

интерес. Значения УХМ варьируются от 0,9 до 4,0 Вт/гадс, что показывает возможность конструирования компактной САО, которую можно использовать в ограниченном пространстве ЦОД.

Таким образом, предложенный мезопористый силикагель является эффективным адсор-

бентом паров воды и может быть рекомендован для использования в циклах САО ЦОД.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания Института катализа СО РАН (проект FWUR-2024-0036).

Список литературы

1. Davies G.F., Maidment G.G., Tozer R.M. *Using data centres for combined heating and cooling: An investigation for London // Appl Therm Eng. Elsevier Ltd. – 2016. – Vol. 94. – P. 296–304.*
2. Gupta R. et al. *Cooling architecture selection for air-cooled Data Centers by minimizing ex-*
3. *ergy destruction // Energy. Pergamon. – 2020. – Vol. 201. – P. 117625.*
3. Gupta R. et al. *Workload management for air-cooled data centers: An energy and exergy based approach // Energy. Pergamon. – 2020. – Vol. 209. – P. 118485.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ГОМОГЕННОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ ТАЛЛОВОГО МАСЛА

В. М. Чоботова, Н. А. Хомутов, А. Ди Мартино, А. Е. Ашихмин

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент НОЦ И. Н. Бутакова ИШЭ ТПУ М. В. Пискунов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
vms5@tpu.ru

Биодизель является одним из наиболее перспективных альтернативных жидких топлив в настоящее время. Однако, при сравнении биотоплива с традиционным дизельным топливом по-прежнему остается проблема, связанная с его высокой стоимостью. В связи с чем рассматриваются такие биоконпоненты второго поколения, которые получают из отходов, например, талловое масло как один из наиболее доступных типов биомассы на планете [1]. Наиболее распространенным способом получения биотоплива является каталитическая переэтерификация.

Целью данного исследования является экспериментальное установление условий гомогенной каталитической переэтерификации дистиллированного таллового масла в метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК), при которых характеристики МЭЖК будут наиболее близки к ГОСТ Р 53605-2009 [2].

В качестве катализатора используется серная кислота (H_2SO_4). Для переэтерификации массовое соотношение талловое масло:метанол: H_2SO_4 составляет 1:0,5:0,03. Масло нагревается до 65 °С в химическом реакторе с терморубашкой. Для контроля температуры ис-

пользуется криостат. По достижении заданной температуры в масло добавляется смесь метанола и H_2SO_4 . Реагенты перешиваются с помощью верхнеприводной мешалки в течение часа. После завершения реакции смесь отстаивается в течение трех часов в делительной воронке, в результате чего происходит выделение и удаление глицерина. Оставшееся биотопливо промывается растворителем гексаном (массовое соотношение 1:0,3) в течение 15 минут. Затем происходит промывка водой (массовое соотношение 1:2) и просушивание МЭЖК с использованием магнитной мешалки в течение одного часа при температуре 110 °С.

Вязкость измеряется ротационным вискозиметром Brookfield DV3T-LV; температура вспышки – аппаратом полуавтоматическим ПЭ-ТВЗ по методу Пенски-Мартенса, цетановое число – портативным октанометром ОК-ТАН-ИМ по методу измерения диэлектрической проницаемости биотоплива. Также для анализа выхода МЭЖК применен метод газовой хроматографии, реализованный на приборе «Кристалл 5000.2» с колонкой HP-1-MS (30 м; 0,25 мм; 0,25 мкм). Анализ фракций выполнялся в режиме ли-

нейного программирования температуры. Сбор и обработка данных проводились с применением программы «Аналитик 3.1» и библиотеки масс-спектров NIST.

Проведен подбор оптимальных условий переэтерификации. Выполнено варьирование массовых концентраций компонентов: масло (100–200 г), метанол (40–100 г), H_2SO_4 (1–14 г), а также температуры реакции (65–72 °C). После определения оптимального массового соотношения, проанализирован фактор времени реакции (1–3 часа), установлено влияние компонентов, используемых при промывке биотоплива, на его свойства (растворы сульфата натрия и уксусной кислоты, гексан). Также протестированы способы стадийного добавления катализатора и предварительной подготовки сырья (смешение масел при массовом соотношении талловое/рапсовое – 90/10 %, 80/20 % и 50/50 %, предварительный нагрев масла до 250 °C).

При промывке МЭЖК гексаном и использовании метода смешения масел 50/50 % полу-

чены образцы с наиболее близкими к ГОСТ свойствами. Использование гексана при промывке привело к снижению вязкости биотоплива до 7,7 мм²/с (диапазон в ГОСТ [2]: 3,5–5 мм²/с), а применение метода смешения масел уменьшило цетановое число до 124 (минимальное значение в ГОСТ [2]: 120). Анализ компонентного состава этих двух наиболее удачных образцов МЭЖК показал, что по индивидуальному углеводородному составу они абсолютно похожие, по количественному составу – отличаются. Массовая доля МЭЖК в одном случае составляет 88,17 % масс., в другом – 83,39 % масс. Количество жирных кислот закономерно в первом случае меньше и составляет 7,03 % масс., а во втором – 9,79 % масс. Развитие работы предполагает комбинирование перспективных способов подбора условий переэтерификации.

Исследование выполнено при поддержке программы развития Томского политехнического университета «Приоритет-2030-НИП/ЭБ-038-375-2023».

Список литературы

1. Demirbas A. Production of biodiesel from tall oil // *Energy Sources, Part A. Taylor & Francis*. – 2008. – Vol. 30. – № 20. – P. 1896–1902.
2. ГОСТ Р 53605-2009. Топливо для двигателей внутреннего сгорания. Метилловые эфиры жирных кислот (FAME) для дизельных двигателей. Общие технические требования. – Введ. 2009-12-15.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИТОКАХ РЕКИ ИШИМ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

П. А. Шуплецова, Ю. О. Белоусова

Научный руководитель – к.х.н., доцент профессор Н. С. Ларина

Тюменский государственный университет

625003, г. Тюмень, ул. Володарского, 6

polina.a.shupletsova@gmail.com

Вопрос увеличения содержания биогенных элементов в водах малых рек является актуальным, в связи с малой степенью перемешивания водной толщи, что приводит к эвтрофированию водотоков. Этот процесс может иметь природное происхождение (микробиологическое разложение органического вещества), протекающего в течение длительного времени [1]. Большую биогенную нагрузку на водный объект накладывает хозяйственное освоение водотоков. В результате этого усиливается развитие фитопланктона, нарушается окислительно-восстановительный ба-

ланс и снижается самоочищающая способность рек [2].

Целью исследования являлось изучение характера распределения биогенных элементов (соединений N и P) в водах 10 малых рек, являющихся притоками р. Ишим (на территории Тюменской области), и сопоставление полученных результатов с данными 1991 г. [3]. Пробы воды были отобраны в августе 2020 года в соответствии с нормативными документами [4]. Отбор проб производился в местах, подверженных антропогенному воздействию. Содержание биогенных веществ (соединения N и P) в воде опре-