

Н. С. Дашко, асп.; В. Г. Карчевская, студ.;
А. Ф. Минаковский, доц., канд. техн. наук;
В. И. Шатило, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРИМОСТИ
В МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЕ
«NH₄⁺, K⁺//SO₄²⁻, NO₃⁻-CO(NH₂)₂» ПРИ 0°С**

В последние годы мировое производство азотных удобрений стабильно растет, не прекращается поиск новых композиций жидких комплексных удобрений, обладающих более широким спектром свойств. Интенсивно развивающееся сельскохозяйственное производство требует большего ассортимента удобрений, содержащих несколько питательных элементов.

Для оптимизации существующих производств, разработки новых типов удобрений, определения условий их получения и хранения необходимо располагать сведениями о фазовых равновесиях в системах разной компонентности.

Согласно техническим условиям, предъявляемым к жидким удобрениям, наряду с высоким содержанием питательных элементов предусматриваются также низкие температуры кристаллизации (от 0°С) и замерзания и возможность восстановления свойств при разморозке.

В литературе отсутствуют данные по растворимости в системах CO(NH₂)₂-NH₄NO₃-(NH₄)₂SO₄-H₂O, CO(NH₂)₂-(NH₄)₂SO₄-K₂SO₄-H₂O, CO(NH₂)₂-NH₄NO₃-K₂SO₄-H₂O, что не позволяет прогнозировать и теоретически обосновывать получение новых концентрированных жидких азотсодержащих удобрений. Поэтому целью данной работы является изучение растворимости в многокомпонентных карбамидсодержащих водно-солевых системах, содержащих нитрат аммония, сульфаты аммония и калия в различных сочетаниях при 0°С.

Фазовое равновесие в трехкомпонентных системах CO(NH₂)₂-NH₄NO₃-H₂O, CO(NH₂)₂-(NH₄)₂SO₄-H₂O [1], NH₄NO₃-(NH₄)₂SO₄-H₂O [2], CO(NH₂)₂-K₂SO₄-H₂O [3] и NH₄NO₃-K₂SO₄-H₂O [4] достаточно изучены в широком интервале температур, в том числе и в области низких, для определения и разработки составов жидких удобрений.

На первом этапе работы было определено время, необходимое для достижения состояния равновесия в исследуемых системах при температуре 0°С. Как показали результаты эксперимента, в системах CO(NH₂)₂-NH₄NO₃-(NH₄)₂SO₄-H₂O и CO(NH₂)₂-(NH₄)₂SO₄-K₂SO₄-H₂O время стабилизации составило 180 минут после начала эксперимента,

а в системе $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ – 240 минут.

Для получения достаточно полной картины состояния исследуемых водно-солевых систем при заданной температуре был определен состав растворов в эвтонических точках и в ряде промежуточных, насыщенных по двум солевым компонентам, изотермическим методом. Согласно проведенным экспериментальным исследованиям, в эвтонической точке системы $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ содержится 33,7 масс.% карбамида, 30,0 – нитрата аммония, 9,2 – сульфата аммония; системы $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ – 25,4 масс.% карбамида, 23,4 – сульфата аммония, 2,4 – сульфата калия. Также было установлено, что в системе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ при 0°C содержится 28,9 масс. % сульфата аммония и 9,2 % сульфата калия. Состав эвтонической точки системы $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$, масс. %: 22,4 – карбамид, 56,4 – нитрат аммония и 5,9 – сульфат калия.

На основании литературных данных и результатов экспериментов были построены диаграммы растворимости для исследуемых систем при 0°C , представленные в виде пирамиды, в вершину которой вынесено содержание воды. Вершины треугольного основания пирамиды соответствуют 100%-му содержанию $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 .

Полученные данные могут выступать в качестве справочных для разработки оптимальных составов жидких NS и NKS удобрений. По соотношению питательных элементов составы жидких удобрений с температурой кристаллизации 0°C могут варьироваться в пределах: N:S=34,5:0,5-22:7, N:K:S=16:6:12,5-21:1:7.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кучерявый, В.И. Синтез и применение карбамида / В.И. Кучерявый, В.В. Лебедев. – М.: Химия, 1970. – С. 24–25, 28–30.

2 Пагалешкин, Д.А. Исследование растворимости в системе $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ / Д.А. Пагалешкин, И.Г. Гришаев, В.В. Долгов // Химическая промышленность сегодня. – 2013. – № 3. – С.4–8.

3 Коган, В.Б. Справочник по растворимости / В.Б. Коган, С.К. Огородников, В.В. Кафаров. – Л.:Наука, 1970. – Т. 3, кн. 2. – 944 с.

4 Бабенко А. М. Фазовое равновесие в системах $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{-K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ и $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4\text{-NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4\text{-K}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ / А.М. Бабенко, А.М. Андрианов // ЖПХ. – 1984. – Т. VII., № 9. – С. 1921–1924.