

УДК 621.311:502.5

В. А. МАЛЯРЕНКО, д-р техн. наук, профессор

Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков

А. И. ЯКОВЛЕВ, д-р техн. наук, профессор

Национальный аэрокосмический университет «ХАИ» им. Н. Е. Жуковского, г. Харьков

**БИОДИЗЕЛЬ – АЛЬТЕРНАТИВА ДИВЕРСИФИКАЦИИ
МОТОРНЫХ ТОПЛИВ**

Представлен краткий обзор состояния, перспектив производства и применения возобновляемого экологически чистого топлива для дизельных двигателей – биодизеля на основе использования растительных масел и животных жиров.

Наведено короткий огляд стану розвитку, перспектив виробництва та використання відновлюваного екологічно безпечного палива для дизельних двигунів – біодизеля на основі використання рослинних олій та тваринних жирів.

Возобновляемая энергия, биотопливо, биодизель

Народная мудрость гласит: «Новое – хорошо забытое старое». Данное утверждение в полной мере можно отнести к концепции использования «растительного масла» в качестве топлива, которая была предложена Рудольфом Дизелем ещё в 1895 г., уже в 1900 г. продемонстрирована практически на всемирной выставке в Париже и затем незаслуженно забыта [1].

Интерес к данной идее возродился в 70÷80-ых годах XX века в связи с колоссальным увеличением объема потребления первичной энергии во всех её формах, составляющего в настоящее время около 10•10⁹ тонн нефтяного эквивалента в год. Изменение топливно-энергетического баланса, распределения первичных энергоресурсов и их прогрессирующее сокращение, в целом, на планете и в отдельных странах, в частности, заставляют искать новые концепции и подходы, основанные, в том числе, на использовании возобновляемой энергии. В немалой степени этому способствовали энергетические кризисы конца XX века [2, 3].

Настоящая проблема особенно актуальна для Украины, не обладающей достаточным количеством собственных первичных энергоресурсов, но, в то же время, имеющей крайне энергозатратную экономику, ориентированную на преимущественное потребление газа. К чему это приводит, наглядно продемонстрировали события «газовой зимы» 2006 года. Главный вывод – нельзя строить энергетическую независимость страны на использовании всего лишь одного энергоресурса, тем более, в условиях почти полного практического отсутствия альтернативы. Без решения вопросов диверсификации топлива – невозможно обеспечить динамичное развитие экономики Украины, её реальную энергетическую безопасность и независимость, а, следовательно, и независимость государственную.

Данное обстоятельство в полной мере относится как в целом к энергоресурсам Украины, так и к её «жидкой» топливной составляющей – жидкому энергетическому и дизельному топливу. Не случайно в последнее время широко обсуждаются возможности и перспективы Украины в решении проблемы создания и освоения возобновляемых энергоресурсов, в частности, альтернативного топлива из биомассы [1–16].

Жидкое биотопливо уже является важной составляющей энергобаланса многих развитых стран, особенно не имеющих достаточного количества собственных энергоресурсов. Как справедливо отмечается в [4], производство и применение жидких топлив из биомассы не только укрепляет энергетическую безопасность страны, но и положительно влияет на улучшение экологической ситуации, способствует созданию новых рабочих мест, в первую очередь, в сельском хозяйстве. Наиболее распространенными на мировом энергетическом рынке являются биоэтанол и биодизельное топливо (биодизель).

Наибольшие перспективы имеет производство жидкого биодизельного топлива на основе растительных масел. Это объясняется, прежде всего, высокой экологической эффективностью

при использовании в ДВС. По прогнозам специалистов, в ближайшее время предусматривается покрытие значительной доли (до 12 %) мировой потребности в дизельном горючем за счет жидкого биотоплива, главным образом на основе биодизеля – метиловых (этиловых) эфиров жирных кислот [9–11, 15, 16].

Исходным продуктом для получения биодизеля являются растительные масла (рапсовое, соевое, подсолнечное и др.) с животными жирами (отходы мясокомбинатов). Возможными добавками также могут быть фритюрный жир (чебуречные, пирожковые и др.), а также синтетические жирные кислоты. Следует отметить, что собственно рапсовое или соевое масла – это ещё не биодизель. По определению американского общества по тестированию и материалам биодизельное топливо – это моноалкиловые эфиры длинноцепочечных жирных кислот, получаемых из растительного масла или животного жира. Именно эти эфиры метанола (или этанола) являются биодизелем, а процесс химического замещения в жирах глицерина спиртами называется переэтерификацией [1].

Проблема выработки и расширенного применения возобновляемой энергии, в том числе и биодизеля, комплексная, связанная с целым рядом факторов: нормативно-правовых, сырьевых, научно-технических, финансово-экономических, организационных. Ниже рассмотрим основные из них в приложении к возможности развития на Украине производства жидких моторных топлив – биодизеля.

Нормативно-правовая и сырьевая база

Кабинет министров Украины утвердил [1] концепцию Государственной программы развития производства дизельного биотоплива на период до 2010 года. Документ разработан в связи с необходимостью обеспечения села топливом по разумным и стабильным ценам, снижения зависимости украинской экономики от импорта нефтепродуктов. Запланированный объем затрат на реализацию программы составляет около 170 млн. евро. Предусмотрена её государственная финансовая поддержка на возвратной основе, в качестве источников финансирования определены также инновационные средства и деньги предприятий аграрно-промышленного комплекса.

Следовательно, альтернативное топливо в Украине теперь «в законе». Принят закон «Об альтернативных видах жидкого и газообразного топлива», открывший путь разработке соответствующих стандартов. Стандарты позволяют не только свободно продавать товар, но и, что не менее важно, свидетельствуют о его потенциале и особенностях. Все это позволяет при разработке стандартов на горючее на основе спирта или рапсового масла зарегистрировать его как масло или какую-либо смесь. И тем самым избежать оплаты акцизного сбора, так как полученная горючая смесь не является обычным горючим – продуктом переработки нефти.

Таким образом, появляются реальные основания активизации применения альтернативного топлива на Украине. Уже этой весной ряд агрофирм, начавших раньше применять биодизель, существенно расширил посевные площади под рапс. Число агрофирм, обеспечивающих сами себя горючим, растет. «Выполнив необходимые расчеты, мы увидели, что ездить на биодизеле выгоднее, даже учитывая затраты на оборудование. Тем более, что мы выращиваем рапс сами и поэтому застрахованы от таких лихорадок, как этой весной с дизтопливом», – рассказали в ООО «Бортнички» (бывшее КСП) Бориспольского района под Киевом. Нынешней весной оборудование для производства биобензина и биодизеля впервые начали изготавливать в Украине. Первопроходцем нового направления стала киевская фирма «Тронка-Агротех». Этим проектом уже заинтересовались банк «Украина» и «Правекс-банк», которые согласились финансировать продажу такого оборудования в лизинг.

Особо следует отметить Винницкую область, которая первой подключилась к программе развития дизельного биотоплива. В области засеяно рапсом уже 41 тыс. га (почти треть всех посевов этой культуры в Украине). До конца 2006 г. планируется построить три завода мощностью в 20,0 тыс. тонн биодизеля каждый. Однако инвесторы, в данном случае немецкие компании, готовы предоставить деньги лишь при условии 100 % экспорта готовой продукции

за рубеж [14]. Мощный завод по переработке рапса строится (опять же, по немецким технологиям) в Шевченковской районе Харьковской области.

Как видим, возникают две проблемы. О первой роль шла выше – 100 % поставка готового биодизеля за рубеж. Вторая – отсутствие собственных технических новаций, без которых роль Украины может свестись к поставкам в другие страны, что еще хуже, рапсового сырья. При этом энергозависимость Украины, естественно, не уменьшится.

И, все-таки, главное препятствие массовому применению альтернативного топлива – несовершенство необходимой нормативной базы. Так, кроме стандартизации, альтернативное топливо требует подтверждения своей «альтернативности» уполномоченным органом исполнительной власти. Но до сих пор не определен ни орган, который будет выдавать документ об идентификации топлива, ни порядок его выдачи. В законе стимулирование использования альтернативных видов топлива и предоставление его производителям «... субсидий, дотаций, налоговых, кредитных и других льгот...», создание льготного режима инвестиционной деятельности задекларировано, но не обеспечено. В решениях Кабинета Министров пока еще отсутствуют конкретные пункты, направленные на реализацию этого закона. Поэтому подобные льготы могут носить, в лучшем случае, форму отсрочки или рассрочки оплаты налогов.

Важной составляющей рассматриваемой проблемы является необходимость создания масштабной сырьевой базы. Украина, как никакая страна, может обеспечить семенами рапса и его производными – рапсовыми маслами не только себя, но и европейские страны, уже вырабатывающие и использующие биодизель, например, Германию, Австрию, Польшу и др. При этом одновременно появляется возможность использования незанятых посевных площадей, развития нового рынка для сельскохозяйственной продукции, новых форм и перспектив заработка фермерских хозяйств, стабилизации сельских регионов и сохранения культурных ландшафтов, решения социальных задач и т.п.

Все это должно способствовать росту в Украине производства и применения альтернативных видов топлива. Однако темпы такого роста пока ещё крайне медленные, в первую очередь, из-за консервативности, низкого экологического сознания и недостаточной пропаганды данного направления.

Биотопливо: виды, характеристики, производство, направления использования

В настоящее время, если говорить о жидком биотопливе, самые популярные его первичные энергоносители – рапсовое масло и биоспирт. Среди альтернативных конечных энергоресурсов в Украине применяют биогаз и горючее на основе технического спирта (биобензин – аналог бензина А-80) и биодизель.

Как уже отмечалось, технология получения биодизеля – реакция переэтерификации ацилглицеринов жиров и этерификация жирных кислот – включает смешение исходных продуктов с метиловым (этиловым) спиртом в присутствии катализаторов.

Основные свойства бинарного топлива и эколого-экономические характеристики биодизеля при его использовании в ДВС следующие:

- отсутствие ароматических углеводородов и малое количество CO₂;
- отсутствие серы (0,001 %);
- биоразлагаемость (98 % за 21 день);
- снижение количества токсичных компонентов в отработанных газах на 25 – 50 %;
- увеличение удельного эффективного расхода топлива на 6 – 8 % (в молекуле биотоплива 8 – 10 % кислорода);
- практическое равенство эффективного КПД дизеля при работе на дизельном и предлагаемом топливе.

Главные достоинства смазочно-охлаждающих материалов на основе модифицированного рапсового масла:

- распространение сырья, альтернатива нефтяным продуктам;

- высокая экологическая безопасность в стадии производства;
- возобновляемый характер сырья – рапсового масла;
- благоприятные условия производства в многих областях Украины [1, 5, 12 – 16].

Среди разработанных в Украине масел отметим:

- трансмиссионное масло IV класса ТМ RSF 10 (лучшее среди известных);
- пластичная смазка “Литрол-11” для автомашин и сельхозмашин (аналог лучшей среди известных смазок “Литол-24”);
- дизельное топливо биодизель типа “Метефрол-10”;
- физический катализатор топлива “Тонус”.

Последние позволяют сэкономить 5 – 14 % топлива и увеличить мощность двигателя на 12 – 22 %, снизить количество токсичных выхлопных газов в 3 – 4 раза. Промышленное производство биодизеля на основе рапса создает дополнительные преимущества за счет восстановления растительного сырья и практически экологически чистых продуктов его горения. Исходная формула:

солярка + рапсовое масло = биодизель!

Возможны варианты. Так, например, на немецких заправках компаний British Petroleum, Aral и Shell появилось новое топливо для дизельных автомобилей – 95 % солярки + 5 % рапсового масла, более экологичное, чем обычная солярка. Согласно недавно принятому закону, в Германии в состав дизельного топлива должно входить с конца 2005 года в среднем 2 %, а к концу 2010 года до 5,75 % масла растительного происхождения. Данный вид экологически чистого топлива уже поступил в продажу на ряде заправочных станций в Германии и Англии под названием GlobalDiesel.

По сообщению представителей компании Greenergy, которая разработала этот вид топлива, использование его позволяет сократить на 5 % выброс углеродистых выделений диоксида и на 28 % – количество взвешенных частиц в выхлопе, являющихся одним из самых серьезных “загрязнителей” воздуха. При этом стоимость GlobalDiesel всего на два пенса превышает стоимость обычного дизельного топлива и не требует переделок в двигателях. То есть, заправляться этим топливом может любой дизельный автомобиль.

В Германии солярка на АЗС со всеми налогами стоит около 1,04 Dm за литр, в то время как цистерна рапсового масла на маслобойне – 0,7 Dm за литр. Местным фермерам литр этого рапсового масла обходится по себестоимости – с учетом правительственных дотаций, примерно, по 0,55 Dm за литр. С гектара немецкому фермеру (при европейском климате и высоком уровне агротехники) удастся снимать до 1200 – 1500 л масла. Причем, поскольку лучше всего это масло хранится в самих семенах, фермер может вырабатывать его на своей маслобойке по мере потребности.

По данным российских хозяйств, при средней урожайности рапса в 12÷13 ц/га и содержании масла в семенах 40 – 45 %, гектар земли дает 500 – 600 л масла в сезон. Хорошие хозяйства получают до 21 – 28 ц/га, что составляет от 900 до 1200 л рапсового масла с га. В то же время, автомобиль типа “Москвич-2141” с двигателем “ЭЛКО”, расходующий в среднем 5 л рапсового масла на 100 км, требует при пробеге 10 000 км в год около 500 л рапсового масла, т. е. один гектар может обеспечить топливом в зависимости от урожайности один, два автомобиля. Трактор (типа Т-25 с двигателем “ЭЛКО”), обрабатывающий в течении сельхозсезона площадь в 10 гектар, требует в год 400 – 600 л рапсового масла.

Применение биодизеля в настоящее время интенсивно обсуждается, исследуется и реализуется в Германии, США, Франции, Великобритании, Австрии, Швейцарии, Швеции, Китае, Малайзии, Бразилии. В европейских странах акцент делается на его экологические свойства. Как следствие, использование рапсового масла в качестве топлива городских автобусов в Цюрихе, интерес к биотопливной технологии в экологических кругах и общинах целого ряда стран, политических организаций “зеленых”, например, “ГринПис” и др.

Другим перспективным потребителем рапсовых масел в качестве энергетического топлива

являются теплоэлектростанции и блочные ТЭЦ для децентрализованного энергоснабжения перерабатывающих и муниципальных предприятий. Так, энергетическое использование биомассы в федеральной земле Северный Рейн – Вестфалия (на юге Рурского бассейна) подтвердило эффективность метода полного использования энергетического сырья на месте с минимальными транспортными путями, без крупных технических установок, с применением имеющейся техники и зданий.

В данном проекте, реализованном в 1995 году, объединены получение, складирование и обработка сырья, производство энергии и тепла, энергоснабжение. На маслобойке из семени производится масло и жмых. Блочная ТЭЦ с шестицилиндровым мотором, работающем на фильтрованном растительном масле, мощностью 80 КВт (эл.) и 110 КВт (тепл.) и котел, работающий на измельченной твердой биомассе (смесь шелухи рапса, древесной щепы и соломы), мощностью 600 КВт, снабжают электроэнергией и теплом жилой поселок. Подвод отходящих газов блочной станции в топку котла позволяет оптимизировать процесс сжигания и сократить выбросы. При соблюдении 3-х летнего севооборота, плантация в 100 гектаров полностью снабжает жилой поселок (50 квартир) электроэнергией и теплом. Для работы блочной ТЭЦ мощностью 80 КВт в автоматическом режиме, при продолжительности работы 7000 час/год, требуется 100 000 л масла/год.

С учетом того, что трактор сельскохозяйственного предприятия (140 л. с.) потребляет 35 л/час, оставшихся 20 000 л рапсового масла достаточно для работы трактора (570 час/год) Поставка рапсового семени производится фермерским хозяйством на контрактной основе. Стоимость рапсового семени – 390 ДМ/т. Стоимость рапсового масла – 1000 ДМ/т. Рыночная стоимость рапсового жмыха (как кормовой добавки) на мировом рынке составляет 300 ДМ/т.

Количество получаемого семени, масла и жмыха показано в таблице 1.

Таблица 1

С плантации в 1 гектар	С плантации в 100 гектаров
Урожай: 3,6 т рапсового семени	Урожай: 3,600 т рапсового семени
1200 л рапсового масла	120,000 л рапсового масла
2,4 т рапсовый жмых	240 т рапсовый жмых

Чисто энергетическое использование рапсового масла регулируется ценами на минеральное топливо и дизель, которые, в частности, для Германии составляют: дизельное горючее: 1,79 – 1,85 ДМ/л; биодизель: 1,50 ДМ/л; бензин: 2,08 – 2,10 ДМ/л.

Германия занимает первое место в ЕС по производству и применению биодизеля. В 2002 году было получено 450 тыс. тонн этого топлива, что составляет примерно 15 % его общего производства в ЕС. В целом на европейском континенте ежегодно этерифицируется около 1 млн. тонн рапсового масла, что составляет примерно 84 % всех масел, поддающихся этому процессу. Следует подчеркнуть, что в ближайшие годы планируется увеличение данной продукции примерно до 3 млн. тонн. Даже на низкокачественных землях возможен урожай рапса 13÷15 ц с гектара. Для получения же 1 тонны бионефти требуется 36 тонн семян. Преимущества биотоплива и региональных (местных) сырьевых ресурсов стали причиной того, что всё больше видов масел перерабатываются в эфиры. Как упоминалось, эфиры рапсового масла служат для изготовления топливных смесей с минеральным дизельным топливом после метиловой и этиловой переработки.

Переработка рапса (прессование, очистка, рафинация, извлечение эфиров и пр.) с последующей продажей нефтеперерабатывающим заводам рапсового масла, используемого в качестве энергоносителя, может осуществляться в сельских районах, объединенных по его производству на небольших маслобойнях. Рапсовый шрот, образующийся при получении масла на малых маслобойнях, можно использовать в качестве корма в сельском хозяйстве. Возможно создание крупных объединений маслобоен по типу сахарорафинадных заводов.

Другой путь самообеспечения горючим – производство биобензина: переработка мелясы

на этанол с помощью специального химического реактора. Добавление октан-добавки и модифицированного эфира позволяет получить на выходе аналог 80-го бензина. В Украине работают первые заводы по производству такого биобензина в Луганской, Полтавской и Донецкой областях при себестоимости полученного бензина 850 грн/т. Установка по производству биобензина мощностью 500 – 1500 л в сутки стоит \$ 5 – 20 тыс., а вся подготовительная работа занимает два месяца. До недавнего времени завод по переработке спирта на горючее можно было купить только в Западной Европе, однако в этом году фирма «Тронка-Агротех» начала его выпуск в Украине. Окупить проинвестированные средства владельцы таких заводов надеются за 1 – 3 года. Технология производства биодизтоплива примерно та же – эфир добавляют к рапсовому маслу, однако необходимое оборудование стоимостью \$ 120 – 150 тыс., окупаются уже после первого года эксплуатации.

Пока еще производство биодизеля в Украине доступно только тем, кто самостоятельно выращивает рапс и производит рапсовое масло на собственных мощностях. Себестоимость биодизеля в этом случае составляет 1300 грн/т. Если брать рапсовое масло по рыночной цене по 1800 грн/т, то выработанное из него дизтопливо будет стоить 2100 грн/т. Это превысит цену нефтяного дизтоплива, даже с учетом его возможного подорожания до 1800–1900 грн/т. По этим же причинам пока что нерентабельно использование традиционной технологии получения горючего из рапсового масла – смешивание обычного дизтоплива с рапсовым маслом в пропорции 70:30. Поэтому потенциальный круг производителей биодизтоплива на сегодняшний день ограничивается крупными агрофирмами, обрабатывающими 10 – 20 тыс. га земли и использующими горючее, выработанное из биологического сырья, исключительно для собственных нужд.

Тем не менее, как видим, имеется реальная альтернатива нефти и газу. При определенных условиях производство и использование рапсового масла или технического спирта может оказаться выгоднее бизнеса на нефтепродуктах. Экологические же преимущества рапсового масла несомненны в аспекте эмиссии токсичных компонентов, особенно канцерогенных. Тем более, что сокращение эмиссии приобретает всё большее значение.

Возможные организационные модели и технология производства биодизеля

Использование приобретенного в странах ЕС опыта позволяет Украине существенно расширить возможности собственного аграрного сектора путем освоения перспективной отрасли альтернативной энергетики. На это направлены усилия специалистов Украины, в том числе и Харьковской области [15, 16].

На первом этапе организационные модели производства биодизеля в Украине должны включать в себя:

- создание районного завода, пайщики которого – изготовители сельскохозяйственной продукции, поставляют произведенный рапс, за соответствующие средства;
- выжимка семян рапса в районах выращивания и региональное использование выжимок;
- транспортировка масла для этерификации на специальный перегонный завод, охватывающий территорию области;
- промышленное производство масложирового продукта, обезмасливание, этерификация и сбыт.

Весь технологический процесс показан на рис. 1. После первой выжимки, перед которой семена могут быть предварительно подогреты и измельчены, выжимки перемешивают в экстракционной камере с растворителями (бензин, гексан), в которых растворяется оставшаяся часть жиров.

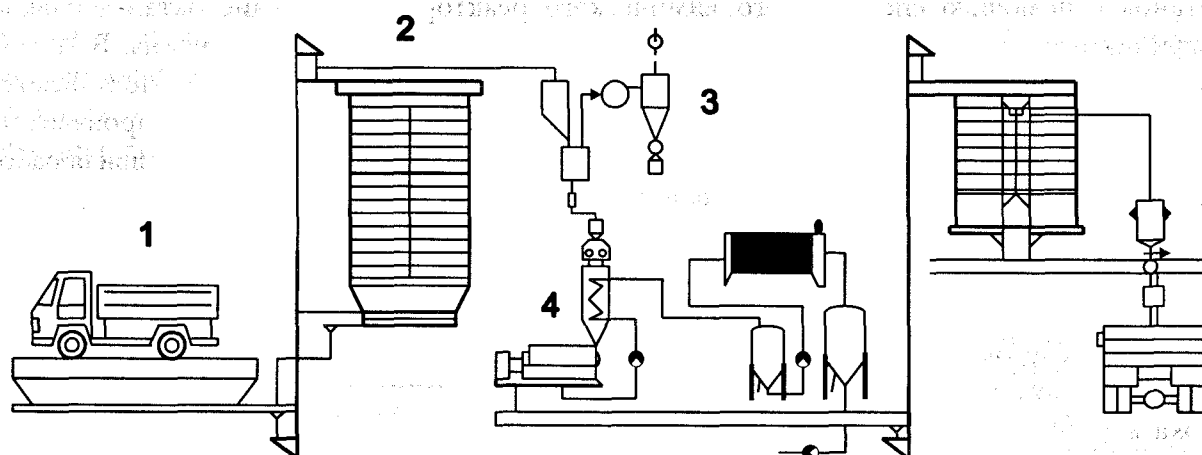


Рис. 1. Схема производства масла: 1 – разгрузка сырья; 2 – хранение; 3 – фильтрация пыли; 4 – к линии производства.

Эту смесь подогревают, а пары растворителей конденсируют и повторно используют. В результате процесса экстрагирования в шроте остается только 1–2 % жиров. Масло, полученное в процессе экстракции, обычно перемешивается с маслом, полученным после первой выжимки, в пропорции 2:1.

В противовес экстракции, холодная выжимка масла – полностью нейтральный для окружающей среды метод, а шрот после холодной выжимки – ценный корм для животных, содержащий жиры (8 ÷ 12 %) и белки (30 ÷ 32 %). Учитывая содержание жиров, период хранения шротов не должен превышать 3 месяцев. На экономическую эффективность получения биодизельного топлива, кроме цены за эфир, существенно влияет стоимость продажи шротов (около 2/3 массы семян рапса) и глицериновой фракции.

Второй этап включает в себя такие важные элементы переработки сырья как процессы фильтрации и нейтрализации масла. Метилловые эфиры из рапсового масла получают в результате этерификации. В зависимости от применяемых методов, предложенных в [1, 5–10], получают смесь метилловых эфиров, жирных кислот, а также глицероловые фракции с разным содержанием глицерина. По своей сущности технология изготовления биодизельного топлива из рапсового масла построена на физической и химической переработке отфильтрованного масла в метилловый эфир.

В процессе реализации третьего этапа производства биодизеля в зависимости от типа производства выделяют две технологии получения биотоплива:

- «холодную», при которой процесс получения биотоплива проходит при температуре 20 – 70 °С с применением щелочных катализаторов;
- «горячую», которая требует прохождения реакции трансэтерификации при температуре 240 °С и под давлением около 10 МПа.

Наиболее эффективна технология, основанная на использовании дешевой тепловой или ночной электрической энергии, повышающая качество и эффективность технологического процесса производства биодизеля. Основное сырье для реализации технологии – рапсовое масло.

Реакция этерификации состоит в добавлении одновалентного спирта в триглицериды при наличии кислотных или основных катализаторов, растворенных в спирте. В реакциях при наличии кислотного катализатора необходимо применять высокие давления и температуры. При этерификации с использованием основного катализатора (NaOH) необходимо подогревание масла до температуры > 60 °С, а при применении гидроксида калия процесс этерификации может протекать даже при комнатной температуре (> 15 °С).

В состав получаемого после этерификации продукта входит: глицериновая фракция, составляющая 20 – 25 % массы и содержащая 35 – 45 % глицерина; 10 – 20 % метанола и около

50 % смеси мыла и эфиров из масла и катализатора.

Выше было показано, что рапсовое биодизельное топливо перемешивается в указанных стандартами пропорциях с традиционным дизельным топливом с добавлением определенных присадок для стабилизации его качества. Установлено также, что теплота сгорания биотоплива (34,3 – 41,7 МДж/т) ниже, чем дизельного. При применении биодизельного топлива общая мощность и крутящий момент для большинства двигателей практически не изменяются в результате повышения затраты топлива на 5 – 7 %, что компенсирует падение энергетической ценности биотоплива.

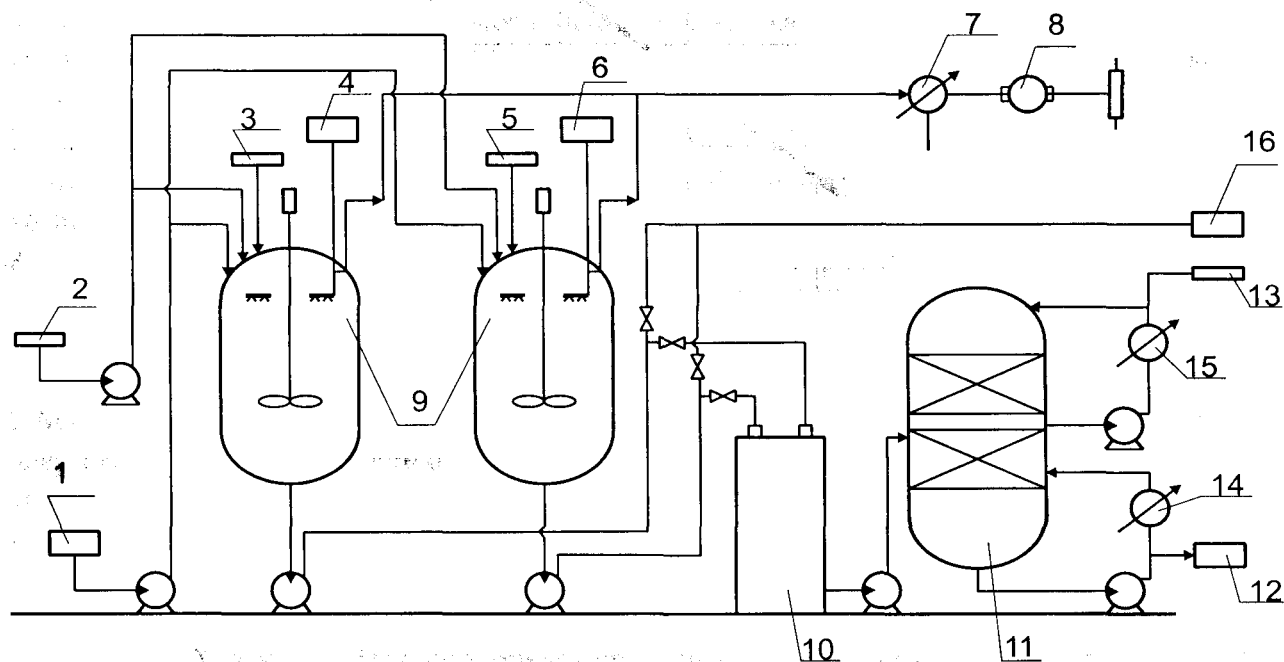


Рис. 2. Схема технологической линии этерификации рапсового масла:

1 – рапсовое масло; 2 – метиловый спирт; 3 и 5 – катализатор; 4 и 6 – вода; 7 и 15 – система охлаждения; 8 – вакуум-насос; 9 – реакторы; 10 – промежуточный резервуар (глицерола и метанола); 11 – испаритель метанола; 12 – глицерил; 13 – метанол; 14 – пар; 16 – эфиры

Технологическая линия для организации процесса этерификации масла упрощенно показана на рис. 2. Рапсовое масло 1 и метиловый спирт 2 подаются насосами в реакторы 9, в которые вводят катализатор 3 и 5, и воду 4, 6. Образующийся водяной пар отбирают с помощью клапана 7 и вакуум-насоса 8. Глицероловые фракции вместе с непрореагировавшим метанолом из резервуара-отстойника 10 перекачивают в устройство 11, в котором происходит отделение метанола 13 от непереработанной глицероловой фракции 12.

Обеспечение экономической эффективности биодизельного топлива в условиях Украины требует комплексного учета всех прямых и побочных продуктов при его производстве. Как показывают предварительные расчеты (рис. 3), при затратах на выращивание рапса на уровне 525 грн/т себестоимость биодизельного топлива составит 1,75 грн/л, что практически равно рыночной стоимости дизтоплива в Украине. При этом реальные затраты на выращивание рапса могут составить 300 – 350 грн/т, что обуславливает целесообразность организации производства биодизельного топлива на собственной материально-технической базе [5, 6].

Модельные проекты. В странах ЕС накоплен значительный опыт по рассматриваемой проблематике, который может с успехом использоваться в Украине. Суть его заключается в следующем [15].

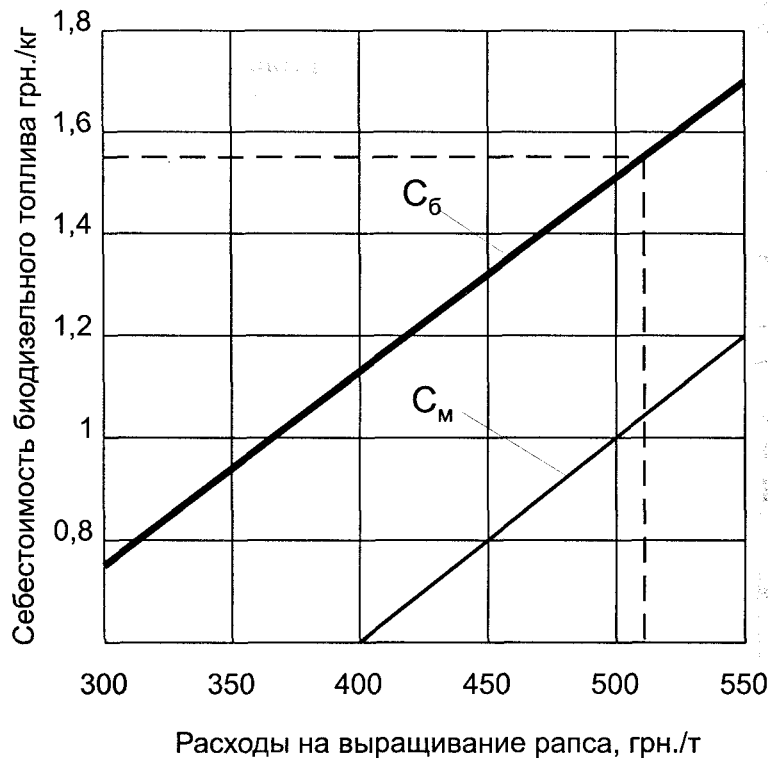


Рис. 3. Зависимость себестоимости биодизельного топлива (C_b) и рапсового масла (C_m) от затрат на выращивание рапса

Проводится широкомасштабная работа, направленная на организацию максимально замкнутых систем, обеспечивающих выращивание, обработку и использование непригодных для пищевых сортов масличных культур, долгосрочное стабильное экономическое развитие сельскохозяйственных, перерабатывающих, ремесленных, коммунальных предприятий и частного сектора.

Реализуются конкретные модельные проекты, ядро которых составляет энергетическое использование растительных масел в качестве топлива для блочных теплоэлектростанций и горючего для дизельных моторов. Типовая модель включает в себя следующие основные составляющие:

- выращивание рапса в регионе (на основе договорных соглашений);
- получение растительного масла (холодным методом выжимания) перерабатывающим предприятием (возможно участие сельскохозяйственного предприятия);
- продажа жмыха, представляющего ценный корм для скота;
- продажа растительного масла и эксплуатация заправочных станций для транспортных средств, моторы которых могут работать на растительном масле;
- создание работающих на растительном масле блочных ТЭЦ для децентрализованного энергоснабжения перерабатывающих, муниципальных предприятий и т. д.
- поэтапное создание производственных и сбытовых возможностей для смазочных материалов, разделительного материала, особых масел на растительной основе и разработка дальнейших региональных и межрегиональных возможностей использования.

Список литературы

1. Стрелко В. Биодизель – актуальная идея столетней давности. – Киев, Зеркало недели № 2 (581) 21.01.06 г.

2. Маляренко В. А., Лисак Л. В. Энергетика. Довкілля. Енергозбереження. /Під заг.ред. проф. В. А. Маляренко. Х.:Рубікон, 2004. – 368 с.
3. В. А. Маляренко, В. В. Соловей, А. И. Яковлев. Возобновляемые энергоресурсы – альтернативное топливо XXI века. //Энергосбережение·Энергетика·Энергоаудит. – 2005, № 10. С. 18–28.
4. Железна Т. А. Стан розвитку та перспективи виробництва й застосування рідких палив з біомаси. – Энергосбережение·Энергетика·Энергоаудит. – 2005. – № 2 (10). С. 19–21; № 3. С. 31–36.
5. Дубровін В. О. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В. О. Дубровін, Н. О. Корчелений, І. П. Масло, О. Шептицький, А. Ромековський, З. Пасторе. – Киев, 180 с.
6. Рустамов Н. А. Биомасса – источник энергии // Н. А. Рустамов, С. И. Зайцев, Н. И. Чернова. – М.: РАН Энергия. Экономика. Техника. Экология. – № 6, 2005. – С. 20 – 29.
7. Корчемний М. О., Федорейко В. С., Щербань В. В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники та посібники, 2001. – 984 с.
8. Гелетуа Г. Г. Перспективы использования в Украине современных технологий термохимической газификации и пиролиза биомассы / Г. Г. Гелетуа, Т. А. Железная, И. И. Борисов, А. А. Халатов. // Промышленная теплотехника. – К. – 1997. – т. 19. – № 4 – 5. – С. 115 – 120.
9. Майрич К. Энергия из травы. – Австрия: Венский технический университет “Дни австрийской энергетики в Украине” 15 – 19 октября 2001 г. (Киев, Ужгород, Харьков). – С. 9.
10. Алексеев В. В. Способ переработки биомассы // В. В. Алексеев, А. М. Гусев, М. Я. Лямин. – М.: Энергия, экономика, техника, экология. – № 6, 2005. – С. 36 – 38.
11. Дикий М. О. Поновлювані джерела енергії. – К: Вища школа, 1993. – 416 с.
12. Семенов В. Г. Экологически чистое бинарное альтернативное биотопливо на основе биодизеля. – Харьков. – Электрооборудование. Энергосбережение. Энергетика. – 2003. – № 2, С. 16.
13. Рожен А., Артюшенко В. Рапсодия о Рапсе. – Киев, Зеркало недели № 38 (566) 01.10.05.
14. Пархомчук Т. Шелуха, дрова, биодизельное пюре. – Киев, Зеркало недели № 1 (580) 2006.
15. <http://www.sciteclibrary.ru/texsts/rus/stat/>
16. <http://taxis.webzone.ru/>

THE BIODIESEL ENGINE – ALTERNATIVE DIVERSIFIKATION
MOTOR FUEL

V. A. Maljarenko, Dr. Techn. Siens, Prof.
A. I. Jakovlev, Dr. Techn. Siens, Prof.

The brief review of a condition, prospects of manufacture and application of renewed ecologically pure fuel for diesel engines - a biodiesel engine on the basis of use of vegetable oils and animal fats, is presented.