

¹Алламуратова А.Ж., ¹Реймов А.М., ¹Таиров З.К., ¹Эркаев
А.У., ¹Тулагонов Н.Т., ²Минановский А.Ф.

(¹Ташкентский химико-технологический институт, г.Ташкент
²Белорусский государственный технологический университет, г.Минск)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ НА ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ АЗОТНОКАЛЬЦИЕВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

Применение метода физико-химического анализа и построение диаграмм состав-гигроскопичность и состав-слеживаемость двух- и трехкомпонентных систем имеет большое практическое значение для выбора оптимальных соотношений компонентов в продукте с точки зрения улучшения их физических свойств и позволяет разработать соответствующие рекомендации по приготовлению сложных удобрений. Результаты исследования гигроскопичности и слеживаемости фосфатов аммония и солевых систем типа нитроаммофоски показывают, что в зависимости от вида образца (порошковидный, таблетированный, гранулированный, механическая смесь, твердый раствор, двойная соль) при одинаковом соотношении компонентов в удобрении коэффициент гигроскопичности (α) увеличивается в 1,5-2 раза [1,4,5].

При изучении гигроскопичности в системе $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ установлено, что зависимость гигроскопичности фосфатов от их состава не связана с диаграммой растворимости этой системы, поскольку в точке, соответствующей моноаммонийфосфату, наблюдается минимум растворимости, а на диаграмме гигроскопичности экстремум в этой точке не достигается. Это свидетельствует о том, что нельзя сопоставлять значения гигроскопичности и растворимости веществ.

Метод физико-химического анализа многокомпонентных солевых систем требует большой объем экспериментальных исследований.

Целью данной работы является разработка методики расчетов прогнозирования качественного и количественного состава сложных удобрений с улучшенными физико-химическими свойствами. В качестве переменных параметров принято содержание отдельных компонентов в исходном составе многокомпонентной системы. Выходным параметром являлась расчетная гигроскопичность приготовленного удобрения несмотря на то, что CaCO_3 образует двойные соединения с некоторыми неорганическими солями. При расчете гигро-

скопичности продукционных образцов, содержащиеся в них малорастворимые соли $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и CaCO_3 приняты как инертные вещества относительно гигроскопичности продукционных образцов.

При расчете состава продукта степень протекания реакции определялась с учетом соотношения произведения растворимости исходных и конечных компонентов (таблице 1). Расчет производился относительно одного из смесей гигроскопичных продуктов $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, который определяет состав и свойства азотсодержащих удобрений и их способы получения.

Таблица 1 - Гигроскопические точки насыщенных растворов и растворимость чистых солей

Соль	h, % [6,7]	Растворимость соли	
		г/100г H_2O	моль/1000моль H_2O
1	2	3	4
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	55,4 46,7* 42,7**	129,3	141,82
NH_4NO_3	63,0 59,4* 55,0**	178,0	400,18
KNO_3	95,0	31,6	56,28
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	81,6	75,4	116,91
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-	0,20	0,307
K_2SO_4	98,5	11,11	11,49
NH_4Cl	79,0	37,5	127,3
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	32,0	74,5	120,72
KCl	86,0 84,0* 74,0**	34,0	82,1
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	91,3 91,6* 91,5**	37,4	58,5
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	76,2 82,8* 82,1**	69,0	94,03
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	94,1	35,7	27,6
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$		26,4	12,9
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	84,0	0,103	0,22
CaHPO_4		0,015	0,05
KH_2PO_4	96,2	173,27	230,05
K_2HPO_4	79,3	150,0	155,36

[6,7]- литературные данные гигроскопических точек насыщенных растворов, *, ** соответственно данные [8] и [9].

При протекании химической реакции $A_X + B_Y \rightarrow B_X + A_Y$ (1) отсутствие в системе $A^+, B^{+//x}, y^- \cdot H_2O$ двойных солей позволяет воспользоваться известными способами определения направления реакции (1) безводной системы или использовать произведение растворимости Ван-Гофта и Ретхарда.

При проверке направления реакции обменного разложения (1) необходимо рассчитать коэффициент «К» согласно выражению:

$$K = \frac{C_{BX} \cdot C_{AY}}{C_{AX} \cdot C_{BY}}, \quad (3)$$

где- $C_{AX}, C_{AY}, C_{BX}, C_{BY}$ индивидуальные растворимости A_X и других солей в воде (моль/100 молей H_2O). Условием протекания реакции вправо является следующее неравенство: $K < 1$.

При расчете значений K для реакции (1) использовались данные, приведенные в табл. 1.

Если $A_X = Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$; $B_Y = NH_4Cl$; $A_Y = CaCl_2 \cdot 6H_2O$; $B_X = NH_4NO_3$, то при температуре 20-25°C стабильной солевой парой являются $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ и NH_4Cl , что свидетельствует о невозможности протекания исследуемой реакции.

В химической реакции стабильной парой солей являются компоненты левой части реакции, а для остальных - правая часть реакции. Для определения расчетной гигроскопической точки взаимной системы необходимо знать равновесный солевой состав. Степень конверсии (α) взаимной пары солей при этом определяется согласно выражению: $\alpha = 1 - K$ (4)

Согласно диаграмме системы эффективность добавок к нитрату кальция при обеспечении перехода от сильногигроскопического к менее гигроскопичным можно расположить в следующий ряд: $K_2SO_4 > K_2HPO_4 > KH_2PO_4 > (NH_4)_2HPO_4 > NH_4H_2PO_4 > KCl > (NH_4)_2SO_4 > NH_4Cl$.

Таким образом, разработана методика расчетного определения эффективности модифицирующего действия минеральных солей на гигроскопичность нитрата кальция, которая позволяет прогнозировать состав и свойства сложных удобрений на основе неорганических солей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кувшинников И. М. Минеральные удобрения и соли: свойства и способы их улучшения. / М: Химия 1987. – 256 с.
2. Kegnev I. // Congress techn. la Haye. // Parts 1976.- p. 125-137 / Перевод НИУИФ. - № 2403.

3. Iäger I. Medeed. J., Iambov I. Kozlev J. Mehemp.rüm. 1976.// Т.26. - № 11. р. 575-577.
4. Соцевич Н. И. Изучение влияния химического и фазового состава нитроаммофосок на их гигроскопичность и слеживаемость // Дис. канд-техн. наук. М.: - МХТИ им Менделеева. 1980. 163 с.
5. Кувшинников И. М., Соцевич Н.И., Тихонович З. А., Сокланов А. И. // Журнал прикладной химии. - 1975. Т. 48. № 4. С. 899-900.
6. Киргинцев А.Н., Трушникова Л.Н, Лаврентьева В.Г.// Растворимость неорганических веществ в воде. –Л.: Химия. -1972.- 248 с.
7. Хамский Е. В. Кристаллизация в химической промышленности. //М.: Химия. 1979. 344 с.
8. Hofmeister G. Physical properties of fertilizers and methods for measuring them.// TVA. -Bulletin V. – 147.- 1979. - 31 p.
9. Пестов Н. Е. Физико-химические свойства зернистых и порошкообразных химических продуктов // М.: АН СССР.- 1947. -239 с.