

УДК 54.058

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОПРОПАНОЛА В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Николай Викторович Бучилин

кандидат технических наук, доцент

isk115599@rambler.ru

Иван Павлович Криволапов

кандидат технических наук, доцент

ivan0068@bk.ru

Сергей Юрьевич Щербаков

кандидат технических наук, доцент

Scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Спирты широко используются в промышленности и агроинженерии в качестве растворителей и жидкостей для чистки деталей. Однако алифатические спирты – гигроскопичны и в период хранения насыщаются водой. Задача разработки оперативного, дешёвого и не требующего высокой квалификации способа повышения концентрации спиртов является актуальной. В работе рассмотрен способ повышения концентрации раствора изопропанола в модельном растворе путём использования карбоната калия в качестве водоотнимающего агента. Показано, что данный способ позволяет повышать концентрацию изопропанола с 50 до 80 об.%.

Ключевые слова: изопропанол, изопропиловый спирт, карбонат калия, поташ, концентрирование растворов, экстракция

Изопропанол и другие алифатические спирты используются в промышленности и сельском хозяйстве в качестве растворителей и моющих жидкостей [1]. Спирты относятся к полярным протонным жидкостям и растворяют многие газообразные, жидкие и твёрдые вещества. Растворяющая способность спиртов обусловлена наличием двух неподелённых электронных пар у атома кислорода –ОН-группы (гидроксигруппы) [2-3]. Однако наличие –ОН группы у молекул спиртов неизбежно приводит к тому, что при длительном хранении в негерметичных ёмкостях они насыщаются атмосферной влагой и превращаются в неконцентрированные водные растворы [4-5].

Наиболее часто используемый способ выделения спиртов из водных растворов – перегонка при нагревании либо вакуумировании [5]. Данный метод позволяет выделять чистые спирты с высокой концентрацией из водных растворов, однако является длительным и энергозатратным [6-8]. Другим способом удаления воды из спиртовых растворов является добавление к ним водоотнимающих агентов. При этом применение концентрированной серной кислоты для этой цели не представляется возможным т.к. она является жидкостью и химически взаимодействует со спиртами [9-10]. Гранулированный хлорид кальция также неприменим т.к. он взаимодействует со спиртами с образованием комплексных соединений.

В данной работе рассматривается способ концентрирования спирта с использованием в качестве водоотнимающего агента безводного карбоната калия (поташа) т.к. он обладает сродством к воде, малотоксичен, относится к III классу опасности, и при этом нерастворим в спирте.

Растворимость карбоната калия в воде: 105,5 г/100 мл (0 °С); 110,5 (20 °С); 155,7 (100 °С). Кроме того, поташ сильно гигроскопичен. Образует несколько кристаллогидратов: $K_2CO_3 \cdot 0,5H_2O$, $K_2CO_3 \cdot 1,5H_2O$ и $K_2CO_3 \cdot 5H_2O$, второй из них образуется при кристаллизации из водных растворов при хранении безводной формы на воздухе. Все перечисленные гидраты полностью обезвоживаются при 150-160 °С [11]. При нагревании выше 1200 °С карбонат калия разлагается на оксид калия и углекислый газ [12].

Определение водоотнимающей способности поташа проводили на 50 масс.% водном растворе изопропанола (C_3H_7OH). Для экспериментов использовали сухой свежепрокаленный поташ. Объёмную долю (концентрацию) изопропанола в водоспиртовой смеси определяли ареометрическим способом.

К раствору изопропанола прибавляли сухой K_2CO_3 до тех пор, пока поташ не переставал растворяться, и жидкость не расслаивалась. Внизу образовывался слой водного раствора карбоната калия, вверху – концентрированный раствор изопропанола. Для экспериментов использовали серию навесок с различным массовым соотношением «раствор C_3H_7OH / K_2CO_3 ». Экспериментально определённая зависимость концентрации конечного раствора изопропанола от массового соотношения K_2CO_3 к исходному раствору показана на рисунке 1.

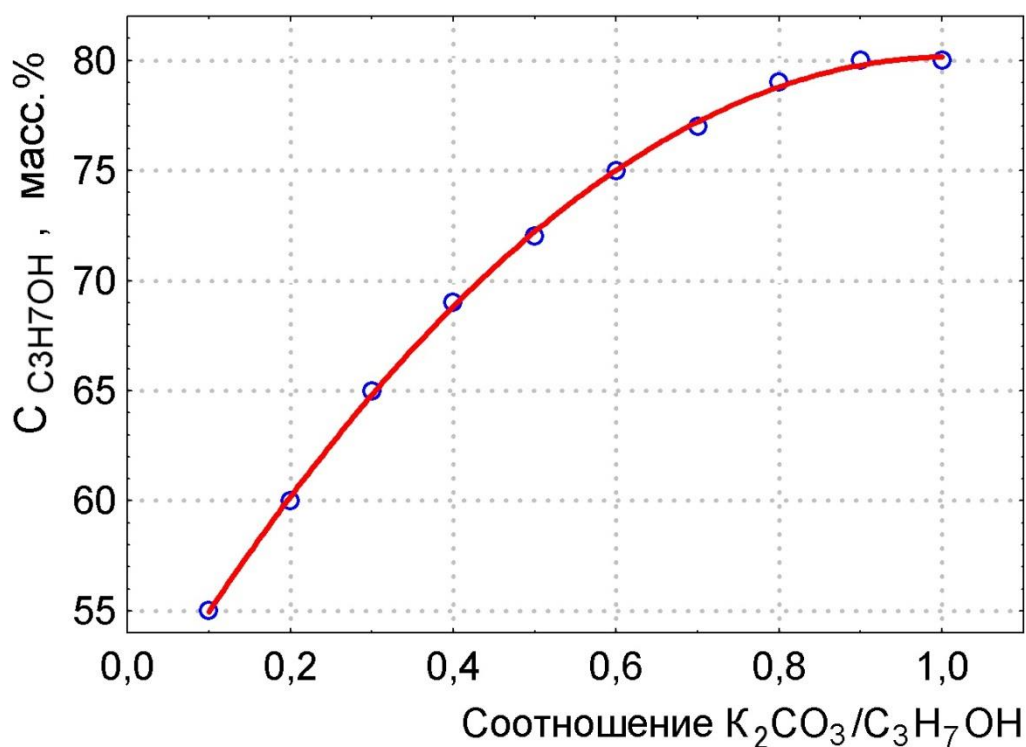


Рисунок 1 - Зависимость концентрации конечного раствора изопропанола от массового соотношения K_2CO_3 к исходному раствору

Исследования показали, что при массовых соотношениях « K_2CO_3 / раствор C_3H_7OH » менее 0,8 карбоната калия недостаточно для экстракции

изопропанола, и концентрация C_3H_7OH в конечном растворе не превышает 75 об.% (см. рисунок 1). Соотношение « K_2CO_3 / раствор C_3H_7OH » более 1,0 не приводят к увеличению концентрации спирта выше 80 об.%, что свидетельствует о недостаточно высокой водоотнимающей способности поташа для получения безводных спиртов. Как видно из рисунка 1, оптимальным для концентрирования изопропанола является диапазон соотношений « K_2CO_3 / раствор C_3H_7OH » от 0,8 до 1,0. При данных массовых соотношениях компонентов удаётся получать изопропанол с концентрацией в 80 об.%.

Для достижения наибольших значений концентрации изопропанола необходимо проводить исследования по варьированию температурно-временного режима экстрагирования спирта, а также проводить подбор более эффективного водоотнимающего агента.

Список литературы:

1. Коломиец А.А., Манаенков К.А., Найденов А.А. Оценка показателей надежности автотранспортных средств // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1. С. 47
2. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Кинетика ингибирования процессов горения угля // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.
3. Строкова Я.А., Клименко Н.Н. Комплексная щелочно-щелочноземельная активация гранулированного доменного шлака // Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 4. С. 130-132.
4. Картечина Н.В., Макова Н.Е., Шацкий В.А., Дорохова А.М. Информационная модель учета сельскохозяйственной техники // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1. С. 40
5. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Батраков В.В. Физическая химия. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 448 с.

6. Чиркин С.О., Картечина Н.В., Рубанов В.А. Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2.

7. Торицына В.Н., Картечина Н.В., Яшина Т.К., Васильев В.П. Реализация проектов машинного обучения и искусственного интеллекта // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-научоград РФ. 2021. С. 224-225.

8. Бучилин Н.В., Басаргин О.В., Варрик Н.М., Луговой А.А. Особенности спекания высокопористых керамических материалов на основе системы Al_2O_3 – MgO // Неорганические материалы. 2020. Т. 56. № 4. С. 438-445.

9. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Моделирование распространения загрязняющих веществ, образующихся в результате работы источников выброса // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 1.

10. Бобрович Л.В., Андреева Н.В., Картечина Н.В., Никонорова Л.И., Пчелинцева Н.В. Повышение точности определения вариационно-статистических характеристик и оценки различий в исследованиях // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 3 (29). С. 69-75.

11. Калия карбонат // Химический энциклопедический словарь / Гл. ред. И. Л. Кнунянц. М.: Сов. Энциклопедия. 1983. 792 с.

12. Ксензенко В. И., Стасиневич Д. С. Калия карбонат // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред. И. Л. Кнунянц. М.: Советская энциклопедия. 1990. Т. 2: Даффа - Меди. С. 288. 671 с. 100 000 экз. — ISBN 5-85270-035-5.

UDC 54.058

A METHOD FOR THE CONCENTRATION OF ISOPROPANOL IN AN AQUEOUS SOLUTION INCREASING

Nikolai V. Buchilin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
isk115599@rambler.ru

Ivan P. Krivolapov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
ivan0068@bk.ru

Sergey Yu. Sherbakov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Scherbakov78@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University
Michurinsk, Russia

Abstract. Alcohols are widely used in industry and agroengineering as solvents and liquids for parts cleaning. However, aliphatic alcohols are hygroscopic and saturated with water during storage. The task of developing an operational, cheap and non-highly qualified method for increasing the concentration of alcohols is urgent. The paper considers a method for increasing the concentration of an isopropanol solution in a model solution by using potassium carbonate as a water-removing agent. It has been shown that this method allows to increase the concentration of isopropanol from 50 to 80 vol.%.

Keywords: isopropanol, isopropyl alcohol, potassium carbonate, potash, solution concentration, extraction.

The article was submitted 01.02.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 22.03.2024.