

М.А. Тимошкіна, асп.; А.И. Юсевич, доц., канд. хим. наук;  
Е.И. Грушова, доц., канд. хим. наук (БГТУ, г. Минск)

## ВОЗМОЖНОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Сфера поиска собственных источников углеводородного сырья во всем мире непрерывно расширяется, охватывая все больше и больше направлений, более или менее доступных для разработки и эксплуатации, начиная с тяжелых нефтей и битуминозных песков, заканчивая тем, что может предложить гидросфера.

В вопросе энергетической безопасности Республики Беларусь значительная роль отводится имеющимся запасам торфа, бурого угля, горючих сланцев. Кроме того, большое внимание уделяется биомассе, включая древесину, древесные отходы, накопившиеся запасы лигнина, а также некоторые сельскохозяйственные культуры, которая рассматривается как наименее «проблемный» и наиболее дешевый собственный источник сырья и энергии. Так, активно разрабатываются пиролиз и газификация лигноцеллюлозного сырья, поскольку эти процессы позволяют получить, помимо углеводородных газов и углеродистого остатка, жидкие углеводороды, которые могут быть использованы в качестве сырья для производства топлив в нефтехимической промышленности. Например, при быстром пиролизе древесины получают жидкий продукт – бионефть – с выходом до 70% [1]. Достаточно широкая сырьевая база и низкие энергозатраты делают процесс весьма перспективным. Однако получаемый продукт обладает высокой вязкостью, низкой стабильностью, слабой испаряемостью и высокой кислотностью (содержание кислорода 30-60%). Поэтому для успешного включения бионсфти в цепочку производства топлив требуется также стадия каталитического гидрооблагораживания.

Одним из наиболее эффективных способов использования биомассы считается переработка ее в этиловый спирт. Получаемый биоэтанол является жидким топливом, в составе бензинов либо индивидуально [2]. Он также может служить сырьем для различных отраслей промышленности.

Вовлечение биоэтанола в производство моторных топлив позволяет снизить потребление нефтепродуктов, уменьшить выброс парниковых газов, улучшить качество воздуха в густонаселенных районах, сократить использование энергии ископаемых топлив.

При компаундировании этанола с неэтилированным бензином возрастает октановое число топлива, снижается количество вредных выбросов выхлопных газов и уменьшается расход бензина.

Однако, применение этанольных топлив, кроме достаточно высокой стоимости самого этанола, выявляет и некоторые эксплуатационные недостатки:

- повышенная коррозионная активность по отношению к ряду конструкционных материалов;
- ухудшение смазывающих и противоизносных свойств;
- пониженная теплота сгорания;
- отрицательное воздействие на резины и пластмассы (проникает в материал шлангов и герметических уплотнений, что увеличивает потери топлива при испарении);
- расслаивание спиртобензиновых смесей в присутствии воды;
- повышение давления насыщенных паров, и, как следствие, увеличение вероятности образования паровых пробок в топливной системе.

Указанные недостатки устраняются с помощью пакетов присадок комплексного действия. Тем не менее, использование биоэтанола как топлива в зоне умеренного климата ограничено, поэтому предлагают рассматривать его как сырье для производства широкого спектра углеводородов конверсией на цеолитных катализаторах.

Существенная доля в производстве топлив на мировом рынке принадлежит сейчас растительным маслам. Наибольшей производительностью по маслу с единицы используемой для культивации площади характеризуются микроводоросли. Значительно отстают пальмовое масло, масло ятрофы и рапсовое. Ожидается, что неиспользуемое как пищевое сырье масло ятрофы станет переходным этапом от производства топлив первого поколения, получаемых из пищевых растительных масел и сахаров (в случае этанола), к топливам второго поколения, производимым из лигноцеллюлозного сырья и водорослевых масел.

Для Республики Беларусь с ее климатическими условиями наиболее вероятным источником растительных масел является рапс. Сейчас в республике активно расширяется производство метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК), а в частности метиловых эфиров рапсового масла (МЭРМ), используемых как компонент дизельного топлива.

МЭЖК обладают высоким цетановым числом. Однако, при контакте с воздухом могут окисляться, что приводит к образованию кислот, коррозии и выпадению осадка. А это в свою очередь ведет к порче как оборудования для транспортировки и хранения, так и самого дизельного двигателя. Проблемой также является повышенная эмиссия оксидов азота и альдегидов при сгорании МЭЖК [3]. Производители двигателей устанавливают свой порог по содержанию сложных эфиров жирных кислот – не более 6 %. Поэтому существует необходимость

поиска альтернативы для МЭЖК.

Многие компании разрабатывают процессы гидрооблагораживания растительных масел и животных жиров. В зависимости от условий процесса производят компоненты дизельных и реактивных топлив. Так, получаемый при гидрогенизационной переработке растительных масел «парафиновый биодизель» (ПБД) представляет собой смесь парафинов нормального строения с цетановым числом порядка 90 и температурой помутнения до 20°C [4]. При добавлении стадии гидроизомеризации удастся снизить температуру помутнения до минус 30°C, однако при этом снижается выход получаемого дизельного топлива за счет образования побочных продуктов, которые относятся к керосину и нефти.

В таблице сравниваются топливные свойства нефтяного дизельного топлива, МЭРМ и ПБД. МЭРМ как компонент смешения характеризуется высоким цетановым числом, низким содержанием серы, отсутствием полиароматических углеводородов и превосходной смазывающей способностью. Тем не менее, он негативно влияет на плотность, теплотворную способность, температуру помутнения и стабильность. ПБД характеризуется еще более высоким цетановым числом, еще меньшим содержанием серы, меньшей плотностью, отсутствием полиароматических соединений и лучшей температурой помутнения. Однако он отрицательно влияет на смазывающую способность топлива.

Таблица – Основные свойства нефтяного дизельного топлива, МЭРМ и ПБД

Показатель	Нефтяное дизельное топливо	МЭРМ	ПБД (после изомеризации)
Кислород, %	0	11	0
Плотность	0.84	0.88	0.78
Сера, ppm	<10	<1	<1
Теплота сгорания, МДж/кг	43	38	44
% изменения в эмиссии NOx	0	+10	от 0 до минус 10
Температура помутнения, °C	минус 5	7	минус 20 – +20 (от минус 30 до минус 5)
Полиароматические углеводороды, %	4	0	0
Пределы кипения, °C	200-350	340-355	265-320
Цетановое число	51	50-65	70-90
Стабильность	Высокая	Низкая	Высокая

Для получения ПБД также предлагают процессы мягкого гидрокрекинга метиловых эфиров рапсового масла. Изучаются возможности переработки масел в условиях каталитического крекинга, индиви-

дуально либо в смеси с вакуумным газойлем. Главным недостатком этих процессов является их высокая стоимость. В работе [5] показана возможность термодеструктивной переработки рапсового масла в смеси с тяжелыми нефтяными остатками в топливные фракции, которая значительно проще и дешевле, чем упомянутые выше процессы. Кроме того, введение рапсового масла в сырье традиционных процессов, например, висбрекинга, позволит снизить количество образующегося котельного топлива за счет увеличения выхода топливных фракций.

Немаловажным для Беларуси является и то, что при выработке 1 т рапсового масла образуется 5 т твердых отходов (жмых, солома), которые так же могут использоваться как сырье для производства топлива либо непосредственно для выработки энергии. Налаженная схема, включающая термодеструктивную переработку рапсового масла в смеси с тяжелыми нефтяными остатками и пиролиз твердых отходов выработки масла, может стать неплохим вариантом в решении вопроса частичного замещения импорта нефти для производства топлива.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Гелетуха, Г.Г. Обзор современных технологий получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом. / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная. // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – М., 2000. – С. 3–10.

2 Карпов, С.А. Автомобильные топлива с биоэтанолом / С.А. Карпов, В.М. Капустин, А.К. Старков. – М.: КолосС, 2007.

3 Opportunities for biorenewables / Jennifer Holmgren [et al.] // Foster Wheeler [Electronic resource]. –2007. –Mode of access: [http://fwc.com/publications/tech\\_papers/getpapers.cfm](http://fwc.com/publications/tech_papers/getpapers.cfm). – Date of access: 04.10.2009.

4 Green diesel and biodiesel. A Technoeconomic and Life Cycle Comparison / Tom Kalnes [et al.] // UOP LLC [Electronic resource]. –2007. – Mode of access: [http://uop.com/pr/relaeses/Green\\_Diesel\\_AFTC\\_Kalnes\\_rev2.pdf](http://uop.com/pr/relaeses/Green_Diesel_AFTC_Kalnes_rev2.pdf). – Date of access: 04.10.2009.

5 Термодеструкция гудрона в присутствии рапсового масла / А.И. Юсевич [и др.] // Молодежь в науке – 2007: прил. к журн. Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі: в 4 ч. Ч. 3. – Мн.: Белорус. наука, 2008. – С. 343–346.