

УДК 547-302

## МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОПРОПИЛХЛОРИДА В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Николай Викторович Бучилин**

кандидат технических наук, доцент

isk115599@rambler.ru

**Елена Николаевна Лисова**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

lisova-elena2024@mail.ru

**Сергей Юрьевич Щербаков**

кандидат технических наук, доцент

Scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В настоящей работе рассмотрен способ синтеза изопропилхлорида из изопропанола и соляной кислоты. Изопропилхлорид может быть использован в качестве полярного апротонного растворителя, имеющего температуру кипения ниже +40 °С, что позволяет использовать его в холодное время года без риска кристаллизации. Показано, что предложенный метод позволяет получать изопропилхлорид с выходом целевого продукта порядка 35 %.

**Ключевые слова:** изопропилхлорид, хлор-алканы, изопропанол, галогенпроизводные алканов

Алкил-хлориды (хлор-алканы) представляют собой производные алканов, в которых один из атомов водорода заменён атомом хлора. Общая формула алкил-хлоридов:  $R-Cl$ , где  $R$  – алкановый радикал [1-2]. В промышленности наибольшее применение находят этилхлорид (хлорэтан) и изопропилхлорид (2-хлорпропан). Этилхлорид представляет собой бесцветный легкосжижаемый и легковоспламеняемый газ, и находит применение в основном в медицине в качестве анестетика. Изопропилхлорид представляет собой бесцветную легковоспламеняющуюся жидкость со сладковатым запахом, малорастворимую в воде (растворимость до 0,45 %). Температура кипения  $+35,7$  °С. Изопропилхлорид относится к полярным апротонным растворителям, поэтому находит применение в промышленном и лабораторном органическом синтезе в качестве растворителя [3-4]. На предприятиях сельского хозяйства возникает необходимость в небольших количествах полярных растворителей для удаления минеральных масел с различных поверхностей [5-6].

В промышленных условиях хлор-алканы чаще всего получают из соответствующих им алкенов путём проведения реакции с хлороводородом при повышенном давлении. В настоящей работе рассматривается лабораторный метод синтеза изопропилхлорида из изопропилового спирта (изопропанола) и соляной кислоты с использованием хлорида цинка в качестве катализатора.

На предприятиях сельского хозяйства представляется возможным получение алкилхлоридов в количествах до 1 кг/месяц, что является достаточным для внутреннего пользования сотрудниками с целью использования хлоралканов в качестве растворителей и очистителей поверхностей металлических изделий [7-8]. В предыдущих исследованиях [9-10] были предложены способы лабораторного получения полярных апротонных растворителей в условиях предприятий сельского хозяйства. В настоящей работе рассматривается лабораторный метод получения изопропилхлорида путём проведения реакции изопропилового спирта (изопропанола) с соляной кислотой с добавлением хлорида цинка (паяльной кислотой).

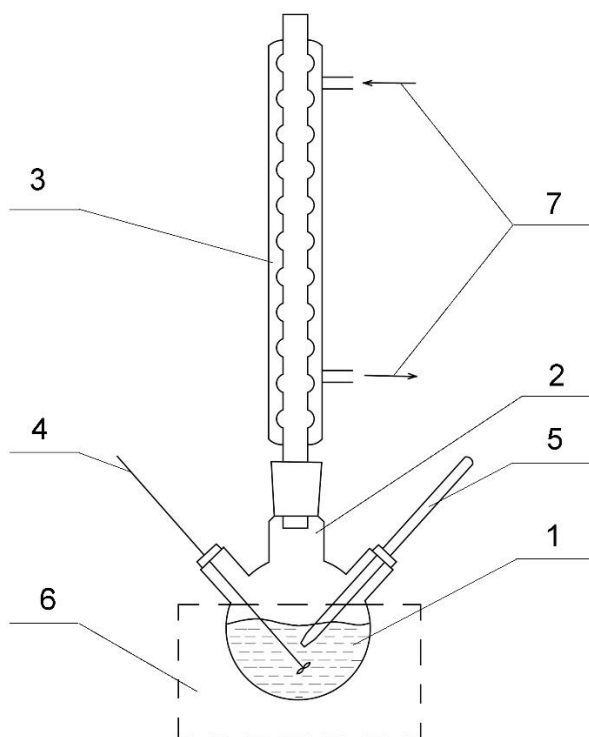
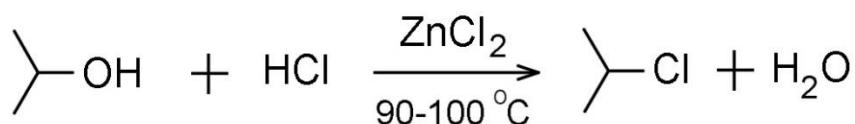


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки по синтезу изопропилхлорида из изопропанола. 1 – изопропанол безводный; 2 – сферическая колба; 3 – обратный холодильник (шариковый); 4 – лопастная мешалка; 5 – термометр; 6 – песчаная баня; 7 – подача воды для охлаждения паров.

Реакцию синтеза изопропилхлорида проводили приборе, изображённом на рисунке 1. Смесь безводного изопропанола массой 250 гр, 125 гр соляной кислоты 30 масс.% и 10 гр хлорида цинка (1) загружали в трёхгорлую колбу объёмом 500 мл (2). К центральному горлу колбы подсоединялся обратный холодильник (3) с водяным охлаждением в противоток выделяющимся парам реакционной смеси (7). К боковым горлам колбы подсоединялись лопастная мешалка и термометр. На дно колбы опускались керамические кипелки. Колба ставилась на песчаную баню и нагревалась до температуры кипения реакционной смеси (порядка 85 °С). Реакционная смесь кипятилась в течение 2 часов при постоянном перемешивании. После завершения реакции изопропилхлорид отделялся от смеси при помощи делительной воронки. Остатки реакционной смеси в колбе охлаждались до -15 °С, и оставшийся изопропилхлорид также отделялся от смеси декантацией.

Превращение изопропилового спирта в изопропилхлорид может быть описано в виде суммарного уравнения реакции:



Выход изопропилхлорида составил порядка 110 гр, что составляет порядка 35 % от теоретического. Выход является низким т.к. для образования хлор-алканов требуется максимально высокая концентрация кислоты, которая при давлении воздуха 1 атм и температуре +25 °С составляет 35 %. Однако хлороводород, образующий с водой соляную кислоту, является летучим соединением, и увеличение концентрации кислоты выше 30 % приводит к преждевременному испарению хлороводорода из реакционной смеси. Для увеличения выхода целевого продукта необходимо проводить дальнейшие исследования по оптимизации соотношения компонентов и опробованию проведения реакции в замкнутых условиях (автоклавах).

#### Список литературы:

1. Нейланд О.Я. Органическая химия // М.: «Высшая школа» 1990. 751 с.
2. Иванов Д.М., Иванов М.Г. Химия галогенов: учеб. пособие // Екатеринбург: «Издательство Уральского университета». 2014. 84 с.
3. Шаталова Н.И., Хайруллина О.Д., Сайфутдинова М.Н. Органическая химия. Галогенпроизводные углеводородов. Спирты. Фенолы: учеб. пособие // Казань: «Печать-сервис XXI век». 2023. 146 с.
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.
5. 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.

6. Щербаков С.Ю., Криволапов И.П., Стрельников Д.И., Коробельников А.П. Характеристика методов проведения анализа риска // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. С. 253.

7. Клименко Н.Н., Нистратов А.В., Киселева К.И., Делицын Л.М., Сигаев В.Н. Применение вторичного углеродного волокна для армирования композиционного материала на основе щелочеактивированного доменного шлака // Стекло и керамика. 2020. № 11. С. 28-31.

8. 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.

9. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Метод получения фенолмагнийбромида из магния и бромбензола в условиях предприятий сельского хозяйства // Наука и Образование. 2024. Т. 7. № 2.

10. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Метод получения растворителя на основе циклопентанола в условиях предприятий сельского хозяйства // Наука и Образование. 2024. Т. 7. № 2.

**UDC 547-302**

## **A METHOD FOR OBTAINING OF ISOPROPYL CHLORIDE IN THE CONDITIONS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

**Nikolai V. Buchilin**

candidate of technical sciences, associate professor

isk115599@rambler.ru

**Elena N. Lisova**

candidate of agricultural sciences, associate professor

lisova-elena2024@mail.ru

**Sherbakov Sergey Yurievich**

candidate of technical sciences, associate professor

scherbakov78@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** In this paper, a method for the synthesis of isopropyl chloride from isopropanol and hydrochloric acid is considered. Isopropyl chloride can be used as a polar aprotic solvent having a boiling point below +40 °C, which allows it to be used in the cold season without the risk of crystallization. It is shown that the proposed method makes it possible to obtain isopropyl chloride with a yield of about 35 % of the target product.

**Keywords:** isopropyl chloride, chloralkanes, isopropanol, halogen derivatives of alkanes

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 21.03.2025; принята к публикации 31.03.2025.

The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 21.03.2025; accepted for publication 31.03.2025.