

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей и неорганической химии

ПОЛИТЕРМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ И
КРИТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ТРОЙНОЙ СИСТЕМЕ СУЛЬФАТ
АММОНИЯ – ВОДА – ИЗОПРОПИЛОВЫЙ СПИРТ

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента IV курса 413 группы

направления 04.03.01 – «Химия»

Институт химии

Канцева Евгения Вадимовича

Научный руководитель
д. х. н., доцент

27.06.19 *Черк*

Д.Г. Черкасов

Зав. кафедрой
д. х. н., доцент

27.06.19 *Черк*

Д.Г. Черкасов

Саратов 2019

Введение

Актуальность работы. Расслаивание водно – пропанольных растворов под действием неорганических солей находит широкое применение в химической технологии для получения и очистки солей в процессах экстрактивной кристаллизации, выделения изопропилового спирта из его водных растворов при его высаливания, а также использование расслаивания в этих системах для экстракции различных веществ, включая биологически активные. Очевидно, что наиболее актуальным является исследование фазового поведения тройных систем соль – вода – спирт в случае, когда соли являются относительно дешевыми и малотоксичными, например как сульфат аммония. Тройная система сульфат аммония– вода – изопропиловый спирт, судя по обзору литературы, была исследована только изотермически при 20°C. Поэтому представляет интерес изучить фазовые равновесия и критические явления в этой системе в широком интервале температур для построения фазовых диаграмм, определения эффекта высаливания изопропилового спирта и экстракционной кристаллизации соли.

Цель работы. Цель настоящей работы – выявить влияние сульфата аммония на фазовое поведение двойной системы вода – изопропиловый спирт в интервале от 0 до 90°C.

Основное содержание работы

В тройной системе сульфат аммония – вода – изопропиловый спирт визуально-политермическим методом изучены смеси компонентов по восьми сечениям треугольника состава в интервале температур 0.0 – 90.0°C.

Смеси компонентов сечений I – VI характеризовались переменным содержанием сульфата аммония и постоянным соотношением масс изопропилового спирта и воды: 10 : 90 (I), 22 : 78 (II), 37 : 63 (III), 52 : 48 (IV), 65 : 25 (V), 78 : 22 (VI). Смеси компонентов сечений VII и VIII характеризовались постоянным соотношением масс сульфата аммония и

воды 30 : 70 и 50 : 50, соответственно, и переменным содержанием изопропилового спирта. Политермы этих сечений представлены на рисунке 1.

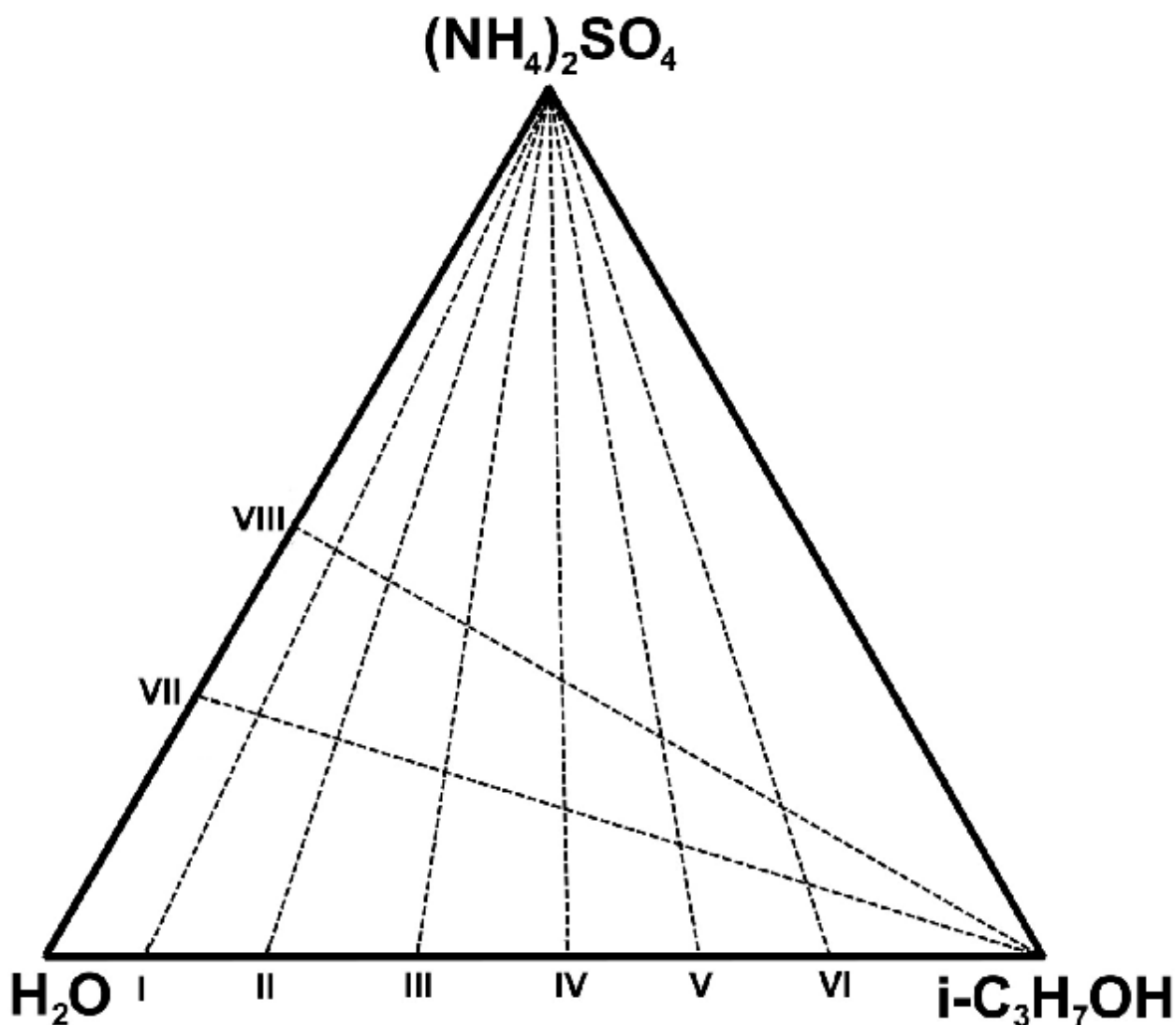


Рисунок 1 – положение сечений I – VIII на треугольнике состава сульфат аммония – вода – изопропиловый спирт.

Политермы фазовых состояний системы по этим сечениям изображены на рисунке 2. Из рисунков видно, что политермы сечений I – V аналогичны друг другу и состоят из и состоят из двух кривых, разделяющих поля трёх фазовых состояний: гомогенно-жидкого I, двухфазного жидкого I_1+I_2 и монотектики I_1+I_2+S . Политерма сечения VI состоит из четырех кривых, сходящихся в одной точке и разделяющих поля четырех фазовых состояний:

гомогенно-жидкого l , двухфазного жидкого l_1+l_2 , монотектики l_1+l_2+S и насыщенных растворов $l+S$.

Политерма VIII представляет собой две кривые, отделяющие поле монотектики l_1+l_2+S , от полей насыщенных растворов l_1+S и l_2+S . Смеси компонентов по этому сечению были исследованы для уточнения боковых сторон монотектического треугольника на треугольнике состава.

Для определения зависимости состава критической точки растворимости от температуры были исследованы смеси компонентов семи дополнительных сечений, характеризующихся переменным содержанием сульфата аммония и постоянным соотношением масс изопропилового спирта и воды: 28 : 72, 28.8 : 71.2, 30 : 70, 30.8 : 69.2, 32 : 68, 33 : 67, 33.5 : 66.5, 33.8 : 66.2. Зависимость содержания сульфата аммония и изопропилового спирта в критических точках от температуры представлена в виде кривых на рисунке 3. Установлено, что с повышением температуры содержание изопропилового спирта возрастает, а сульфата аммония уменьшается.

Политермы фазовых состояний и линии критических точек были использованы для построения изотермических фазовых диаграмм при пяти температурах (рисунок 4). При температуре 0.0°C на фазовой диаграмме существует монотектический треугольник l_1+l_2+S , к которому по двум его сторонам примыкают поля насыщенных растворов l_2+S и l_1+S . К третьей стороне примыкает поле расслоения l_1+l_2 с критической точкой **K**. С повышением температуры качественная картина изотерм при 25.0 , 50.0 , 70.0 , 90.0°C не меняется: площадь поля расслоения увеличивается, а насыщенных растворов — уменьшаются.

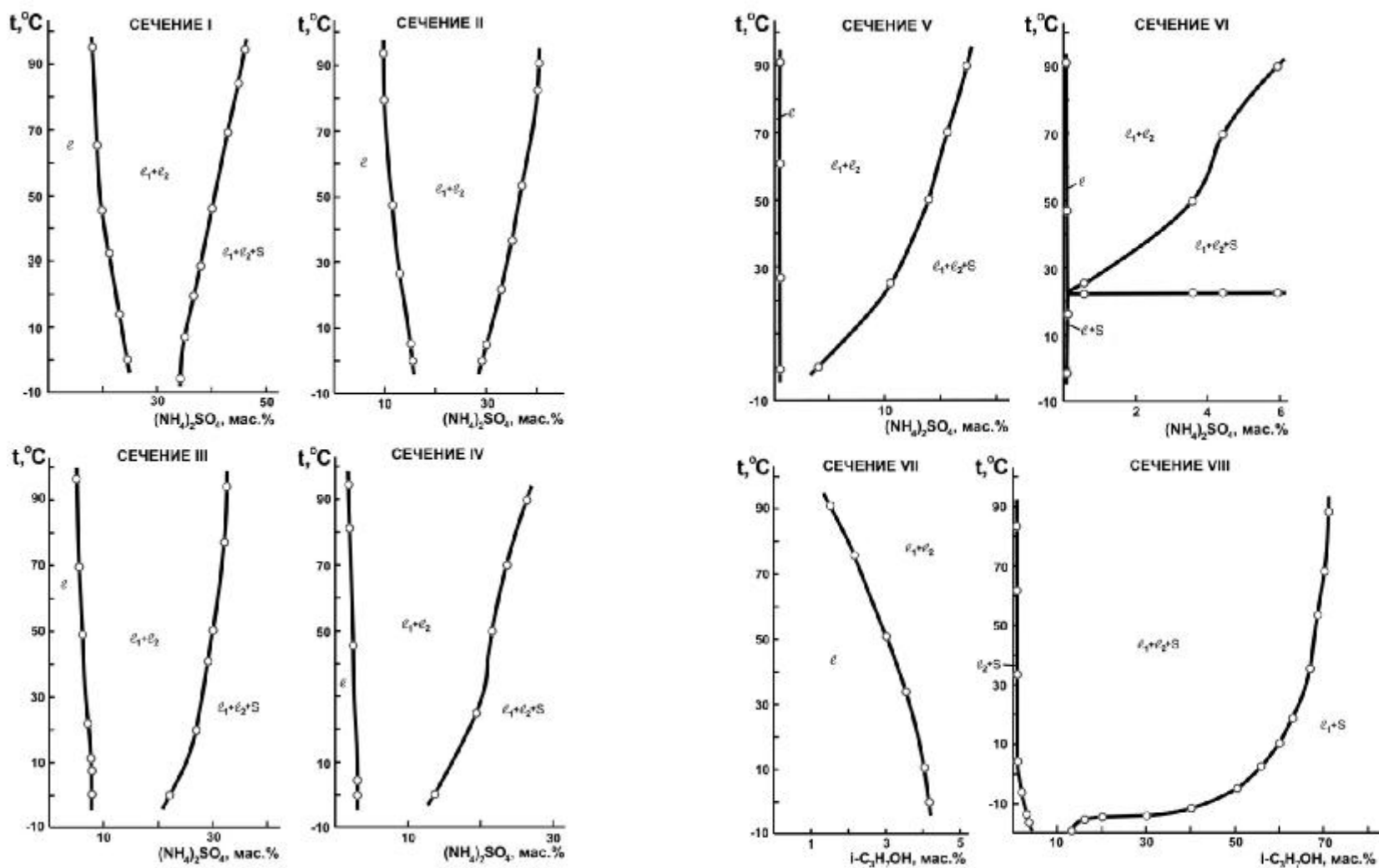


Рисунок 2 – Политермы сечений I– VIII системы сульфат аммония – вода – изопропиловый спирт

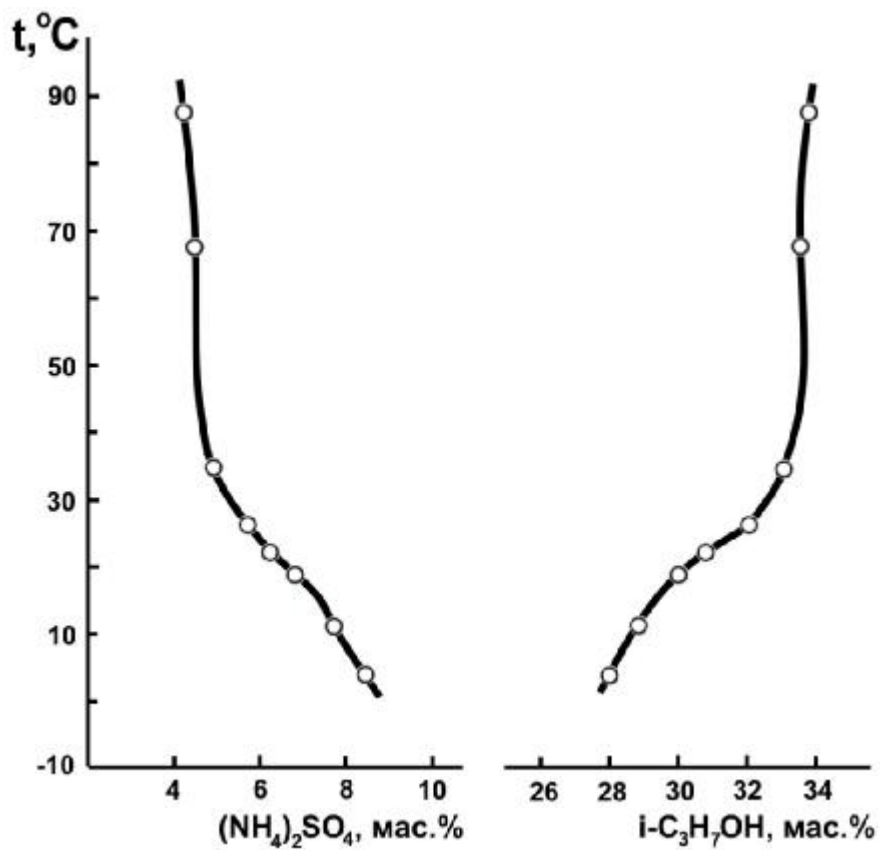


Рисунок 3 – Зависимость содержания изопропилового спирта и сульфата аммония в критических точках от температуры в системе сульфат аммония – вода – изопропиловый спирт

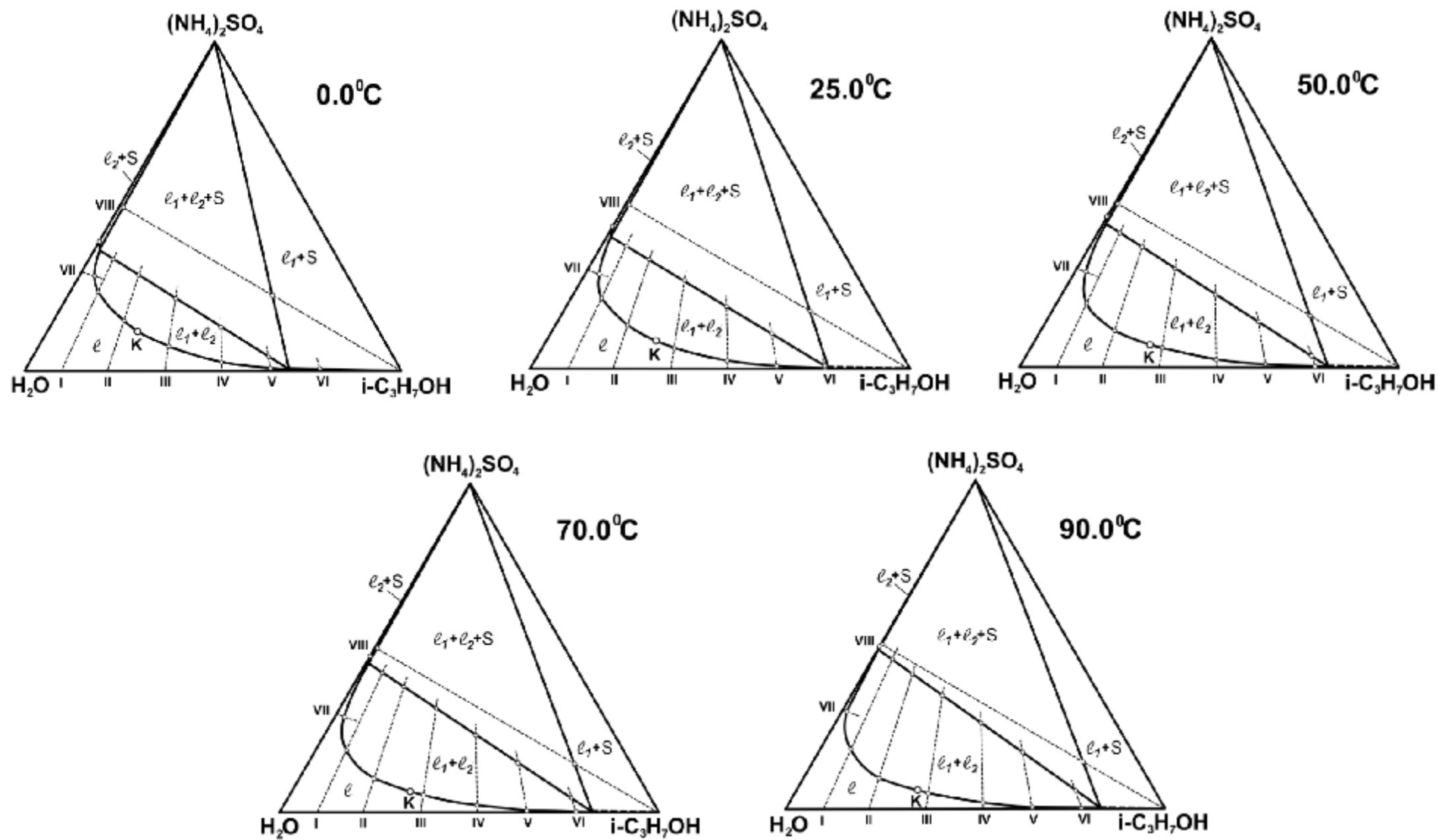


Рисунок 4 – Изотермы тройной системы сульфат аммония – вода – изопропиловый спирт при 0.0, 25.0, 50.0, 70.0 и 90.0 °С.

Используя полученные изотермические диаграммы, графически нами определены составы жидких фаз монотектического равновесия. Для количественной оценки эффекта высаливания сульфатом аммония изопропилового спирта из его водных растворов нами была рассчитана зависимость коэффициента распределения K_p изопропилового спирта по равновесным жидким фазам монотектического равновесия от температуры. Коэффициент распределения изопропилового спирта рассчитывался как отношение его концентраций в органической и водной фазах монотектического состояния при разных температурах (Рисунок 5). На графике видно, что коэффициент распределения возрастает с повышением температуры. Это свидетельствует о том, что эффект высаливания изопропилового спирта из водных растворов сульфатом аммония с повышением температуры увеличивается и достигает максимума при 90°C. Очевидно, это связано с разрушением водородных связей между водой и спиртом и значительным увеличением концентрации соли в водной фазе. При температуре 25 °С коэффициент распределения спирта достигает величины более 65 при его содержании в органической фазе 78,7 масс. %. Очевидно такие значения указывают на возможность использования данной системы в качестве экстракционной.

Нами проведен анализ изотермических фазовых диаграмм при 0; 25 и 50 °С (Рисунок 6) с целью выявить принципиальную возможность и оптимальные условия для проведения процесса экстрактивной кристаллизации сульфата аммония из его водных растворов изопропиловым спиртом. При этих температурах построены зависимости выхода соли от введенного спирта для сечения, содержащего 42 масс. % соли, что отвечает ненасыщенному водно-солевому раствору. Хорошо заметно, что с понижением температуры а так же увеличением содержания спирта выход соли увеличивается. Общеизвестно, что наиболее выгодным для проведения технологических процессов, с целью экономии энергии, благоприятно

проводить процесс при температурах, близких к 25 °С. При этой температуре введение 60 масс. % спирта, приводит к выходу соли в 66 масс. %. К сожалению при этой температуре содержания спирта в органической фазе достигает 78 масс. %, что потребует дополнительных затрат на очистку органической фазы для её использования повторно.

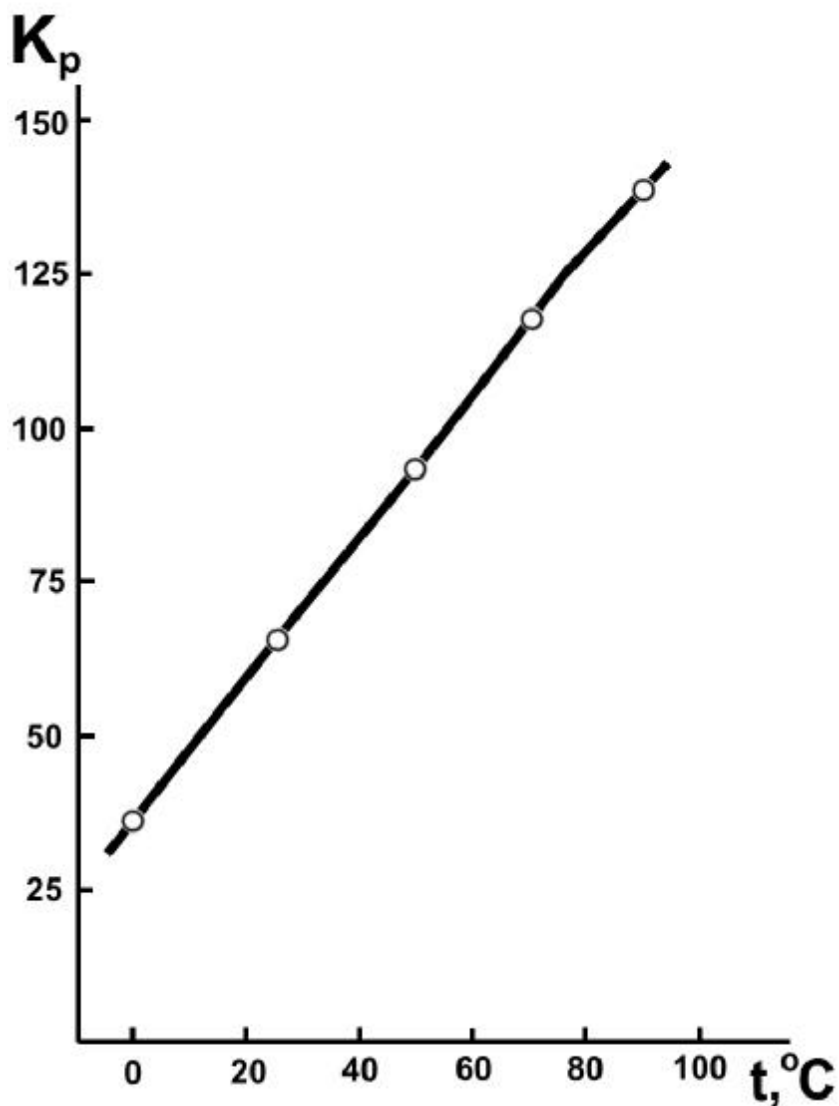


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента распределения изопропилового спирта от температуры в системе сульфат аммония – вода – изопропиловый спирт

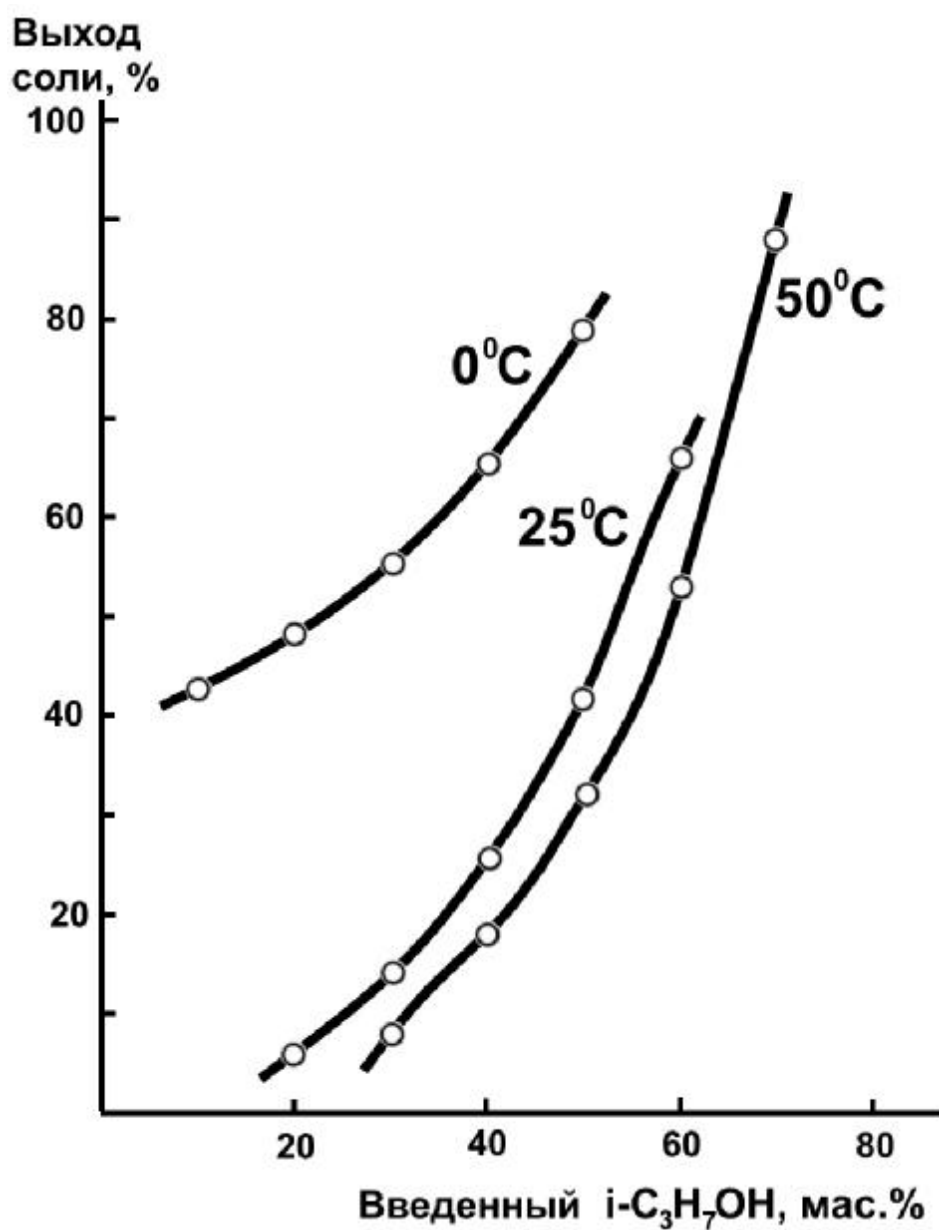


Рисунок 6 – Зависимость выхода соли от количества введенного изопропилового спирта в системе сульфат аммония – вода – изопропиловый спирт

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Крестов Г.А. Термодинамика ионных процессов в растворах. – Л.: Химия, – 1984. – С. 272.
2. Белогородецкая Н.М., Некоторые термодинамические свойства смешанного растворителя вода - изопропиловый спирт / Белогородецкая Н.М., Шадский С.В., Полторацкий Г.М. // 5-я респ. конф. мол. ученых-химиков. Таллин, – 1983. – С. 205.
3. Молохов А.А., Исследование ассоциированных растворов, состоящих из нивелирующих жидкостей методом кондуктометрических измерений / Молохов А.А., Юсова Ю.И. // Изв. вузов. Химия и хим. технол. – 1980. – С. 4-7.
4. Гордон Дж. Органическая химия растворов электролитов / Пер. с англ. к.х.н. М.П. Гольдфельда, под ред. чл.-корр. АН СССР И.П. Белецкой. – М.: Мир, – 1979. – С. 712.
5. Frankforter G.B., Equilibria in the systems of the higher alcohols, water and salts / Frankforter G.B., Temple S. // J. Am. Chem. Soc. – 1915. – Vol.37, № 12. – P.2697-2716.
6. Ginnings P.M., Ternary systems: water, isopropanol and salts at 25° Ginnings P.M., Chen Z.T. // J. Am. Chem. Soc. – 1931. – Vol.53, № 10. – P.3765-3769.

Канцел