо точно написати рівняння реакції, а значить ускладнюється розрахунок стехіометричної кількості реагентів. Тому норму лужних солей встановлювали у кожному випадку дослідним шляхом.

Аналіз отриманого фосфату показав, що в умовах досліду коефіцієнт розкладання фосфориту не перевищував 19% при вмісті лимоннорозчинного P₂O₅ у продукті 3,1%. Підвищення або зниження норми сульфату натрію не призвело до помітного поліпшення показників процесу.

З метою інтенсифікації обмінної реакції між фосфатом і Na₂SO₄ були проведені дослідження із сплавлення фосфориту з сульфатом натрію у присутності деревинного вугілля, оскільки відомо [2], що у присутності відновників (вугілля, кокс, СО) сульфат натрію розкладається більш інтенсивно. Вміст вугілля у дослідах коливався від 10 до 30 частин (мас.) на 100 частин фосфориту. Однак, хоч добавка вугілля інтенсифікувала розкладання фосфориту, вміст P₂O₅, що засвоюється, у продукті не перевищував 8-9% при ступеню розкладання 50-51%.

Результати дослідження розкладання фосфориту при температурі 1100⁰С у присутності соди (Na₂CO₃, марка х.ч.) представлені на рис.1.

При температурі 1100-1250⁰С протікає реакція [2]:



Для того, щоб ця реакція протікала до кінця, потрібний надлишок соди. У такому випадку реакція протікає наступним чином:



тобто на 1 моль P₂O₅ потрібно 2 молі Na₂CO₃. Для телекського фосфориту норма Na₂CO₃, що розраховується за формулою (2), складає 28,8 частин на 100 частин фосфориту.

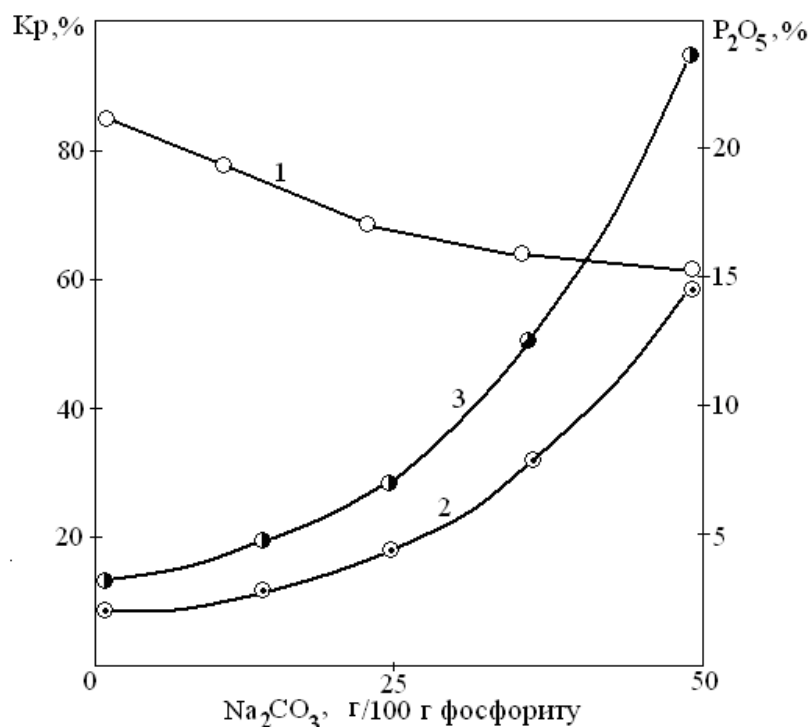


Рисунок 1 – Залежність вмісту P_2O_5 загального (1), P_2O_5 , що засвоюється (2) у продукті, коефіцієнту розкладення (Кр) (3) від норми Na_2CO_3

З рис.1 видно, що такої кількості соди недостатньо для повного розкладення фосфатної частини сировини. При збільшенні норми Na_2CO_3 до 50 г/100г фосфориту коефіцієнт розкладання досягає 95,3% при вмісті P_2O_5 , що засвоюється, у продукті 14,3%. Подальше збільшення норми соди не є доцільним внаслідок зниження загального вмісту P_2O_5 у термофосфаті.

Слід зазначити, що у всіх дослідах з Na_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{SO}_4+\text{C}$ та Na_2CO_3 при температурі 1100°C відбувалося повне розплавлення шихти. Низька температура плавлення вказаних сумішей пояснюється наявністю значної кількості домішок у фосфориті. Найбільший ефект зниження температури розплавлення фосфориту досягається у присутності домішок полуторних оксидів заліза та алюмінію. Зниження температури процесу до $900-1000^\circ\text{C}$ призводило до різкого зниження ступеня розкладання фосфориту, але не впливало на умови розплавлення шихти.

Для підвищення температури плавлення шихти до останньої додавали кварцовий пісок. Досліди проводили із сумішшю, що містила у %(мас.): фосфорит – 50, Na_2SO_4 – 30, вугілля – 3, CaCO_3 – 5, SiO_2 – 5,5. Однак при температурі 1100°C коефіцієнт розкладання не перевищував 19% при повному ж розплавленні шихти.

Удосконалення системи контролю та управління температурою в муфельній печі в процесі термічного розкладення фосфоритів. Температура у процесі термічної переробки залізо- алюмовмісних фосфоритів має велике значення із-за низької температури плавлення шихти. Для забезпечення достовірної інформації у процесі проведення експерименту була впроваджена електронна схема контролю температури, яка дозволила здійснювати управління температурою у муфельній печі за допомогою персонального комп'ютера (ПК).

Максимальна температура у робочій зоні електропечі досягала 1250°C , тому у якості датчика температури була використана хромель-алюмелева термопара, яка має високу чутливість, незначну інерційність та невисоку вартість. Достатньо високу нелінійність передаточної характеристики термопари і, як наслідок, погрішність виміру

параметрів, що виникає внаслідок вказаної нелінійності, можна значно знизити за допомогою ПК. Принципова схема вимірювання температури в необхідному для дослідження інтервалі наведена на рис.2.

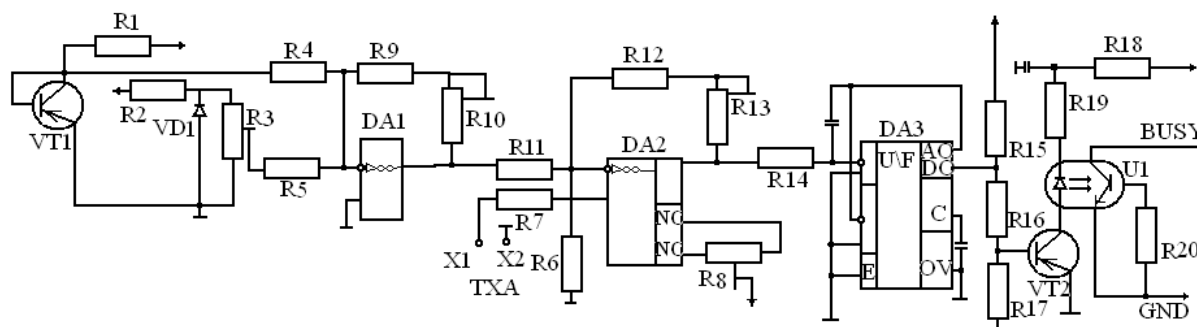


Рисунок 2 – Принципова схема вимірювання температури

Можливості сучасного ПК такі, що він частково може виконувати функції аналого-цифрового перетворювача (АЦП), який потрібен для того, щоб комп'ютер перетворити у вимірювальний пристрій. Принцип роботи схеми є таким: якщо на будь-яку лінію паралельного порту ПК, наприклад BUSY, подати періодичні коливання частотою F , то, підрахувавши кількість періодів за час між двома включеннями системного таймера, можна виміряти їх частоту. Обмін з ПК здійснюється завдяки сигналу BUSY паралельного порту.

Вузол, що складається з підсилювача DA1, транзистора VT1, стабілітрона VD1 та резисторів R1-R5 та R9-R11, призначений для контролю температури «холодного» спаю термопар, який утворюється при підключенні її до затискачів X1 та X2. Каскад на підсилювачі DA2 посилює сигнал термопар до рівня, що необхідний для нормальної роботи перетворювача напруги DA3. Посилений сигнал поступає на DA3, який є прецензійним перетворювачем напруга-частота-напруга та підключений за типовою схемою [3]. «Гарячий» спай термопар, тобто спай різнорідних металів, що утворює чутливий елемент термопар, розміщується у вимірювальному середовищі, тобто у печі.

Схема дозволяє виконувати два виміри в секунду, що є достатнім для такого об'єкта регулювання, як муфельна електрична піч, та забезпечує гальванічну розв'язку між ПК та термопарою.

Для перетворення ПК у частотомір необхідна програма, яка здатна перехоплювати переривання, що викликаються системним таймером. Текст робочої програми, яка використовує вихідні дані програмного частотомірювача, залежить від конкретного використання. Для потрібних вимірювань з достатньою точністю можна використовувати програму WWOD.ASM.

Висновки. Термічна обробка природних фосфоритів, а також спікання їх із солями лужних металів (содою, сумішшю сульфату натрію з вугіллям тощо) або сплавлення з кварцитом, силікатами магнію, лужними алюмосилікатами веде до утворення термофосфатів, у яких P_2O_5 знаходиться у формах, що засвоюються рослинами.

Дослідження показали, що сплавлення зразку телекського фосфориту з сульфатом натрію дає низький ступінь розкладання (19%). Добавка вугілля до натрію сульфату поліпшує умови розкладання, але ступінь розкладання фосфориту не перевищує 51%. Добавки діоксиду кремнію та карбонату кальцію до шихти, що містить фосфорит, вугілля та сульфат натрію, не призводять до підвищення коефіцієнту розкладання фосфориту. При використанні соди у якості добавки фосфорит розкладався на 95,5% при загальному вмісті P_2O_5 у продукті 14,3%.

Результати досліджень показали недоцільність переробки телекських фосфоритів у термофосфати внаслідок низької якості отримуваних продуктів при суттєвих витратах реагентів та енергії. Вміст P_2O_5 , що засвоюється, у продукті складає 3,1-14,3% при ступеню розкладання від 19 до 51%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кельман Ф.Н. Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений / Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошеревич Р.Х. – М.: Химия, 1965. – 392с.
2. Бектуров А.Б. Исследование химии и химической технологии термофосфатов / Бектуров А.Б. – Алма-Ата: Из-во АН Казахской ССР, 1947. – 216с.
3. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах / Гутников В.С. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 231с.

УДК 378.147:66-52

ЛАРИЧЕВА Л.П., к.т.н, доцент
ЛУЦЕНКО О.П., студент

Дніпродзержинський державний технічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ «АВТОМАТИЗАЦІЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Вступ. Виробничі процеси і системи, що управляють, складаються з численних та різноманітних елементів, які складним чином взаємодіють один з одним. Ці елементи пов'язані між собою з метою забезпечення обміну матерією, енергією та інформацією для отримання кінцевого результату.

Системи управління сучасними хіміко-технологічними процесами характеризуються великою кількістю технологічних параметрів, для підтримки режиму роботи яких необхідне використання сучасних засобів автоматизації та регулювання.

Головне завдання курсу «Автоматизація хімічних виробництв» – навчити студентів творчо використовувати загальнонаукові та загально-інженерні знання з дисципліни для проектування автоматизованих систем управління хіміко-технологічними процесами, керування процесами хімічної промисловості з використанням сучасних інформаційних технологій та прийняття на цій основі оптимальних рішень.

Після вивчення дисципліни студент повинен не тільки знати теоретичні основи автоматизації та управління хіміко-технологічними процесами, складові та устрій систем управління, але і принципи створення і проектування оптимальних систем управління вказаними процесами. Він повинен вміти підготовлювати вихідні дані для складання технічного завдання на проектування, визначати складові автоматизованих систем, розробляти автоматизовані системи управління типовими хіміко-технологічними процесами.

Для вирішування складних завдань викладання дисципліни необхідно не тільки надати студентам якісний теоретичний матеріал, але і навчити їх працювати з сучасними інформаційними технологіями, які використовуються для проектування та створення реальних автоматизованих технологічних систем.

Постановка задачі. У навчальний план дисципліни «Автоматизація хімічних виробництв» наряду з лекційними годинами, входять практичні заняття та лабораторні