

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

**Джабарова Георгия Викторовича**

на тему: «**Научные основы переработки твердых отходов полиэфиров**»,

представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук

по специальности 2.6.10. Технология органических веществ

Полиэтилентерефталат (ПЭТ) входит в пятерку наиболее распространенных полимерных материалов. Помимо роста производства полиэфирных волокон на основе полиэтилентерефталатов и других сложных эфиров, наблюдается значительно увеличивающийся с каждым годом спрос на ПЭТ-тару для напитков. Как известно, скорость разложения ПЭТ в природе достаточно низкая, что приводит к накоплению отходов использованного пластика, вследствие чего вопрос его эффективной утилизации требует пристального внимания.

Диссертационная работа Джабарова Г.В. посвящена исследованию механизма и закономерностей протекания процессов деполимеризации отходов ПЭТ в полиолах в присутствии соединений калия. Наряду с классическими полиолами, такими как чистые этиленгликоль и глицерин, в качестве реакционной среды также исследовался сопутствующий продукт производства метиловых эфиров жирных кислот (биодизеля) – глицерин-сырец, содержащий стеарат или гидроксид калия. В силу многокомпонентного состава утилизация глицерина-сырца существенно затруднена, что снижает экономическую и экологическую составляющие производства биодизельного топлива. Таким образом, в своей диссертационной работе автор решает актуальную задачу математического описания процессов деполимеризации ПЭТ в полиолах и разработки методов эффективной утилизации накапливающихся отходов как потребления пластика, так и производства био-дизеля.

Автором проведено комплексное исследование процессов деполимеризации ПЭТ в полиолах, включая не описанное до этого применение в качестве деполимеризующего агента глицерина-сырца, предложено математическое описание процесса, учитывающее последовательный распад полиэфирных цепей до низкомолекулярных продуктов не только через внешнюю поверхность контакта реагирующих фаз, но и через образование калиевых интеркалатов. В рамках данной работы были разработаны и опробированы аналитические методики, позволяющие контролировать показатели процесса (степень превращения ПЭТ и соединений калия, а также состав образующихся продуктов),

Практическая значимость работы заключается в комплексном изучении

закономерностей условий протекания процесса (температура, мольное соотношение реагентов и т.д.) на строение образующихся продуктов, определение оптимальных условий получения либо терефталата калия, либо жидких олигомерных этиленгликоль или глицерил-терефталатов, которые могут быть использованы в качестве сырья в рамках концепции производства ПЭТ замкнутого цикла. С учетом нечувствительности процесса к присутствию посторонних примесей показана возможность совместной утилизации как полимерных отходов ПЭТ, так и глицерина-сырца. Предложена принципиальная технологическая схема процесса, что может способствовать созданию замкнутого цикла производства как метиловых эфиров жирных кислот (дизельного био-топлива), так и ПЭТ.

Основные результаты диссертации представлены на 12 научных конференциях всероссийского и международного уровня. По результатам работы опубликовано 3 статьи в журналах, входящих в международные базы данных, и одна статья в журнале, входящем в перечень ВАК, а также получены 2 патента на изобретение.

По диссертационной работе можно сделать следующие **замечания**:

1. В диссертационной работе недостаточно полно учтен вклад в деполимеризацию ПЭТ процессов сольволиза калиевых соединений в полиолах, а именно обратимые реакции обмена катиона  $K^+$  между стератом/гидроксидом калия и полиолами с появлением в реакционной среде равновесных концентраций этиленгликолята/глицерата калия и стеариновой кислоты/воды. С учетом высокой активности полиалкоголятов калия в направлении реакции алкоголиза сложных эфиров, можно предложить постоянный расход такого интермедиата в процессе деполимеризации ПЭТ и, следовательно, сдвиг равновесия реакции сольволиза стеарата/гидроксида калия в полиолах в сторону образования таких реакционноспособных интермедиатов.
2. В схеме деполимеризации ПЭТ в глицерине в присутствии стеарата калия (путь Б, рисунок 3 автореферата) предлагается указать, что основным процессом является образование интермедиатов Oligo2 и Oligo 3, в то время как появление олигомеров Oligo1 с большей степенью вероятности может быть объяснено возможным присутствием в реакционной среде примеси КОН, чем реакцией ПЭТ со стеаратом калия.
3. В качестве возможной дальнейшей проработки перспективных технологических подходов деполимеризации ПЭТ с использованием глицерина-сырца в присутствии калиевых соединений можно предложить исследовать влияние различных добавок,

способных образовывать прочные комплексы с  $K^+$ , а именно краун-эфиров и тп, на эффективность процесса деполимеризации ПЭТ в таких условиях.

Необходимо отметить, что сделанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общий высокий уровень диссертационной работы. Материалы, представленные в автореферате, позволяют сделать заключение, что диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Джабаров Г.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.10. Технология органических веществ

Главный эксперт Службы развития продуктов и технологий Центр «Эластомеры», АО «Воронежсинтезкаучук», ПАО Сибур Холдинг

Аксенов Кирилл Владимирович, PhD (University of Helsinki, Finland)



«30» мая 2022 г.

Подпись заверяю \_\_\_\_\_



Адрес организации: 394014 Воронеж, Ленинский проспект 2, АО «Воронежсинтезкаучук», Центр «Эластомеры»,

e-mail, тел.: [aksenovkiv@vsk.sibur.ru](mailto:aksenovkiv@vsk.sibur.ru), +7(473) 220-67-09