

способность к разложению под действием определенных биологических факторов, к которым относятся группы грибов и бактерий, средой обитания которых является почва или компост [3]. Для исследования биоразлагаемости полученных материалов образцы инкубировали с микроорганизмами-деструкторами, присутствующими в компосте. Основным оценочным параметром биодеструкции является уменьшение массы образца. В настоящее время идет подготовка бактерий культивированием для проведения эксперимента.

Дальнейшая работа будет направлена на разработку технологии получения биокомпостируемого материала в виде более толстостенных

Список литературы

1. Подденежный Е.Н. // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2015. – № 2. – С. 31–41.
2. Верховский М.А. и др. Биоразлагаемые материалы на основе термопластифицированного крахмала // Материалы XXIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выда-

Таблица 2. Результаты определения водопоглощения полученных пленок

| Характеристика образца | Водопоглощение, мг |
|------------------------|--------------------|
| Без связующего | 0,02 |
| Адипиновая к-та | 0,015 |
| Фумаровая к-та | 0,03 |
| Щавелевая к-та | 0,043 |

изделий. Уже на данном этапе экспериментального исследования можно сказать, что такие материалы могут быть альтернативой упаковочного материала из различных синтетических полимеров, который в дальнейшем превращается в полимерные отходы.

ющихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера. В 2-х томах. – Том 2. – Томск, 2022. – С. 313–314.

3. Рудакова М.А. // Ученые записки казанского университета. Серия естественные науки. – 2021. – Т. 163. – кн. 2. – С. 177–208.

ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ В ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА ДИФЕНИЛАМИНА

С. Д. Кочмарев

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

Лицей при ТПУ

г. Томск, ул. А.Иванова, д.4

slavyynka@mail.ru

На сегодняшний день марочный ассортимент продукции органического синтеза в России представлен в основном базовыми мономерами и полимерами. При этом производство малотоннажной продукции десятилетиями не развивалось в стране, поскольку на рынке были товары как доступные по качеству, так и по стоимости. В связи с постоянно меняющимися условиями в политической и экономической сферах на рынке резко изменился ассортимент продуктов органической химии, при этом часто ухудшается качество продукции и увеличивается стоимость. Поэтому, в настоящее время, становится актуальным развитие малотоннажной химии, способной заменить, и порой вытеснить с рынка низкосортную продукцию.

Известно, что для полимерные материалы широко используются в различных отраслях

промышленности и быта благодаря своим ценным свойствам, таким как прочность, легкость, гибкость и долговечность. Однако эти материалы подвержены различным видам деградации, вызванным воздействием кислорода, тепла, света и других факторов. Для защиты полимеров от деградации и продления срока их службы используются стабилизаторы.

Антиоксиданты являются одним из наиболее важных классов стабилизаторов полимерных материалов. Они предотвращают или замедляют окисление полимеров, которое приводит к образованию свободных радикалов и разрушению полимерных цепей. Антиоксиданты действуют путем связывания свободных радикалов и предотвращения их дальнейшего распространения по полимерной цепи.

Антиоксиданты синтезированные на основе дифениламина используются для стабилизации различных полимерных материалов, включая полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиуретан и другие. Они также используются для стабилизации каучуков и эластомеров. На сегодняшний день в России практически не производят дифениламин, единственное производство устарело, и работает по технологии, которая не удовлетворяет принципам ресурсо- и энергоэффективного производства. Поэтому разработка технологии синтеза как дифениламина, так и стабилизаторов на его основе является важной задачей.

Целью данной работы являлось исследование синтеза дифениламина на гетерогенных катализаторах. В качестве катализаторов использовали оксид алюминия, промотированный различными кислотами. Особенностью синтеза является проведение процесса в условиях, которые позволяют получать максимальный выход от теоретически возможного при данных условиях реакции.

На первом этапе были изготовлены катализаторы. Для этого оксид алюминия помещали в растворы соответствующих кислот, пропитывали несколько часов при подогреве и затем оставляли на сутки. После отфильтровывали и помещали в муфельную печь, где образцы катализатора выдерживали два часа при температуре 240 °С. После этого печь выключали и оставляли до полного остывания.

Установка для синтеза состояла из масляной бани, двугорлой круглодонной колбы, снабжен-

ной трубкой для катализатора и обратным холодильником, для конденсации паров. Анилин помещали в колбу, катализатор засыпали в катализаторную трубку, которую обматывали изоляцией для поддержания в зоне катализатора высокой температуры. Установку включали и вели синтез при кипении анилина, периодически отбирая пробы реакционной смеси. В качестве экспресс анализа использовали тонкослойную хроматографию. После окончания синтеза установку выключали и проводили анализ продуктов, с использованием ИК-спектроскопии.

Следует отметить, что после окончания процесса на катализаторе не обнаружено следов закоксовывания, что позволяет утверждать о возможности использования данного катализатора в последующих синтезах.

Таким образом, рассмотрена возможность использования гетерогенного катализа для синтеза дифениламина. Следует отметить, что при данной технологии не используются дополнительные растворители, практически не образуются промежуточные продукты, не наблюдаются процессы осмоления реагентов или продуктов реакции. Непрореагировавший анилин можно отгонять и возвращать в процесс. Технология синтеза дифениламина, которая протекает без использования растворителей в нейтральной среде, соответствует принципам зеленой химии (предотвращает образование отходов, использует менее опасные химические вещества, снижает энергопотребление, использует катализаторы).

Список литературы

1. *Sahar Al-Malaika, Frederick Axtell, Roger Rotton, Marianne Gilbert Brydson's Plastics Materials (Eighth Edition). Chapter 7 – Additives for Plastics, 2017. – P. 127–168.*