

Переработка сырья и ресурсосбережение

УДК 621.892.094:621.892.09.6

Кириченко В.И.¹, канд. хим. наук, докт. пед. наук, проф., **Бойченко С.В.²**,
докт. техн. наук, проф., **Кириченко В.В.³**, канд. техн. наук,
Нездоровин В.П.¹, канд. хим. наук, доцент

¹ **Хмельницкий национальный университет**

ул. Институтская, 11, 29016 Хмельницкий, Украина, e-mail: kirichenko1940@qmail.com

² **Национальный авиационный университет, Киев**

просп. Комарова, 1, 03058 Киев, Украина, e-mail: chemmotology@ukr.net

³ **УкрНИИ НП «Масма», Киев**

просп. Палладина, 46, 03680 Киев, Украина, e-mail: info@masma.ua

Комплексная переработка технических растительных масел : Концепция, методы и технологии

Рассмотрена комплексная переработка технических растительных масел на базовые масла для производства смазочных материалов нового типа — биосинтетических, в частности, биомасла, полифункциональные биомасла-присадки, технические жидкости, биомономеры и т.д. Разработаны системные модели проектов переработки технических растительных масел на основе всесторонне исследованного перечня оптимизированных направлений, методов и технологий процессов. Предложена структурно-логическая схема, которая объясняет химико-технологическую сущность и мотивационные аспекты выбора направлений, методов и технологий модифицирования структуры технических растительных масел. Результаты анализа вязкостно-температурных зависимостей биоматериалов и результатов триботехнических их исследований подтверждают эффективность и рациональность получения и использования биомасел и смазочных композиций в узлах трения. *Библ. 15, рис. 4.*

Ключевые слова: технические растительные масла, биомасла, биомасла-присадки.

Интенсивный научно-технический прогресс на протяжении последних 50-ти лет развития экономики обострил комплекс проблем, в частности, экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения, обновления номенклатуры и ассортимента традиционных материалов разных отраслей экономики, в первую очередь топливно-смазочных материалов (ТСМ). Опыт (в основном зарубежный) разрешения этих глобальных проблем убеждает в том, что научно-технический поиск необходимо сосредоточить на эффективной с технико-экономической точки зрения направленной комплексной переработке технических растительных масел (ТРМ), получае-

мых из возобновляемого сырья, на качественные базовые материалы нового типа — биосинтетические. Следовательно, разработка техногенно безопасных и высокоэффективных технологий переработки таких ТРМ, как рапсовое и соевое генетически модифицированное (ГМ), на биосинтетические материалы тесно связана с развитием инновационного обновления традиционного и консервативного в целом по технико-экономическим и функциональным показателям материаловедения многих отраслей экономики, в первую очередь ТСМ [1–6].

Сырьевые ТРМ рассматриваются специалистами как продукты, наиболее родственные тра-

диционным смазочным материалам (СМ). Однако, с точки зрения триботехнических требований к функциональным свойствам СМ масла имеют существенные недостатки, обусловленные спецификой их молекулярной структуры, в частности, несовершенством таких структурных элементов триацилглицеринов, как глицериновая и ацильные их составляющие [1–10]. Именно поэтому актуальной и неотложной задачей является поиск простых и эффективных методов целенаправленной модификации структуры масел и разработка на этой основе инновационных технологий получения новых базовых ТСМ с определенными свойствами.

Анализ обширной информации (в основном зарубежной) как носителя накопленного опыта исследования проблемы превращения растительных масел в смазочные материалы показывает, что эта задача становится особенно острой в контексте своей полифункциональности, а именно: ресурс- и энергосбережения, экобезопасности, расширения ассортимента базовых материалов и повышения их эксплуатационных показателей до уровня лучших образцов современных СМ — синтетических масел с учетом их экологической безопасности, высоких ресурсозатрат и стоимости. Важное направление улучшения качества СМ — достижение достаточного уровня трибохимической активности базовых масел, которая способствовала бы образованию стойких в жестких эксплуатационных условиях смазочных пленок между контактирующими поверхностями узлов трения [1, 2, 4, 6, 11, 12].

Целенаправленное модифицирование структуры ТРМ позволяет получать широкий ассортимент новых базовых биосинтетических масел и присадок высокой трибохимической (поверхностной) активности, способных за счет этого обеспечивать достаточные показатели эффективной эксплуатации узлов трения. Почти 85 % производимых в Украине ТРМ, в частности, рапсовое (сокращенно «рапсол») и соевое генетически модифицированное (соеол-гм) экспортируются. Очевидно, что эффективность и инновационная результативность решения хотя бы некоторых вопросов данной проблемы полностью определяются уровнем системности, комплексности и интенсивности научных исследований, а также материально-техническими и финансовыми ресурсами.

Не способствуют эффективности и результативности исследований, в первую очередь, ограничения материально-технического и финансового обеспечения, значительная полиаспектность и полифункциональность исследова-

тельских вопросов: разработка методов модификации структуры ТРМ и технологий перерабатывающих процессов, теоретические и прикладные основы химмотологии, определение физико-химических и функциональных свойств новых биосинтетических материалов, триботехнические испытания их, разработка трибохимических механизмов и практических задач трения и износа в трибосистемах. Исследования данной проблемы за рубежом (разработки известных в области ТСМ международных корпораций Lubrizol, Shell, Chevron, Mobil и др.) свидетельствуют о масштабности научно-технического интереса к ней, об адекватной оценке ее прикладного значения, а также об ожидаемой результативности исследований [3, 5–10, 13–15].

Причины несовершенства молекулярных структур технических масел (ТМ) с точки зрения трибологических и трибохимических подходов к смазочным материалам следует рассматривать как обусловленные высокой и функционально нежелательной реакционной способностью молекул ТРМ в энергетически жестких условиях эксплуатации смазанных ими узлов трения. В этом контексте в молекулах масел целесообразно условно выделять два структурных фрагмента повышенной реакционной способности: а) вторичный С-атом глицериновой компоненты молекул (...-O)-CH₂-CH(O-...)-CH₂-O-..., точнее, энергетически слабые химические связи вокруг него, а именно: -CH₂→CH←CH₂-; б) ацильные остатки глицеридов масел R-C(O)-, которые характеризуются высокой ненасыщенностью структуры цепочек R (...-CH=CH-..., ...-CH=CH=CH-..., ...-CH=CH-CH₂-CH=CH-..., ...-CH(OH)-CH₂-CH=CH-...) и поэтому легко вступают в химические взаимодействия (в том числе и нежелательные) [5–7, 12].

Такое мотивирование необходимости целенаправленной модификации структуры масел подтверждается проверенной практикой получения и использования качественных по эксплуатационным показателям синтетических масел: а) полиалкиленгликолей (ПАГ) HO-(CH₂-CH(R)-O)_n-H; б) полиалкиленоксидов (ПАО) ...[-O-CH(R)-CH₂]_n-..., где n — степень олигомеризации (полимеризации); в) эстеров двухатомных спиртов (неопентилгликоля, триметилпропана, пентаэритриата и т.д.) и высших жирных кислот (ВЖК) общей структуры R-COOH (где R — от n-C₉ до n-C₁₈) общей формулы R-O-CO-CH₂-CH(R)-CH₂-O-CO-R; г) диэстеров двухосновных кислот -O-CO-R-CO-OH (например, адипиновой, себадиновой, R=C₆-C₈) и одноатомных спиртов R'-CH₂-OH типа 2-метил-гексанола, изопента-

нола и т.д. общей формулы $R'-CH_2-O-CO-R-CO-O-CH_2-R'$. Как видно, для их получения используют одно- или полиатомные спирты с положением ОН-групп только при первичных С-атомах [1–5].

Основная концепция данного исследования — разработка системы методов и технологий комплексного химического модифицирования функционально несовершенной триацилглицериновой структуры ТМ с целью создания более совершенных с точки зрения трибохимических и эксплуатационных требований биосинтетических продуктов, в молекулярных структурах которых своеобразно сочетаются и синергетически усиливаются два начала: исходное биологическое и приобретенное в процессе модификации синтетическое. Таким образом достигается оптимальность заданного фактора оценки качества товарной продукции «строение — функциональные возможности». Именно оптимальность этого фактора позволяет достичь необходимой поверхностной активности биомасел, которая оценивается очень высокими значениями гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ).

В свою очередь довольно высокая поверхностная активность компонентов биомасел обуславливает очередность активных и последовательных трибохимических процессов на контактирующих поверхностях узлов трения: хемосорбцию или химические реакции между компонентами, металлами и их соединениями → прирабатывание поверхностей с реализацией эффекта их пластической деформации (эффекта П.А.Рибиндера) → формирование граничной смазывающей квазитвердой пленки (сервовитной, эвтектической, трибополимерной и других структур) оптимальной толщины (h , нм) и стойкости к нагрузкам ($P_{кр}$, Н) за счет довольно высоких физико-химических критериев поверхностной активности: дипольного момента (μ), диэлектрической проницаемости (ξ). Кроме того, активированные молекулы новых биоматериалов повышают способность к химическим реакциям в энергетически активированном смазывающем слое граничной пленки узлов трения, в частности, к реакции олигомеризации, конденсации, комплексообразования и др. [1, 5, 6, 8–10, 13].

По своей структуре граничная пленка между поверхностями узла трения представляет собой специфический по функциональным свойствам квазитвердый промежуточный слой типа «твердое тело — квазитвердая эвтектика — твердое тело» толщиной примерно 1–15 нм, ориентированный в направлении трения. Механизм образования такой пленки можно предста-

вить как последовательный физико-химический процесс ее формирования, состоящий из следующих этапов:

— приработка, когда за счет деформации сдвига «снимается» оксидно-гидроксидный поверхностный слой металла (Me) с равномерным распределением высокодисперсных частиц $Me_2O_z-Me(OH)_z$ в смазывающей среде (где z — степень окисления дисперсных Me);

— трибохимическое взаимодействие между поверхностно-активными (функциональными) центрами смазывающих композиций (базовых масел + присадок + добавок + компонентов) и ювенильно-активированной поверхностью металлов (особенно между микротрещинами и дефектами кристаллов) с первоначальным образованием поверхностных соединений типов металлокомплексов, олигомерных продуктов, солей ВЖК, продуктов каталитической конденсации и т.д.;

— формирование специфической по строению и свойствам пленки под условным названием «сервовитно-эвтектической» с участием диффузионных и адсорбционных эффектов.

Такая сервовитно-эвтектическая пленка за счет своей энергетической и нагрузочной стабильности обеспечивает высокие функциональные свойства и триботехнические показатели работы трибосистем. Особенно высокие показатели во всем диапазоне напряжений и температур проявляют пленки, образуемые смазочными композициями, легированными комплексообразующими присадками, добавками и компонентами. Такие пленки почти не имеют межфазных границ с трущимися поверхностями, имеют высокую пористость, адсорбционно-прочную удерживают в своей коллоидной среде все компоненты, диффузионно связанные с поверхностями, и обмениваются между ними наночастицами. Они характеризуются слабыми усилиями сдвига и поэтому не способны к дефекту наклепа, обеспечивают низкие значения коэффициента трения при высоких значениях ГЛБ взаимодействия «пленка — поверхность» без деформации поверхностей (то есть с высокой износостойкостью).

Наночастицы продуктов износа металла достаточно активированы и покрываются адсорбционным слоем ПАВ. Такие частицы (мицеллы) несут на себе электрический заряд и под его действием сосредотачиваются в зазорах, а также могут переноситься с одной поверхности трения на другую, схватываясь с ними и не вызывая их повреждений. Кроме того, сервовитно-эвтектическая пленка является активным катализатором процессов олигомеризации и

конденсации, которые инициируются свободными радикалами органических веществ, возникающими в процессе трибодеструкции смазочного материала.

Среди разработанных нами методов и технологических процессов (рис.1, пп.1–8) заслуживают особого внимания процессы первичной переработки масел: метанолиз, глицеролиз, гликолиз и трансэтерификация масел, которые позволяют получать полифункциональные промежуточные и целевые биопродукты отраслей смазочных и полимерных материалов, а также их оптимизированных композиций. Например, полученные в процессе метанолиза ТРМ метиловые эстеры высших жирных кислот (ВЖК), производные от определенных масел с условными названиями «мерол» и «месол», можно использовать в качестве: а) биотоплива (дизельного и котельного), которые хорошо совмещаются с минеральным топливом, а также технических жидкостей и растворителей; б) промежуточных биопродуктов для дальнейшей переработки в разных отраслях промышленности.

Предложенные нами и экспериментально проверенные принципиально новые методы целенаправленного модифицирования структурно и функционально несовершенных растительных масел должны послужить основой для разработки технологических процессов получения биосинтетических по строению и экологически безопасных (биоразлагаемых) материалов широкого ассортимента и полифункционального назначения. Экспериментально подтвержденная эффективность разработанных методов модифицирования структур масел убеждает в целесообразности и актуальности перехода от методов к технологиям и технологическим схемам (с подобранным оборудованием) самых важных перспективных процессов:

1) этанол- или (и) диэтаноламидирование масел с получением соответствующих этаноламидов ВЖК как поверхностно-активных биомасел, которые на следующем этапе можно оксигенировать с превращением в неионогенные био-ПАВ или биомономеры;

2) каталитическое межмолекулярное трансэтерифицирование и композиций ТРМ, и растительных масел с промышленно известными эстерами или диэстерами с получением новых базовых биомасел эстерной структуры;

3) алкоголиз растительных масел и композиционных масел (компомасел) с использованием щелочного и кислотного катализа в зависимости от типов промышленных спиртов: а) изоструктурных первичных спиртов с $t_{кип} > 110$ °С с получением технических биожидкостей

с $t_{зам} < -(40-50)$ °С (например, как компонентов авиакеросинов); б) глицеролиз масел и компомасел, в том числе вторичным (после получения биотоплива) глицерином с получением промежуточных продуктов их переработки на биомасла-присадки; в) гликолиз масел и компомасел промышленно доступными гликолями, например, этилен-, диэтилен-, неопентил-гликолями с получением композиционных базовых биомасел.

Среди разработанных нами технологических процессов и внедренных в производство на основе утвержденной необходимой технологической и санитарно-гигиенической документации следует отметить: а) переработку рапсола (реже соеола-гм) или других, в том числе и низкокачественных растительных масел, на смазочно-охлаждающие технологические средства (СмОСр) для обработки металлов с определяющими их свойствами: производство в форме композиционной пластической пасты; полифункциональность относительно процессов обработки; легкость приготовления трех типов СмОСр); наличие в составе композиций необходимых присадок; высокая биоразлагаемость и др.; б) сульфидирование ТРМ и биотоплива, то есть метиловых или этиловых эстеров ВЖК, а также их оптимизированных растворов, глицеролизированных масел или компомасел с получением ряда биоприсадок ($-S-$, $-SP-$, $-SPN-$, $-SPB-$) к смазочным композициям и СмОСр для обработки металлов, причем полифункционального действия [9, 10, 13, 15].

Исследования показали, что наиболее рациональным направлением использования ТРМ является их комплексная переработка по схеме четырехмодульного проекта (рис.2), который имеет такие преимущества: а) предусматривает использование базовых ТРМ (рапсола, соеола-гм) по двум вариантам переработки: как индивидуальных масел и как их оптимизированных композиций (компомасел) по принципу замкнутого, безотходного цикла; б) позволяет не только технико-экономическое планирование производства довольно широкого ассортимента промежуточных и целевых продуктов переработки растительных масел, а и постоянно обновлять и оптимизировать его; в) обеспечивает мобильность и вариативность переработанных технологий в широких границах изменения их номенклатуры и мощностей (от малой до средней и дальше); г) предусматривает полифункциональность перерабатывающих технологий, которые опираются на простоту, доступность и однотипность внедренных процессов, агрегатов,

установок, а следовательно, требует умеренных капиталовложений; д) дает возможность приблизить переработку ТРМ на промежуточные продукты и материалы к поставщикам масел и потребителям продукции, которые чаще должны быть участниками единого перерабатываю-

щего комплекса: от получения масел до производства и использования целевых отраслевых материалов.

Таким образом, при условиях модульного проекта достигаются практически полная взаимосвязь и безотходность, а следовательно, и

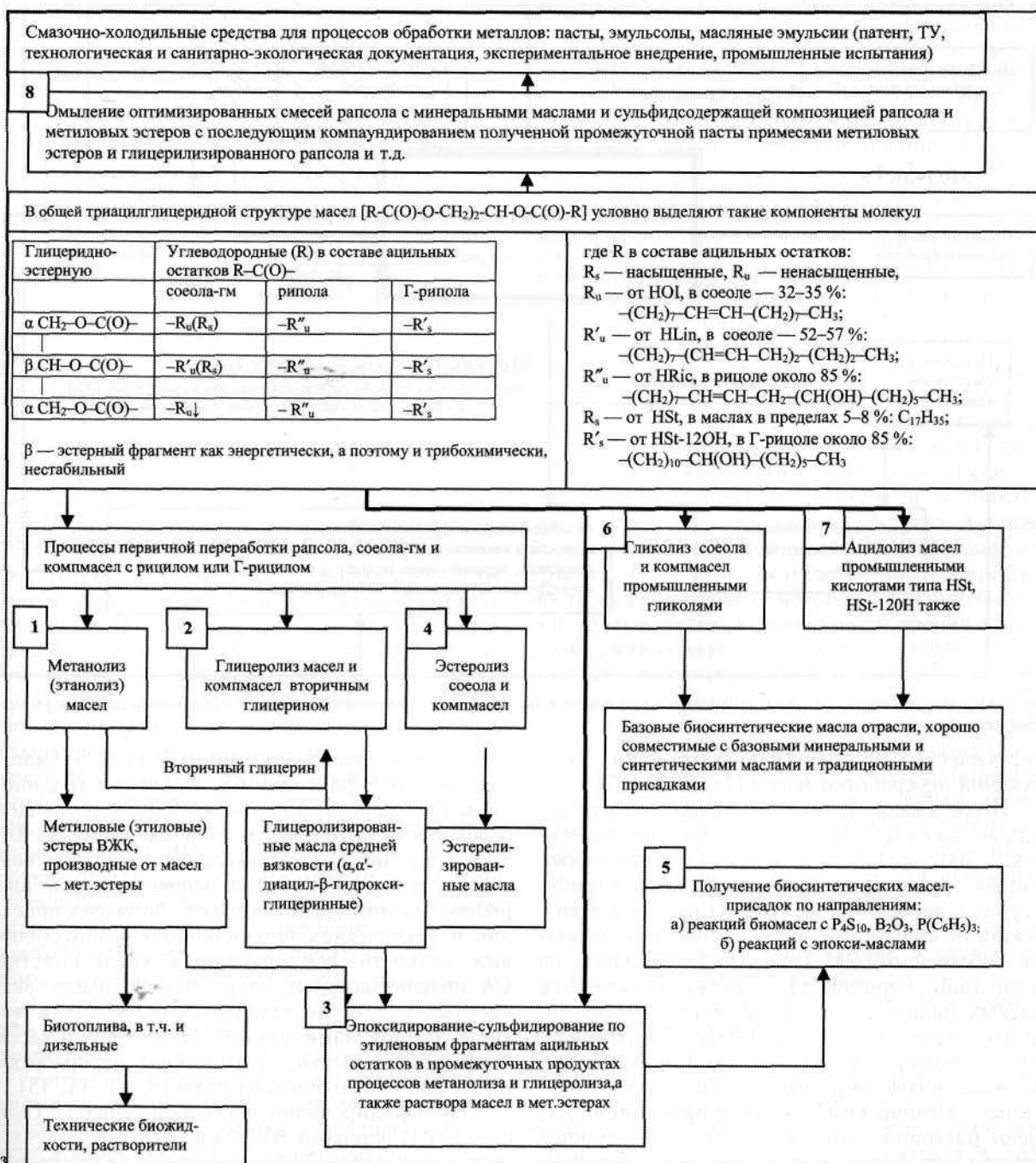


Рис.1. Структурно-логическая схема наиболее целесообразных химико-технологических методов модифицирования структуры растительных масел и получение новых биосинтетических продуктов широкого ассортимента и назначения.

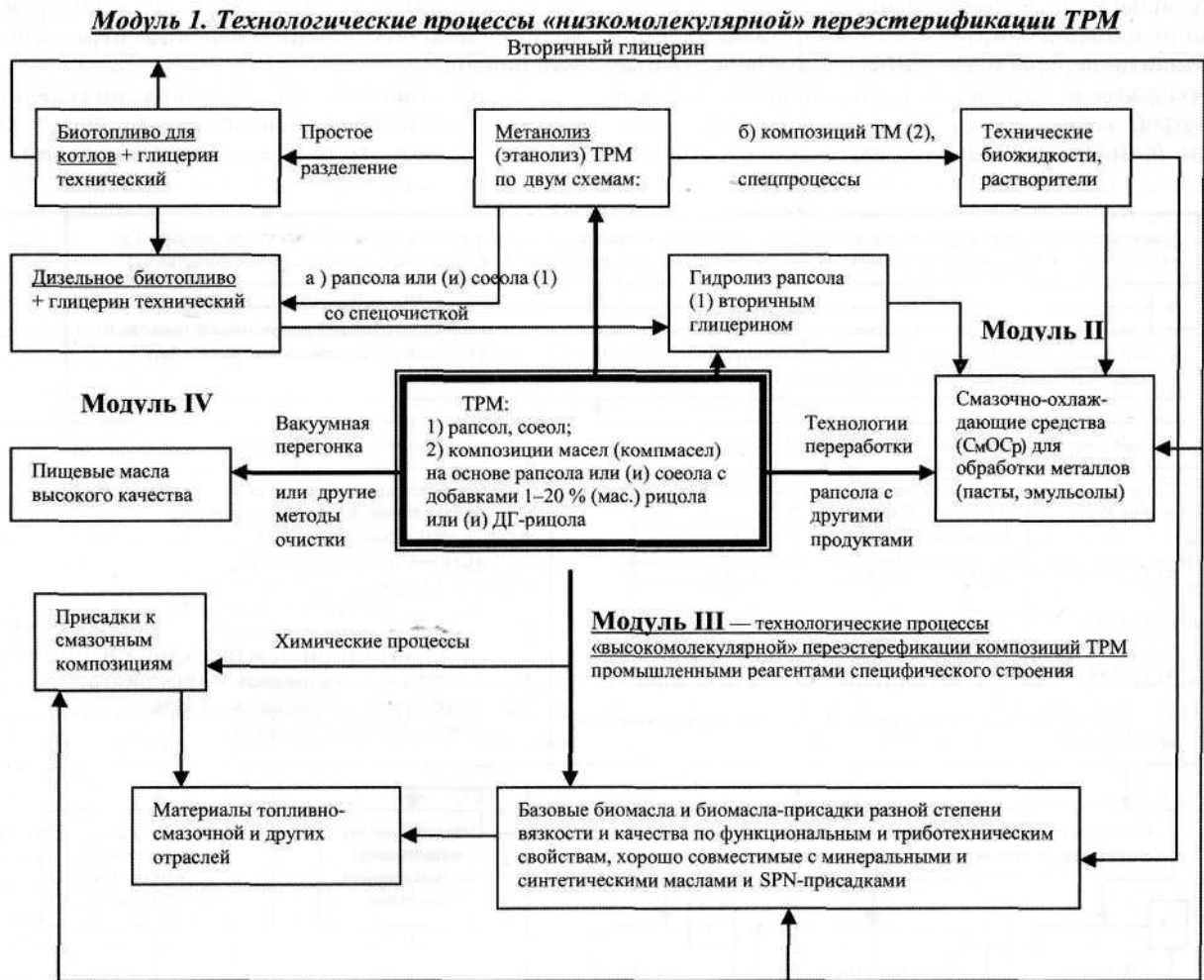


Рис. 2. Структурно-системная модель проекта комплексной переработки технических масел на топливно-смазочные биоматериалы.

экологическая безопасность всего цикла комплексной переработки масел [7–10, 12–15].

Исследование функциональных свойств исходных масел и полученных из них биосинтетических материалов начинали с изучения самых важных их характеристик — вязкостно-температурных зависимостей. Анализ рис.3 дает возможность сравнивать полученные результаты для собственно ТРМ (прямые 1–3), одной из композиций (прямая 4), а также полученных целевых биопродуктов, производных от масел. Из него видно, что и сами ТРМ, и их композиции оптимизированного состава (компомасла), как и все новые биосинтетические масла, полученные химическим модифицированием их, имеют благоприятные вязкостно-температурные зависимости (малые углы наклона соответствующих графических зависимостей $v = f(t)$ в форме прямых к оси абсцисс) в сравнении с

рапсолом и сульфидированным до 6 % (мас.) содержания S рапсолом-6S, а также с традиционными маслами. Если к этой определяющей особенности масел как возобновляемому и экологически чистому сырью добавить еще и возможность получения на их основе довольно широкого ассортимента биомасел, биомасел-присадок и технических биожидакостей разноуровневых вязкостно-температурных характеристик (от низковязкостных жидкостей до высоковязкостных масел), то становятся очевидными мотивы выбора нами именно технических масел как ведущего сырья в технологиях переработки их на смазочные биоматериалы [8, 11, 14, 15].

Сульфидирование растворов рапсола (или соеола-гм) эстерами ВЖК (эст-ВЖК), получаемых алкоголизом ТРМ, позволяет получать новый тип биомасел — биомасел-присадок (S-, SP- или SPN-присадок), например, «рапсол-,

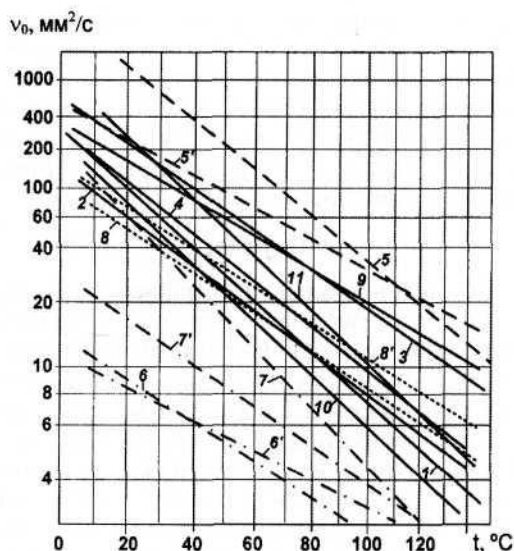


Рис.3. Вязкостно-температурные характеристики технических масел: 1 — рапсового (рапсол); 2 — соевого (соеол-ГМ); 3 — рицинового (рицол); 4 — смеси рапсоло с 20 % (мас.) рецола — рапс-рецола-20; сульфидированных масел; 5, 5' — алкоголизованных масел рипсола-6S и соеоло-6S; 6, 6' — сульфидированных метиловых эстеров (ме-) рапсового-мерола и соевого-месола; 7, 7' — глицерилизованных масел мерсола-6S и мессола-6S; 8 — соевого-глицесола, 8' — глицесоурола-20; 9 — традиционных базовых масел без присадок дизтилен (ДЕ)-глицолизированного соурола-20-ДЕ-глицосоурола-20; 10 — 1-20А (минерального); 11 — ХС-40 (синтетического).

эст-, ВЖК-пS» (здесь п — содержание сульфидной серы до 16 % (мас.)) с более благоприятными вязкостно-температурными характеристиками и регулируемым содержанием присадочных компонентов.

Триботехнические испытания масел и смазочных композиций на их основе проводили на четырехшариковой машине трения, при этом определяли наиболее важные показатели трибологических свойств, в частности, противоизносных: а) диаметр пятен изнашивания ($d_{изн}$) шариков из стали ШХ15 при условии осевой нагрузки 200 Н, продолжительности испытания 4 ч при скорости 1440 об/мин; б) критическую нагрузку ($P_{кр}$), которая характеризует границы перехода от режима нормального износа к режиму поврежденности (резкое разрастание $d_{изн}$); в) нагрузку сваривания ($P_{св}$), с достижением которой наступает катастрофическое разрушение смазочной пленки (режим заедания).

Антифрикционные свойства масел и смазочных композиций оценивали температурным методом по ГОСТ 23.221-84 на специальной машине трения КТ-2. Испытание заключалось в ступенчатом подмании температуры от 20 до 350 °С с одновременным измерением коэффициентов трения (f). В качестве критериев тем-

пературной стойкости были выбраны: а) критическая температура ($T_{кр}$) как минимальная объемная температура масел, при которой происходит резкий рост коэффициента трения за счет начала процесса физической десорбции молекул ПАВ или молекул новых биомасел, которые образуют граничную смазочную пленку; б) температура химической модификации ($T_{хм}$), при которой заканчивается скачкообразное изменение коэффициента трения с переходом в режим плавного скольжения как результат соответствующих трибохимических реакций с образованием стабильных пленок (сервоитной или трибополимерной) необходимой толщины (h), как правило, в границах 2–5 нм [1, 6, 7, 14, 15].

Триботехнические испытания разработанных нами оптимизированных композиций минеральных масел типа I-20 А, I-30 А, I-40 А, АУ и др. с новыми биомаслами, которые характеризуются оптимальными числами ГЛБ в пределах 3,5–6,0, а также композиций, которые получают химической модификацией смеси соеолола и 20 % (мас.) рицола (то есть соерицола-20), убедительно доказали, что за счет хорошей совместимости обоих типов масел можно значительно улучшить главные функциональные свойства, в частности, трибохимические на уровне поверхностной активности и способности к химическому взаимодействию, а также большинство эксплуатационных показателей (рис.4). При этом достигается сбалансированность смачивающей и моющей функций биомасел по отношению к поверхности трения благодаря достижению оптимального значения числа ГЛБ, эмульгирующей и диспергирующей функции по отношению к объему смазывающей среды. Пластифицирующая функция новых биомасел, а также композиций на их основе проявляется в способности модифицированного поверхностного слоя контактирующих материалов к пластичной деформации со снижением сдвиговых усилий и обеспечением необходимых противозадирных и противоизносных свойств [1, 6, 13].

Если масляная среда проявляет достаточную химическую активность (как в случае созданных нами новых биомасел-присадок) и если масла содержат в своей структуре полярные функциональные группы ($-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$)₂... $\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$..., $-\text{S}-$, $-\text{S}-\text{S}-$, $\text{OR}-$, $-\text{OH}$, $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-$, эпоксигруппы и другие группы, то такая среда легко поддается каталитическому влиянию атомов металла и его оксидной пленки на активированных поверхностях трения и в объеме смазывающей пленки. Весь этот комплекс факторов влияния на масляную пленку порождает в ней соответствующие трибохи-

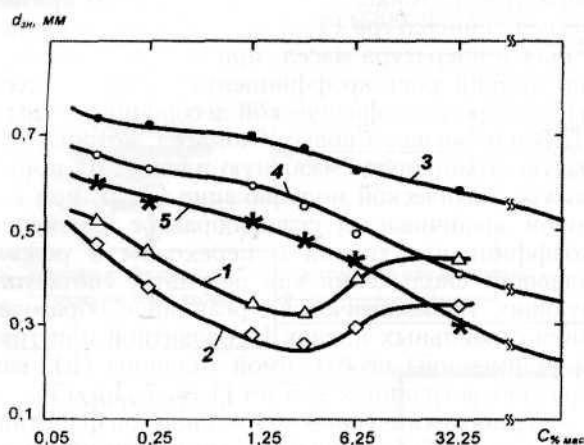


Рис.4. Влияние природы поверхностно-активных гидроксикарбоновых кислот и новых полярных биомасел, а также их содержания в смазочных композициях на основе минерального масла I-20A, на их противоизносные свойства: 1 – 12-гидроксистеариновой кислоты (HSt-12OH); 2 – рацнолевой кислоты (HRic); 3 – соерицола-20; 4 – глицеролизированного соерицола-20-глицесорола-20; 5 – гликолизированного соерицола-20-ДЕ-гликосоерола-20.

мические процессы: сначала типа хемосорбции, а потом взаимодействие типа химических реакций полимеризации или поликонденсации, комплексообразования и т.п. – с образованием высоковязкозных, коллоидно-стабильных олигомерных продуктов, а также образование соединений типа π -комплексов металлов (на ювенильных металлических поверхностях узлов трения). Все эти и другие продукты энергетически способны участвовать в формировании на базе начальных граничных пленок энергетически стойких сервовитных или трибополимерных пленок, которые значительно улучшают триботехнические показатели работы узлов трения [1, 5, 6, 8, 11, 15].

Исследовано влияние такого ведущего в трибохимии фактора поведения масел в узлах трения, как поверхностная активность и полярность их молекулярных структур на эксплуатационные свойства [8–10]. Важно было сравнить влияние этого фактора на процессы трения известных поверхностно-активных соединений, в частности, 12-гидроксистеариновой $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}(\text{OH})-(\text{CH}_2)-\text{COOH}$ и риденолевой $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ кислот и новых биомасел-присадок (см. рис.4).

Результаты исследований показывают, что гидроксикарбоновые кислоты являются эффективными противоизносными, но коррозионно-активными присадками в узком интервале их содержания (1–4 % (мас.)), а новые масла, в частности, глицесорол-20 и ДЕ-гликосоерол-20

проявляют противоизносную эффективность как базовые биомасла-присадки к достаточно инертным минеральным маслам при условии содержания их более 10 % (мас.), то есть в качестве компонента, и исполняют две важные функции: материалосберегающую и трибохимически активизирующую [11, 13–15].

Выводы

Доказана актуальность расширения сырьевой базы производства новых биосинтетических продуктов отрасли топливно-синтетических материалов (биотоплив, технических биожидкостей, базовых биомасел и биомасел-присадок, промежуточных продуктов, мономеров и т.п.) за счет возобновляемого и экологически безопасного сырья – технических растительных масел. Обоснованы с технико-экономической и экологической точек зрения направления рациональной комплексной переработки этих масел на принципиально новую группу материалов – биосинтетических, которые отличаются от минеральных масел лучшими функциональными свойствами и высокой трибохимической активностью. Показано, что достижение высокой поверхностной активности и полярности молекул биомасел обеспечивает соответствующую и необходимую трибохимически функциональную активность смазочных композиций на основе таких биомасел в процессе их эксплуатации в узлах трения с обеспечением высоких триботехнических показателей. Разработаны системные модели проектов переработки технических растительных масел на основе всесторонне исследованного перечня оптимизированных направлений, методов и технологий процессов. Предложена структурно-логическая схема, которая объясняет химико-технологическую сущность и мотивационные аспекты выбора направлений, методов и технологий модифицирования структуры технических растительных масел. Результаты анализа вязкостно-температурных зависимостей биоматериалов и результатов триботехнических их исследований подтверждают эффективность и рациональность получения и использования биомасел и смазочных композиций в узлах трения.

Список литературы

1. Кламанин Д. Смазки и родственные продукты. – М.: Химия, 1988. – 487 с.
2. Stepina V., Vesely V. Lubricants and special fluids. – Amsterdam; London; New York; Tokio, 1992. – 700 p.
3. Lubricants and lubrication. Ed. by TR. Mang and W. Dresel. – Wiley – VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2006. – 586 p.

4. Mortier R.M., Orzulik S.T. Chemistry and technology of Lubricants. – Glasgow : Ens. Blackie and Son Ltd., 1997. – 610 p.
5. Rudnick L.R. Lubricant Additives : Chemistry and Application. – New York, 2003. – 550 p.
6. Rudnick L.R. Synthetics, Mineral Oils and Bio-Based Fluids. – New York, 2005. – 680 p.
7. Кириченко В.І., Полумбрик О.М., Кириченко В.І. Хіміко-технологічні аспекти комплексної переробки технічних олій // Вопр. хімії и хім. технології. – 2008. – № 1. – С. 141–144.
8. Кириченко В.І., Полумбрик О.М., Кириченко В.І. Особливості системного підходу до комплексної переробки соєвої олії // Хім. пром-сть України. – 2008. – № 5. – С. 14–22.
9. Кириченко В.І., Кириченко Л.М. Биосинтетические материалы из технических масел в контексте энерго- и ресурсосберегающих технологий // Масло-жировой комплекс. Ч. 1. – 2009. – № 1. – С. 49–54.
10. Кириченко В.І., Кириченко Л.М. Биосинтетические материалы из технических масел в контексте энерго- и ресурсосберегающих технологий // Масло-жировой комплекс. Ч. 2. – 2009. – № 2. – С. 37–42.
11. Кириченко В.І., Полумбрик О.М., Кириченко В.І. Триботехнічні аспекти використання технічних олій в галузі мастильних матеріалів // Вопр. хімії и хім. технології. – 2006. – № 5. – С. 194–200.
12. Кириченко В.І., Полумбрик О.М., Кириченко В.І. Переестерефікація технічних олій олігомерними гліколями як напрямок її переробки // Вопр. хімії и хім. технології. – 2007. – № 6. – С. 102–107.
13. Кириченко В.І., Полумбрик О.М., Кириченко В.І. Якісні біоматеріали із технічних олій : Стан і перспективи переробки // Хім. пром-сть України. – 2008. – № 3. – С. 9–18.
14. Пат. 84484 Укр., МПК⁸ С 10 М 177/00, 105/00; С 07 С 67/00, С 11 С 3/00. Спосіб одержання базових для галузі ММ біосинтетичних олів / В.В.Кириченко, В.І.Кириченко. – Опубл. 27.10.08, Бюл. № 20.
15. Пат. 91623 Укр., МПК⁸ С 10 М 177/00, 111/00, 141/00; С 07 С 67/00, 319/00. Спосіб одержання базових для галузі ММ біосинтетичних олів-присадок / В.В.Кириченко, В.І.Кириченко. – Опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.

Поступила в редакцію 22.07.13