

УДК 547.272.1

## МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА ИЗ ЭТАНОЛА В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Николай Викторович Бучилин**

кандидат технических наук, доцент

isk115599@rambler.ru

**Алексей Васильевич Аксеновский**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

noky2002@mail.ru

**Сергей Юрьевич Щербаков**

кандидат технических наук, доцент

scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

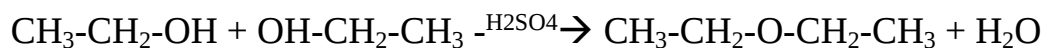
**Аннотация.** В настоящей работе рассмотрен способ синтеза диэтилового эфира из этанола в среде серной кислоты. Данное вещество может быть использовано в качестве полярного апротонного растворителя в условиях предприятий сельского хозяйства. Диэтиловый эфир имеет температуру кипения ниже 40 °С, что позволяет использовать его в холодное время года без риска кристаллизации и набора вязкости. Показано, что предложенный метод позволяет получать диэтиловый эфир с выходом порядка 40-65 %.

**Ключевые слова:** простые эфиры, диэтиловый эфир, спирты, этиловый спирт, реакция этерификации.

Простые эфиры низших одноатомных спиртов имеют формулу  $R_1-O-R_2$ , где  $R_1$  и  $R_2$  – органические радикалы. Они представляют собой легколетучие жидкости, являющиеся сильными полярными апротонными растворителями. Полярность молекул эфиров возникает за счёт двух неподелённых электронных пар на атоме кислорода эфира [1, 2]. Простые эфиры получают из соответствующих им одноатомных спиртов по реакции этерификации. Такие соединения могут применяться в качестве растворителей с различной температурой кипения [3, 4]. На предприятиях сельского хозяйства возникает необходимость в небольших количествах таких растворителей для удаления минеральных масел с поверхностей сельскохозяйственных машин и аппаратов [5, 6].

В настоящей работе опробован лабораторный метод синтеза диэтилового эфира из этилового спирта путём проведения реакции этерификации в присутствии серной кислоты.

Образование диэтилового эфира из соответствующего ему этилового спирта в результате дегидратации последнего в присутствии водоотнимающего агента (серной кислоты) описывается уравнением реакции:



Данное превращение протекает при комнатной температуре и не требует нагрева т.к. при нагреве происходят конкурирующие реакции спирта с серной кислотой с образованием серосодержащих органических соединений.

Схема лабораторной установки для синтеза диэтилового эфира аналогична лабораторной установке, использованной нами ранее в работе [7]. В 2 л сферическую колбу наливали 0,8 л этилового спирта с различной концентрацией, и порциями при постоянном перемешивании добавляли 0,8 л 97 % серной кислоты. На дно колбы погружали керамические кипелки, в горловину колбы вставлялся ёлочный дефлегматор и начинали перегонку, собирая эфир в пределах 35-40 °С. По мере выкипания эфира в колбу через дефлегматор приливали тонкой струёй этиловый спирт. Реакцию считали завершённой, когда образование эфира заметно замедлялось, и температура в

дефлегматоре поднималась выше 45 °С. В процессе реакции в сферическую колбу прибавляли порядка 1,4 л этилового спирта. Продолжительность синтеза составляла 16 часов.

По завершении реакции диэтиловый эфир промывали сначала водой, после чего – насыщенным раствором хлорида кальция. Далее эфир сушили в эксикаторе над безводным сульфатом магния [8].

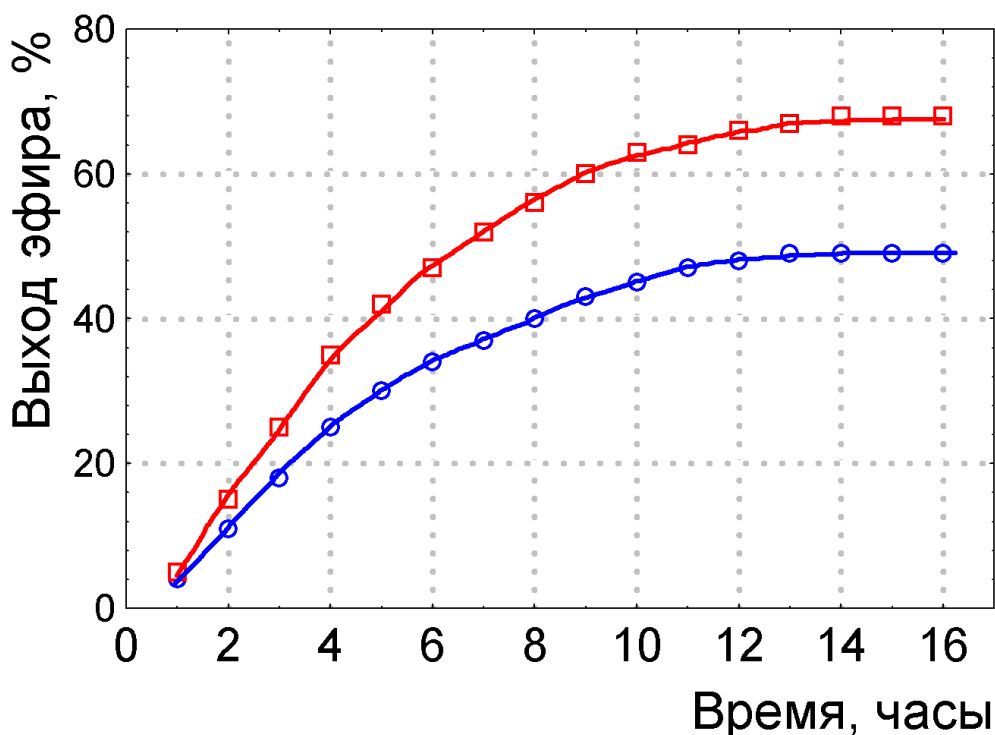


Рисунок 1. Зависимость образования диэтилового эфира от продолжительности синтеза. – при использовании 96 % спирта; – при использовании осушенного спирта.

Кривые зависимости выхода эфира от продолжительности синтеза представлены на рисунке 1. Как видно из полученных данных, реакция превращения спирта в эфир прекращается через 12-14 часов после её начала. Выход целевого продукта зависит от концентрации этилового спирта и составляет порядка 0,74-0,76 л (48-49 %) от теоретического при использовании 96 % спирта и 1,0-1,1 л (65-68 %) при использовании осушенного (обезвоженного) спирта.

Таким образом, в ходе проведённых исследований показана принципиальная возможность получения простых эфиров в условиях

предприятий сельского хозяйства. Однако выход целевого продукта является невысоким. При этом на выход эфира значительное влияние оказывает наличие воды в реакционной смеси. Уменьшение воды в исходных компонентах и реакционной смеси приводит к увеличению выхода эфира. Также для увеличения выхода целевого продукта необходимо проводить дальнейшие исследования по оптимизации соотношения компонентов и температуре синтеза.

### Список литературы:

1. Нейланд О.Я. Органическая химия / М.: «Высшая школа» 1990. 751 с.
2. 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.
3. Шаталова Н.И., Хайруллина О.Д., Сайфутдинова М.Н. Органическая химия. Галогенпроизводные углеводородов. Спирты. Фенолы: учебное пособие / Казань: Печать-сервис XXI век. 2023. 146 с.
4. Торицына В.Н., Картечина Н.В., Яшина Т.К., Васильев В.П. Реализация проектов машинного обучения и искусственного интеллекта // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-наукоград РФ. 2021. С. 224-225.
5. Бучилин Н.В., Никитина В.Ю., Луговой А.А., Варрик Н.М., Бабашов В.Г. Получение высокопористых керамических материалов на основе алюмо-магнезиальной шпинели // Стекло и керамика. 2020. № 10. С. 7-14.
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.

7. 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.

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.

UDC 547.272.1

## A METHOD FOR OBTAINING OF DIETHYL ETHER FROM ETHANOL IN THE CONDITIONS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

**Nikolai V. Buchilin**

candidate of technical sciences, associate professor

isk115599@rambler.ru

**Alexey V. Axenowskiy**

candidate of agricultural sciences, associate professor

noky2002@mail.ru

**Sergey Yu. Sherbakov**

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 diethyl ether from ethanol in a sulfuric acid medium is considered. This substance can be used as a polar aprotic solvent in the conditions of agricultural enterprises. diethyl ether has a boiling point below 40 ° C, which allows it to be used in the cold season without the risk of crystallization and a set of viscosity. It is shown that the proposed method makes it possible to obtain diethyl ether with a yield of about 40-65%.

**Keywords:** esters, diethyl ether, alcohols, ethyl alcohol, esterification reaction.

Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.