

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЗЛА СИНТЕЗА N-МЕТИЛПИРРОЛИДОНА В МАЛОМАСШТАБНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Р. Р. Хамзин

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л. С. Сорока

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

г. Томск, проспект Ленина, 43

rrh11@tpu.ru

На сегодняшний день, в условия недостатка промышленных товаров, связанного с внешними политическими условиями, создание технологий и производств, направленных на импортозамещение, является крайне актуальным направлением развития экономики.

N-метилпирролидон представляет собой уникальное вещество, широко используемое в области селективной очистки различных продуктов [1]. Сильное удорожание на рынке сбыта N метилпирролидона связано с тем, что на сегодняшний день отсутствует в России производство данного растворителя. Поэтому создание технологии производства данного продукта представляет интерес в рамках малотоннажных продуктов органического синтеза.

На сегодняшний день в мире существует несколько способов получения N-метилпирролидона. В первую очередь следует отметить классический способ получения по синтезу Реппе. Технология включает в себя образование ацетилена через взаимодействие карбида кальция с водой, а затем его реакцию с формальдегидом для образования 1,4-бутиндиола. 1,4-Бутиндиол затем гидрируется до 1,4 бутандиола, который затем дегидроциклизуется до γ -бутиролактона. Последний взаимодействует с метиламином, образуя N-метилпирролидон. В целом, данный способ отличает высокая чистота продукта, высокий выход и возможность масштабирования процесса. Однако, в рамках современных производств, есть ряд недостатков, которые не позволяют данному способу соответствовать экологической составляющей. Реагенты и промежуточные продукты, используемые в процессе, могут быть токсичными и опасными для здоровья и окружающей среды. Кроме того, процесс синтеза Реппе является энергоемким и может требовать большого количества энергии, что может быть экономически затратным.

На протяжении развития технологии синтеза N-метилпирролидона постоянно рассма-

триваются альтернативные способы получения. Как правило все они сводятся в альтернативным способам получения γ -бутиролактона, который дальше взаимодействует с метиламином [2].

При разработке технологии немаловажным фактором является наличие сырьевой базы, поскольку затраты на сырье могут составлять до 60 % себестоимости продукта. В связи с тем, что на российском рынке с 2022 начали производить малеиновый ангидрид, альтернативная технология получения с его использованием N-метилпирролидона становится привлекательной.

Процесс получения N-метилпирролидона в промышленности включает несколько стадий: образование дибутилмалеата, гидрирование до γ -бутиролактона и взаимодействие с метиламином.

Использование селективных катализаторов, подбор необходимых условий позволяет две из трех стадий синтеза проводить с селективностью и степенью превращения близких к единице. В одной стадии проходит образование побочного продукта, который при очистке также может быть использован в качестве сырья для получения других маржинальных продуктов. Несмотря на доступность и простоту данного способа производства N-метилпирролидона, метод имеет и недостатки, связанные высокими технологическими издержками в области нагрева, разделения и очистки полученных продуктов.

Процесс получения N-метилпирролидона из малеинового ангидрида является эффективным и экономически целесообразным, при этом он хорошо подходит для создания малых промышленных производств. Таким образом, выбор метода получения N-метилпирролидона в промышленности зависит от различных факторов, таких как доступность и стоимость сырьевых материалов, технологические возможности и экономическая целесообразность.

В рамках данной работы был выполнен выбор технологии на основании критического об-

зора существующих способов получения N-метилпирролидона, подбор и расчет оборудования, оптимизация тепловых расходов, а также предварительная оценка расходных коэффициентов и инвестиционной привлекательности. В ходе

работы проведен оценочный расчет сроков окупаемости проекта, учтены капитальные затраты на оборудование, на амортизацию, операционные затраты на сырье, расходные материалы, на энергию, на обслуживающий персонал.

Список литературы

1. Ягушев Р.Г., Сайфулин Н.Р. Применение N-Метилпирролидона в процессе селективной очистки масел. – Москва : ЦНИИТЭнефтехим, 1996. – 92 с.
2. Гайле А.А., Залищевский Г.Д. N-Метилпирролидон. Получение, свойства и применение в качестве селективного растворителя. – СПб. : ХИМИЗДАТ, 2005. – 703 с.

СИНТЕЗ МОНОМЕРОВ ДЛЯ ROMP ПОЛИМЕРИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НЕФТЕГАЗОХИМИИ И ПРИРОДНЫХ ТЕРПЕНОВ

У. Ю. Шабанова

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л. С. Сорока

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск, проспект Ленина, 43
uys1@tpu.ru

В современном обществе все больше обращают внимание на усовершенствование химических процессов в сторону снижения затрат на производство, уменьшение побочных продуктов, экономии энергии и т. д. Одной из часто встречающихся проблем на современном производстве является утилизация побочных продуктов различных нефтегазохимических процессов. Одним из способов утилизации жидких отходов является, например, смешение их между собой с последующей реализацией в качестве топлива. Зачастую при этом происходит и сжигание ценного сырья, которое может быть вовлечено в дальнейший передел продуктов органического синтеза.

Цель данной работы заключается в получение мономеров для ROMP полимеризации на основе извлеченных из побочных продуктов пиролиза циклопентадиенов (дициклопентадиенов) и природных терпенов, полученных из растительного возобновляемого сырья. Использование современных технологий для полимеризации синтезированных мономеров, позволяет получать различные композиционные материалы с уникальными свойствами.

Для проведения синтеза, в качестве терпена выбран α -мирцен, в структуре которого присутствует несколько двойных связей, что позволяет значительно расширить возможности использо-

вания полученных мономеров в синтезе функциональных материалов.

Реакцию получения мономера проводили *in situ*. Для этого в двугорлую круглодонную колбу, снабженную мешалкой, обратным холодильником и термометром, загружали дициклопентадиен в количестве, необходимом для эквимолярного образования циклопентадина относительно загруженного в синтез α -мирцена. Синтез проводили до момента исчезновения α -мирцена, за ходом реакции следили с помощью тонкослойной хроматографии. Продукты синтеза представляли собой вязкую желтую массу с приятным запахом. После окончания синтеза реакционную смесь охлаждали, извлекали из реакционной колбы и исследовали с использованием ИК- и ГХМС-спектроскопии.

Проведено исследование полученной реакционной массы посредством ГХМС. По результатам анализа выявлено, что несмотря на отсутствие α -мирцена по результатам ТСХ, в реакционной смеси остались исходные реагенты не вступившие в химическое взаимодействие. Кроме того, в реакционной смеси присутствуют соединения как с одним норборненовым кольцом в структуре, так и соединения, содержащие в своей структуре два норборненовых кольца. При этом в реакционной смеси присутствуют и структурные изомеры образующихся продуктов. Так как производные норборнена представля-