

LA VĂN BÌNH
TRẦN THỊ HIỀN

Công nghệ

SẢN XUẤT

PHÂN BÓN VÔ CƠ



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA - HÀ NỘI

**LA VĂN BÌNH
TRẦN THỊ HIỀN**

**CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT
PHÂN BÓN VÔ CƠ**

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA – HÀ NỘI

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	4
Chương 1. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ PHÂN BÓN	5
1.1. Khái niệm và yêu cầu về phân bón	5
1.2. Các quá trình chủ yếu sản xuất phân khoáng.....	7
Chương 2. MỘT SỐ HỢP CHẤT PHÓTPHO VÀ AXÍT PHÓTPHORÍC.....	19
1.2. Phốtpho và các hợp chất của phốtpho.....	19
2.2. Nguyên liệu sản xuất phốtpho và axít phốtphoric	21
2.3. Ứng dụng của phốtpho và muối phốt phát.....	23
2.4. Chế tạo axít phốtphoric bằng phương pháp nhiệt	23
2.5. Chế tạo axít phốtphoric bằng phương pháp hoà tách (phương pháp trích ly).....	26
Chương 3. SẢN XUẤT PHÂN LÂN	40
3.1. Phương pháp axít sản xuất supe phốt phát (phương pháp ướt)..	40
3.2. Cơ sở hoá lý của quá trình sản xuất supe phốt phát.....	41
3.3. Sơ đồ sản xuất supe phốt phát đơn và các thiết bị chủ yếu.....	44
3.4. Dây chuyền công nghệ sản xuất supe phốt phát đơn	59
3.5. Sản xuất supe phốt phát "kép"	68
3.6. Sản xuất phân lân bằng phương pháp nhiệt	74
Chương 4. SẢN XUẤT PHÂN ĐẠM	83
4.1. Giới thiệu chung	83
4.2. Amôni sunphát.....	83
4.2.1. Tính chất của amôni sunphát	83
4.3. Urê (cacbamát).....	86
Chương 5. PHÂN BÓN PHỨC HỢP VÀ HỖN HỢP	126
5.1. Phân bón phức hợp	126
5.2. Sản xuất phân bón kết hợp NPK.....	134
5.3. Phân bón vi lượng.....	139
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	143

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình “Công nghệ sản xuất phân bón vô cơ” được dùng cho sinh viên ngành Công nghệ các chất vô cơ vào năm cuối. Quyền giáo trình này trình bày cơ sở lý thuyết của quá trình sản xuất một số loại phân bón vô cơ và các sản phẩm phụ, giới thiệu sơ đồ công nghệ sản xuất một số loại phân bón vô cơ.

Giáo trình công nghệ sản xuất phân bón vô cơ dựa vào nhiều tài liệu đã được công bố về kỹ thuật sản xuất phân bón theo phương pháp mới. Bản viết đã hoàn thành nhưng không tránh khỏi các sơ suất, nhóm tác giả mong muốn bạn đọc góp ý cho cuốn giáo trình được hoàn thiện tốt hơn.

Xin trân trọng cảm ơn

Hà Nội, tháng 06 năm 2007

Các tác giả

NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ PHÂN BÓN

1.1. Khái niệm và yêu cầu về phân bón

1.1.1. Phân khoáng và vai trò của nó đối với cây trồng

– Thành phần chủ yếu của thực vật gồm: O, C, H, N, S, P, K, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, I.... Chúng có thể lấy nguồn dinh dưỡng một số nguyên tố: ôxy, nitơ, sắt, canxi, magiê, đồng, mangan và một số hợp chất như CO_2 , H_2O từ đất, nước và không khí. Trong đất và không khí các nguyên tố dinh dưỡng như K, N, P rất ít nhưng các nguyên tố này có giá trị lớn nhất đối với sự phát triển của thực vật, vì vậy cần được bổ sung vào đất các nguyên tố N, P, K để cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng.

Nguồn bổ sung chính của các nguyên tố N, P, K là phân bón hoá học có chứa các hợp chất của N, P, K để tăng khả năng chịu đựng sự biến đổi của thời tiết đối với cây trồng và tăng năng suất và chất lượng sản lượng của sản phẩm do cây trồng tạo ra. Chúng ta biết khi sản lượng cây trồng tăng thì cây sẽ tiêu thụ nhiều chất dinh dưỡng của đất, khi đó cần phải bón thêm phân khoáng để thoả mãn nhu cầu của cây trồng. Sử dụng phân khoáng đúng yêu cầu và đúng cách sẽ tăng số lượng và chất lượng sản phẩm cây trồng. Do vậy khi sản lượng lương thực và thực phẩm tăng đòi hỏi phải tăng sản lượng các loại phân bón hoá học. Ví dụ: Lượng phân bón cho 1 ha đất phụ thuộc vào từng loại phân và cây trồng, có thể dao động trong khoảng: N: từ $30 \div 120$ kg; P_2O_5 : từ $45 \div 120$ kg; K_2O : từ $100 \div 200$ kg.

1.1.2. Phân loại

1.1.2.1. Phân loại theo nguồn gốc phân bón

Có thể chia làm 2 loại: Phân hữu cơ và phân vô cơ hay phân bón hoá học (phân khoáng).

– Phân khoáng là loại phân bón cung cấp trực tiếp cho cây trồng các hợp chất chứa các nguyên tố dinh dưỡng N, P, K đối với cây trồng. Trong phân khoáng lại chia ra các loại hợp chất chứa đạm, chứa lân, chứa kali, và phân vi lượng.

– Phân hữu cơ là các chất hữu cơ hoặc bã thải hữu cơ như các loại phân chuồng, phân xanh...

1.1.2.2 Phân loại theo chất dinh dưỡng

Có thể chia theo các loại phân đơn và phân kép. Phân đơn chứa một nguyên tố dinh dưỡng ở một dạng hợp chất. Ví dụ: đạm, urê, supe photphat. Phân kép là phân bón chứa một vài nguyên tố dinh dưỡng khác nhau dưới dạng phức hợp do các phản ứng hoá học tạo ra hay do trộn lẫn một vài loại phân, được phân hỗn hợp. Ví dụ phân phức hợp, phân đơn, phân trộn NPK, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ – mônôamônii photphat (MAP), $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – urê, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ – điamônii photphat (DAP)

* Phân vi lượng: Trong phân vi lượng có chứa nguyên tố kích thích sự phát triển của cây trồng. Phân vi lượng là loại phân bón mà thực vật yêu cầu chỉ một lượng rất nhỏ nhằm kích thích sự phát triển của thực vật. Phân vi lượng đưa vào bón cho cây trồng dưới dạng các muối có chứa nguyên tố B, Mn, Cu, Zn...

Ví dụ: Bón vào đất 0,5 kg B/ha có thể làm tăng sản lượng lên tới 30%. Một lượng nhỏ Mn có thể tăng sản lượng ngô lên 20 ÷ 30%

Khi đưa phân bón vô cơ vào đất sẽ làm ảnh hưởng đến tính chất lý hoá và sinh hoá của nó. Một trong các yếu tố quan trọng là làm biến đổi pH của đất.

Ví dụ: Khi bón vào đất loại phân có tính axit như $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hoặc là phân lân sản xuất bằng phương pháp nhiệt có tính kiềm sẽ làm thay đổi pH của đất.

Tuy nhiên việc sử dụng các cation và anion trong phân bón hoá học của thực vật không giống nhau cho nên sau một thời gian sẽ có sự thay đổi pH của đất. Vì vậy chỉ nhìn vào đặc trưng hoá học của phân bón thì chưa đủ mà phải

phân biệt theo tính chất sinh lý do mức độ sử dụng anion và cation của thực vật. Do đó chia các loại phân bón mang tính axit, phân bón mang tính chất kiềm để bón vào đất.

1.1.2.3. Tính chất và yêu cầu của phân khoáng

* *Tính chất tan của phân bón khi sử dụng:* Để đánh giá tính tan của phân bón dùng dung môi là nước và nước chứa axit hữu cơ yếu bởi vì hiệu quả của phân bón đối với thực vật phụ thuộc vào độ tan của nó khi bón vào đất và khả năng tiêu hoá của cây trồng.

Đối với phân lân thì tùy theo mức độ tan của nó người ta chia ra các loại: Hoà tan trong xitrat amôn và loại hoà tan trong nước. Còn đối với phân đạm, phân kali hoà tan trong nước dễ dàng nên phần lớn dễ tiêu hoá đối với thực vật, nhưng chúng dễ bị rửa trôi theo nước. Do vậy muốn tăng hiệu quả sử dụng của phân bón trong đất thì dùng loại phân bón tan chậm, khi đó chất dinh dưỡng đi vào môi trường đất cung cấp cho cây trồng từ từ. Dựa vào độ tan của phân khoáng mà có thể chia thành:

- + Loại tan trong nước;
- + Loại tan trong amôni xitrat;
- + Loại chậm tan.

Phân khoáng cần đạt các yêu cầu sau:

- Phân khoáng cần đảm bảo chất dinh dưỡng trong đất để cung cấp cho thực vật;
- Phân khoáng không hút ẩm hoặc ít hút ẩm;
- Ít tồn thất khi sử dụng.

Để đáp ứng các yêu cầu đó người ta hay dùng phân ở dạng hạt.

1.2. Các quá trình chủ yếu sản xuất phân khoáng

Trong sản xuất phân khoáng thường phải thực hiện một số quá trình sau:

* Chế biến nhiệt là quá trình nung, sấy nguyên liệu và chế biến ở nhiệt độ thích hợp để chuyển biến hoá học nguyên liệu.

- * Quá trình phản ứng hoá học
- * Quá trình kết tinh và tạo hạt.

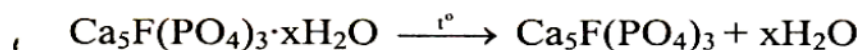
1.2.1. Quá trình chế biến nhiệt

– Mục đích: Chuyển biến cơ lý tính của vật liệu khi chế biến nhiệt nhằm tạo điều kiện cho quá trình chế biến tiếp theo.

1.2.1.1. Các dạng nung trong sản xuất phân lân

a) *Nung khô*: dạng nung đẳng nhiệt nhằm tách khí CO₂ và nước liên kết.

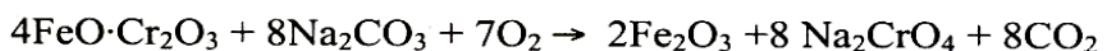
Ví dụ: Nung đá vôi $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CO}_2 + \text{CaO}$



b) *Nung ôxy hoá*

– Dùng nhiệt và không khí dư qua lò để hoạt tính phối liệu, từ đó có phối liệu tan tốt hoặc là giảm sự tan trong môi trường sử dụng.

Ví dụ: Nung quặng crômít với soda



Trong đó ion CrO_4^{2-} dễ tan trong nước hơn là dạng CrO_3 .

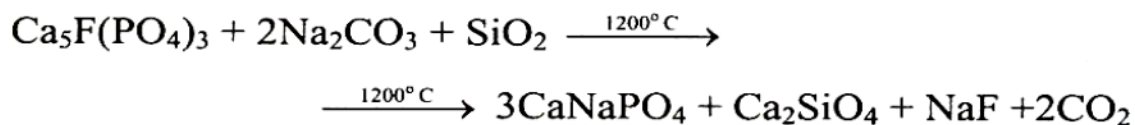
Hoặc là: $6\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4$, dạng này khó tan trong axit so với FeO .

c) *Nung khử*

Nung khử là quá trình ngược lại với quá trình oxyhóa; Dùng tác nhân khử ở nhiệt độ thích hợp đối với nguyên liệu.

Ví dụ nung quặng photphát với than:

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 5\text{C} \rightarrow \text{P}_2 + 5\text{CO} + 3\text{CaO}$ (nung khử, nung đốt, thiêu kết) hoặc là thiêu kết apatít với soda cho dạng phân lân kiềm tính theo quá trình sau:



Phốtpho ở dạng phân kiềm tính dễ tan và cây dễ hấp thụ, do đó bón có hiệu quả. Các quá trình nung khử có khi cho chất dễ tan, cũng có khi tạo ra chất khó tan trong nước.

1.2.1.2. Bản chất quá trình nung hỗn hợp rắn

Khi nung hỗn hợp rắn, phản ứng sẽ xảy ra giữa:

– Pha rắn và pha rắn;

- Pha rắn và pha khí;
- Pha rắn và pha lỏng đã được hình thành do một pha rắn nào đó chảy lỏng.

Phản ứng giữa 2 pha rắn là do nội khuếch tán thường bắt đầu xảy ra ở nhiệt độ kết khối của chất rắn.

Nhiệt độ kết khối nhỏ hơn gần 2 lần nhiệt độ nóng chảy.

Ví dụ: Với các muối có $\frac{T_{kk}}{T_{nc}} = 0,44 - 0,57$; Với các ôxit có $\frac{T_{kk}}{T_{nc}} = 0,8$

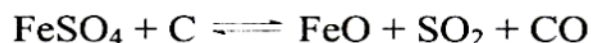
Trong đó T_{kk} , T_{nc} : Nhiệt độ kết khối và nhiệt độ nóng chảy tuyệt đối.

Nếu pha rắn không kết khối thì dù chúng có được nghiền mịn, khoảng cách giữa các tinh thể vẫn lớn hơn khoảng cách tác dụng (bán kính tác dụng) của mạng tinh thể từ $10^5 - 10^7$ lần và hệ số khuếch tán của các hạt nhỏ cũng chỉ nằm trong các hạt rắn sẽ không đáng kể, nó không có ý nghĩa thực tế.

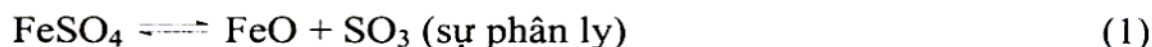
Tốc độ nung hỗn hợp muối rắn sẽ lớn hơn rất nhiều khi nung với sự có mặt của pha khí và pha lỏng cùng với hỗn hợp rắn. Khi pha khí và pha lỏng này được tạo thành do sự thăng hoa và khuếch tán, nóng chảy của quá trình nung vật liệu.

Cũng có nhiều trường hợp, một trong những cấu tử rắn tham gia phản ứng bị khí hoá do tác dụng với một trong các cấu tử pha khí.

Ví dụ: Phản ứng khử sắt sunphát bằng cacbon



Thực chất đây là kết quả của tổng các phản ứng sau:



Hai phản ứng (2) tạo sự chuyển dịch cân bằng của phản ứng (1) về phía phải.

Khi 2 pha rắn không có khả năng phân ly mà phản ứng thực hiện được ở nhiệt độ nhỏ hơn nhiệt độ nóng chảy là do các tạp chất của hỗn hợp đã làm điểm chảy lỏng của hỗn hợp giảm khiến tốc độ phản ứng tăng lên (do hạ thấp điểm eutecti của hỗn hợp).

Cũng có trường hợp pha lỏng không làm tăng mà làm giảm tốc độ của quá trình. Ví dụ khi pha rắn tác dụng với pha khí thì màng chất lỏng sẽ ngăn cản sự tiếp xúc giữa khí và rắn.

1.2.2.3. Động học của quá trình nung

Từ các phần trên ta nhận thấy rằng tốc độ các quá trình nung vật liệu rắn phụ thuộc vào:

- Tốc độ phản ứng hoá học;
- Tốc độ thăng hoa, phân ly, nóng chảy;
- Tốc độ khuếch tán của rắn, lỏng và khí.

Tất cả các tốc độ đó đều phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ nung. Trong lĩnh vực động học, tùy thuộc vào điều kiện diễn biến khác nhau khác nhau mà có những quy luật xác định tốc độ khác nhau.

Ví dụ: Khi có bề mặt của hạt biến đổi (giảm) còn nồng độ các chất tác dụng lên bề mặt tiếp xúc của chúng không đổi (khí hoá các cấu tử rắn bằng khí) thì phương trình tốc độ có dạng:

$$\frac{dx}{dt} = k(1-x)^{\frac{2}{3}}$$

Trong đó: x: mức chuyển các chất ban đầu thành sản phẩm theo phần đơn vị; t: thời gian; k, k': hằng số thay đổi theo tính chất của các phản ứng và điều kiện của quá trình.

Sự phụ thuộc giữa mức độ biến đổi và thời gian theo phương trình:

$$1 - (1-x)^{\frac{1}{3}} = k't$$

Trường hợp khi có cả sự thay đổi nồng độ của các chất tham gia phản ứng thì công thức tổng quát là:

$$\frac{dx}{dt} = k(1-x)^{\frac{5}{3}}$$

Trường hợp phản ứng trong các hỗn hợp dạng bột bị giới hạn bởi tốc độ khuếch tán của các chất phản ứng thì nếu một trong những chất phản ứng khuếch tán đến bề mặt phản ứng của chất phản ứng thứ 2 xuyên qua lớp sản

