

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-

ют ценность с точки зрения использования их в метатезисной полимеризации, то можно утверждать, что выход «полезных» продуктов составил более 50 %.

Кроме целевых продуктов в реакционной массе также обнаружены продукты димеризации и тримеризации как циклопентадиена, так и α -мирцена. Это связано с использованием повышенных температур в ходе синтеза (170–180 °C). Известно, что протекание диенового синтеза для ряда соединений возможно в условиях комнатной температуры, или даже при постоянном охлаждении. Для других реакций диенового синтеза необходимы более жесткие условия, вплоть до температур в области 200 °C. Использование высоких температур неизбежно приводит к протеканию ряда побочных реакций. Поэтому, не-

обходимо провести ряд мероприятий для увеличения выхода целевых продуктов. Например, подбор и использование катализатора позволит не только увеличить скорость образования продуктов реакции, но и также и изменит селективность процесса, в том числе и стереоселективность.

С целью установления возможности получения высокомолекулярного соединения проведена метатезисная полимеризация полученной реакционной смеси с использованием катализатора Ховейды-Граббса II. После окончания синтеза проведена отмывка полимера от не вступивших в реакцию веществ.

В результате получен полимер, который представляет собой прозрачную, упругую, нерастворимую в хлороформе массу.

Список литературы

1. Кашиковский В.И., Григорьев А.А. // *Катализ и нефтехимия*. – 2006. – № 14. – С. 1–10.
2. Котомин С.В., Романко О.И., Якушева Е.И. *Полимерные материалы и пластики – свойства и применение*. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 45 с.
3. Mudassar Abbas, Maximilian Neubauer, Christian Slugovc // *Polym. Chem.* – 2018. – 9. – P. 1763–1766.

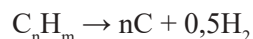
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ Ni–Cu КАТАЛИЗАТОРОВ РАЗЛОЖЕНИЯ МЕТАНА

С. А. Шпакова, К. В. Малыхина, П. Б. Курмашов
Научный руководитель – к.т.н., н.с. П. Б. Курмашов

Новосибирский государственный технический университет
shpakovasofi@gmail.com

В настоящее время переработка нефтяного попутного газа представляет собой серьезную экологическую проблему для нефтедобывающих компаний. Использование новых технологий позволяет получать из него ценные продукты, такие как водород и наноструктурированный углерод. Этот процесс не только снижает затраты на добычу нефти, но и улучшает экологическую ситуацию. Преимущество этой технологии заключается в ее простоте и экологичности, а также в отсутствии вредных выбросов. Фактически, технология может использоваться для переработки легких углеводородов C_1 – C_4 и непосредственно направлена на снижение углеродного следа.

В общем виде, целевая реакция разложения легких углеводородов представлена ниже:



Поскольку основным углеводородом в составе ПНГ, природного газа является метан, то именно его использовали в качестве модельного газа. В данной работе использовали сравнительно новый для данного процесса метод получения катализаторов – горение растворов (solution combustion synthesis). Данный синтез широко используется для получения наночастиц различных металлов и в последнее время применяется для синтеза катализаторов для процесса разложения метана (catalytic methane decomposition). Особенность его в том, что это одностадийный СВС процесс, в результате которого из прекурсоров (нитраты металлов) получают наночастицы оксидов металлов в результате сильной эк-