

УДК 621.892.094: 621.892.099.6

В. И. КИРИЧЕНКО, В. П. НЕЗДОРОВИН

Хмельницький національний університет

Г. С. ПОП

Институт биоорганической химии и нефтехимии, г. Киев

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И ПРОИЗВОДСТВО СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ СООБЩЕНИЕ 2. ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В контексте исследуемой проблемы комплексной переработки технических масел на новый класс материалов (биосинтетические) предложена технология производства смазочно-охлаждающих средств для обработки металлов. Разработаны научные и прикладные основы, общая модель, номенклатура процессов и операций согласно технологической схеме. Новая продукция адаптирована к принятой классификации. Проведены производственные испытания образцов новой продукции.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающее средство, обработка металлов, растительное масло, рапол, рапол, классификация, трибохимия, ПАВ, ВЖК, глицериды, машина трения.

V.I. KIRICHENKO, V.P. NEZDOROVIN

Khmelnytsky National University

G.S. POP

Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, Kiev

INTEGRATED PROCESSING PLANT OIL PRODUCTION AND LUBRICANTS FREEZING FLOWS FOR METAL MESSAGE 2. PRINCIPLES OF TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

Abstract - The technology of production of lubricating-cooling agents for metal treatment has been proposed in the framework of the investigated problem of comprehensive processing of technical oils into a new class of materials - biosynthetic materials. Scientific and applied foundations general model, nomenclature of processes and operations according to the technological diagram have been developed. The new production has been adapted to the accepted classification. The industrial trials of new production specimens have been conducted.

Keywords: cooling lubricants, metal processing, vegetable oil, Rapola, rapsol, classification, tribochemistry, surfactants, IVH, glycerides, friction machine.

Технология производства биомасла-S-присадки (рис. 3) реализуется в реакторе 9 с нагревом и перемешиванием, в который подают из смесителя сырьевую композицию рапол-мерол состава 1:1, например, m кг рапсолола и n кг меролола. Смесь нагревают до заданной температуры и интенсивном перемешивании загружают порциями через специальную горловину такие функциональные ингредиенты: сначала m кг дифенилтиокарбамида (ДФТК, $C_6H_5-NH-C(S)-, -NH-C_6H_5$) как катализатора и SN-присадочного компонента, а затем вносят порциями расчетное количество размолотой серы.

Продолжают нагревание при оптимальной температуре примерно в течение часа, а дальше интенсивность нагрева уменьшают, включая его лишь периодически, поскольку процесс сульфидирования идет экзотермически. Важно не допускать перегрева реакционной массы при $185^{\circ}C$ с выдерживанием ее в течение еще 30 мин. Затем массу охлаждают и насосом перекачивают полученную масло-S-присадку – рапол-мерсол-nS (из содержанием S в пределах 10–16% масс.) в накопительную емкость (рис. 3).

Кроме того, нами предложен метод преобразования данного масла-S-присадки в другую полифункциональную, а потом и более трибохимически активное масло-S-N-присадку – рапол-мерсол-nS, mN (где m – содержание N в пределах от 1,0 до 2,0% масс.) путем внесения масла-S-присадки при $110^{\circ}C$ и при перемешивании известного в промышленности гетероциклического соединения – бензотриазола (БТА) либо его 1-алкил или 1-ацетил-производных в количестве от 3,0 до 6,0 кг. Еще одним инновационным аспектом данного исследования является доказанная нами целесообразность использования в процессе получения нового полифункционального масла-присадки еще одного важного «присадочного» компонента – малеинового ангидрида, который при условии нагрева до $110-120^{\circ}C$ присоединяется к диеновым фрагментам ацильных остатков (...- $CH=CH-CH=CH-$..., ...- $CH=CH-CH_2-CH=CH-$...) структуры масел с образованием так называемых «малеинизованных» масел [8].

Базовую биопасту получают путем омыления масляной композиции (рис. 2 и 3) из специально подобранной сырьевой композиции, состоящей из следующих компонентов:

а) рапол нерафинированный, в т.ч. и низких сортов (например, с высоким кислотным числом) – g кг;

б) водный раствор NaOH концентрацией примерно в пределах от 25 до 40% масс. (m кг NaOH в пределах от 4,0 до 4,5 л воды). Процесс щелочного гидролиза реализуют в реакторе 11 (рис. 3) с нагревателем и перемешивателем.

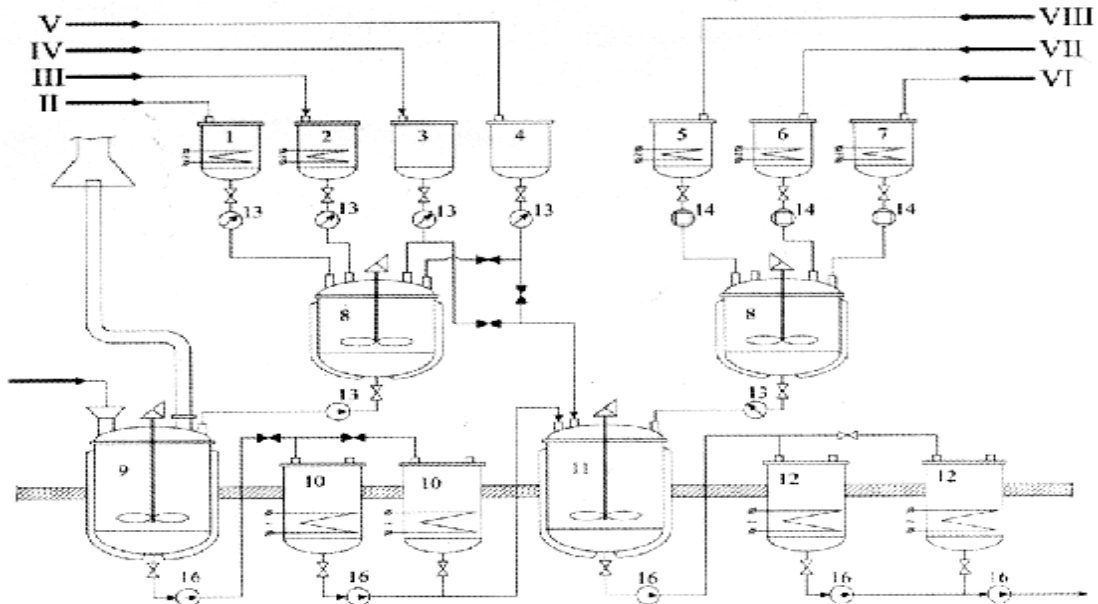


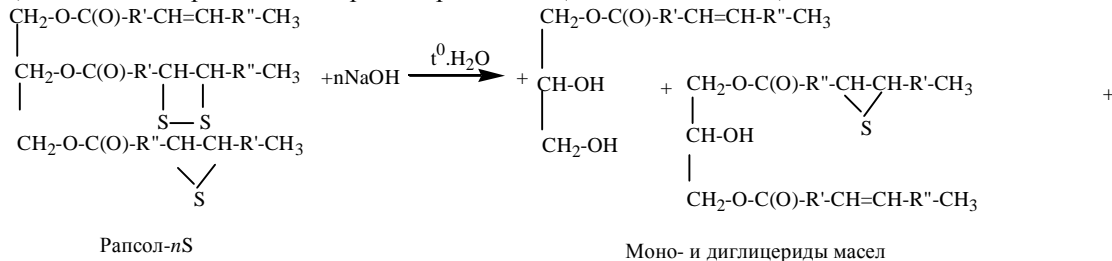
Рис. 3. Технологическая схема переработки технических масел на смазочно-охлаждающие средства (СМОСр) для обработки металлов, а также на масла-присадки кСМОСр и смазочных композиций

I-VIII – сырьевые потоки; I – сера; II – рапсол; III – рицол; IV – месол; V – мерирол-20; VI – масло I-20А; VII – глицерол или глицерирол-20; VIII – ТМ-глирипол (ТМ-гликорирол-20); 1, 2, 3, 4 – сырьевые резервуары; 5, 6, 7 – масла как промежуточные продукты для компаундирования; 8 – смесители сырьевых или промежуточных материалов; 9 – реактор для сульфидирования и получения масел-присадок; 10 – накопители сульфидированных масел; 11 – реактор для омыления масляных композиций с получением базовой пасты и для компаундирования; 12 – накопители продуктовых масел; 13 – массовые дозаторы; 14 – объемные дозаторы; 15 – вытяжная система; 16 – насосы

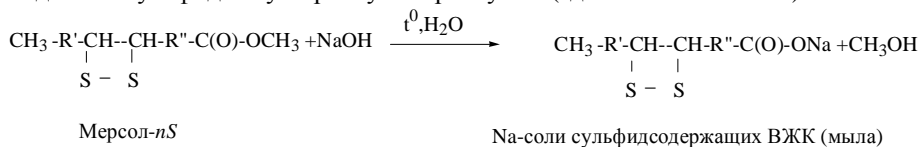
В нагретую смесь рапсол и рапсол-мерсол-12S при условии ее турбулентного перемешивания (критерий Рейнольдса $Re > 2800-3000$) вносят порциями в течение 10–15 мин. нагретый водный раствор NaOH необходимой концентрации. Далее процесс ведут при температуре 80–120°C в течение двух часов.

Химико-технологическая сущность этой стадии технологического процесса производства СМОСр опирается на реакцию частичного (в пределах от 30 до 60%) щелочного гидролиза эфирных структур как триглицеридов рапсолов и рапсолов-*nS*, так и мерсолов-*nS*, согласно приведенным схемам:

а) щелочной гидролиз смеси «рапсол-рапсол-*nS*» (где *n* ≈ 6–7% масс.)



б) щелочной гидролиз смеси рапсолов и сульфидированного рапсолов в мерсолов в котором ведущая роль принадлежит сульфидному мерсолу – мерсолу-*nS* (где *n* ≈ 12–16% масс.)



Известно, что натриевые соли сульфидированных и несulfидированных по ацильным остаткам ВЖК являются поверхностно-активными веществами (ПАВ) с определенной, хотя и ограниченной растворимостью в воде. Полученная в процессе омыления (щелочного расщепления) триглицеридов масла и биомасла-S-присадки смесь моно- и диглицеридов служит эффективным эмульгатором. Таким образом, сочетание в водном продукте (после растворения) свойств эффективных ПАВ и эмульгаторов обеспечивает способность полученной на этой стадии базовой биопасты создавать умеренно стабильные эмульсии (как водные, так и масляные), которые имеют все свойства качественных смазочно-охлаждающих средств для обработки металлов [4, 9, 10].

При этом получают промежуточную пластическую пасту светло-коричневого цвета как смесь натриевого мыла ВЖК с двумя типами ацильных остатков: без сульфидных групп и с сульфидными группами, моно- и диацилглицеринов и незначительного количества глицерина. Таким образом, паста состоит из дисперсионной среды, загустителя, ПАВ, антифрикционных компонентов [1, 7]. Далее осуществляют процесс эмульгирования в том же реакторе при тех же условиях ($t^0=85-90^0\text{C}$, интенсивное перемешивание в течение 30–40 мин.), когда к полученной промежуточной пасте-1 добавляют:

- масло минеральное низкой вязкости типов И-12А, И-20А или регенерированное такой же вязкости – “у” кг;
- вторичный глицерин после метанолиза – от 0,1 до 1,5 кг.

Получают примерно 25 кг промежуточной пасты-2 как композиции с повышенным содержанием антифрикционного компонента, а также эмульгаторов и присадок. И, наконец, готовят примерно 33 кг товарной базовой пластической пасты тройного использования (рис. 2) путем компаундирования промежуточной пасты-2 с глицеролизированным рапсол-глицерол (0,2–6 кг) и водой жесткостью от 3,0 до 3,5 м-экв/л (от 3,0 до 3,5 л) при условии интенсивного перемешивания в течение 30 мин. при температуре от 70 до 75⁰С (табл. 1).

Материальный баланс технологического процесса производства базовой пластической пасты тройного использования (то есть для приготовления разных типов СмОСр) представлен в табл. 1. Важно проанализировать состав, назначение и свойства продуктов и материалов, полученных в процессе технологической операции омыления (щелочного гидролиза).

1) Промежуточные пасты 1 и 2, содержащие смесь продуктов омыления композиции рапсола с другими маслами и технологического гидролиза, выполняют роль дисперсионной сред, а также загустителя и антифрикционного компонента.

2) Базовая паста-концентрат, которая также является дисперсионной средой, но содержит, кроме того, еще гидрофильные компоненты и эмульгатор – технический глицерол и вторичный глицерин, способна выполнять роль эффективного охлаждающего компонента (теплоотвода).

3) Главным компонентом обоих типов паст (дисперсионных сред СмОСр) являются: а) гидратированные натриевые мыла ВЖК как производные от рапсола на стадии его омыления: $R_u-COONa$, $R_u-COONa$ и т.д., где ацилы R_u, R_u' – главным образом ненасыщенные остатки ВЖК; б) гидратированные натриевые мыла сульфидированных ВЖК, которые содержат внутри- и межмолекулярные группы –S-, –S-S- и т.д., производные от рапсола-мерсола-12S за счет его омыления; в) смесь эфирных продуктов типа моно и диацилглицеринов, содержащих ненасыщенные остатки R_u, R_u' - с фрагментами –CH=CH-.

Таблица 1

Материальный баланс технологического процесса производства базовой пластической пасты в количестве 33 кг для приготовления непосредственно у потребителя соответствующего смазочно-охлаждающего средства (СмОСр) для обработки металлов

Сырьевые и полуфабрикаты	Масса, кг	Компоненты композиции и товарная продукция	Масса, кг
I. Процесс щелочного гидролиза (омыления) масляной композиции, турбулентное перемешивание, $t=80-120^0\text{C}$, $\tau=1-3$ ч			
1. Рапсол нерафинированный, в т.ч. и низких сортов	6-15	Промежуточная паста 1 как смесь натриевых мыл ВЖК (в т.ч. и сульфидсодержащих, моноглицеридов масла и незначительного количества глицерина – загустителей, ПАВ, антифрикционных компонентов	17,0-22,0
2. Рапсол-мерсол-12S	1,0-3,0		
3. Водный раствор NaOH, в пределах от 25 до 28% масс. (1,3 кг NaOH)	2,0-6,0		
II. Процесс эмульгирования: турбулентное перемешивание, ($t\approx 85-90^0\text{C}$, $\tau=30$ мин.			
4. Масло индустриальное типов И-12А, И-20А или регенерированное такой же вязкости	0,5-3,5	Промежуточная паста 2 как композиция пасты 1 с эмульгатором, присадкой, антифрикционной дисперсной фазой	21,0-26,0
5. Мерсол-12 S (присадка)	0,3-2,5		
6. Вторичный глицерин (после метанолиза)	0,3-1,5		
III. Компаундирование: турбулентное перемешивание, $t\approx 70^0\text{C}$, $\tau=30$ мин			
7. Глицерол	0-6,0	Товарная базовая пластическая паста как модифицированная паста тройного использования в процессах обработки металлов	32,0-35,0
8. Вода жесткостью от 3,0 до 3,5 м-экв/л	4,0-4,5		
Σ	15,0-33,0		
Готовят 100 кг эмульсола-концентрата или масляной эмульсии-концентрата в пределах от 66 до 70 кг			

4) Дисперсионной фазой в таких пастах является низковязкие продукты: а) минеральные масла типа И-12А, И-20А или аналогичные регенерированные; б) техническая жидкость – мерол, как депрессант т диспергатор; в) глицерол технический как смачиватель и эмульгатор.

Функциональная роль отдельных компонентов в составе базовой пасты-концентраты [1, 4, 7]:

- натриевые мыла ВЖК (сульфидированные и нессульфидированные) – загуститель, частично – антифрикционные добавки;
- моно- и диацилглицерины ВЖК – биомасляные компоненты высокой трибохимической активности, антифрикционные и противоизносные компоненты;
- сульфидные и дисульфидные группы в составе ацильных остатков глицеридов, а также в составе ВЖК в форме их натриевых мыл противоизносные-противозадирные присадки;
- глицерол технический – дисперсионная и антифрикционная фаза.

Важно подчеркнуть, что первичные процессы переработки масел (этап I, рис. 2) по своей сущности опираются на такие ведущие перерабатывающие операции, как метанолиз и глицеролиз, которые дают возможность получать множество технически важных промежуточных продуктов и биотоплива. Тогда как процессы собственно самого производства новых СмОСр начинаются с таких операций, как сульфидирование промежуточных продуктов и основой – омыление оптимизированных смесей необходимых компонентов (этап 3) с получением промежуточной пасты. Предполагается также вспомогательная операция – компаундирование продуктов переработки в однотипном реакторе с интенсивным перемешиванием и нагревом (рис. 2 и 3). Основные технологические процессы отражаются этапом 4 данной схемы как операции переработки базовой биопасты на различные по назначению и классификации типов СмОСр до товарных продуктов. Причем, новые товарные СмОСр нами систематизированы в соответствии с двумя принятыми системами классификации: а) по стандарту ISO 6743/7, б) по системе НПО «Масма» (табл. 2) [4, 10].

Таблица 2

Классификация новых смазочно-охлаждающих средств (СмОСр) по двум принятым в данной отрасли системам.

Классификация по стандарту ISO 6743/7-92		Классификация предложения НПО «МАСМА»	
Категория продуктов и их названия	Класс L, группа M	Индексация	
		По физико-химической природе и наличию присадок	По степени легирования присадками по их типам
1. Пластичные смазки и пасты, которые смешиваются с водой:	МАИ	-	-
- в т.ч. и на основе комплексной переработки рапсола («Ол-...»)	Ол-МАИ	Ол-МАИ-П1	Ол-МАИ-П1 (П1бвг)
2. Масляные СмСОр	МНА	M1.0; M2.0; M3.0	-
2.1. С антикоррозионными свойствами			
- в т.ч. на основе рапсола («Ол-...»)	Ол-МНА	Ол-МНА-M1.0; M2.0	
2.2. Типа МНА с антифрикционными свойствами:	МНВ	M1.П1а; M2.П1а и т.д.	Ол-МНА-M1.0; M2.0
- в т.ч. на основе рапсола («Ол-...»)	Ол-МНВ	Ол-МНВ-M1.П1а и т.д.	Ол-МНВ-M1.П1а и т.д.
2.3. Типа МНА с противозадирными свойствами (химически активные элементы S.P):	МНД	M1.Пбвг; M2.Пбвг и т.д.	M1.П1бвг; 2.П2бвг; M1.П2бвг; M2.П2бвг и т.д.
- в т.ч. на основе рапсола («Ол-...»)	Ол- МНД	Ол- МНД- M1.Пбвг(M2.Пбвг) и т.д.	Ол- МНД- M1. П1бвг(M2.П2бвг) и т.д.
3. Водосмешиваемые СмСОр			
3.1. Концентрат с антикоррозийными свойствами, который образует с водой «молочные» эмульсии:	МАО	E1.0	E1.0
- в т.ч. на основе рапсола («Ол-...»)	Ол-МАО	Ол-МАО-E1.0	Ол-МАО-E1.0
3.2. Концентрат типа МАО с антифрикционными свойствами:	МАОВ	E1.Па	E1.П1а; E1.П2а и т.д..
- в т.ч. на основе рапсола (Ол-...»)	Ол-МАОВ-	Ол-МАОВ-E1.Па(E2.Па) и т.д.	Ол-МАОВ- E1.Па(E1.П2а;E2.П1а) и т.д.
3.3. Концентрат МАО для работы в тяжелых условиях обработки:	МАОС	E1.Пбвг	
- в т.ч. на основе рапсола («Ол-...»)	Ол-МАОС	Ол-МАОС-У1.Пбвг	Ол-МАОС- E1.П1бвг(E.1.П2бвг; E2.П1бвг) и т.д.

Примечание: группы вязкости по стандарту ISO 3448; M1-2, 3, 5, 7, 10; M2- 15, 22; M3 – 32, 46, 68, 100.

Полученный основной продукт – базовая пластическая паста светло-коричневого цвета, однородная, со слабым не раздражающим запахом. Она практически не содержит свободной воды, поскольку используемая в течение технологического процесса вода «гидратируется» мыльно-масляными продуктами с образованием гидролитически стабильных коллоидов. Паста не меняет своего состава и свойств в течение длительного времени, с водой и минеральными маслами легко образует стабильные эмульсии, соответственно: а) водосмешиваемые эмульсолы; б) масляные эмульсии, которые используют в процессе обработки металлов резанием (фрезерование, сверление, резьбонарезание и т.д.).

Показано, что на основе разработанных обобщенных закономерностей технологии производства базового продукта – биопасты можно довольно легко моделировать различные варианты уточненных технологий получения конкретных типов СмОСр согласно их классификации (табл.2). Нами разработаны два варианта таких технологий, которые отличаются рецептурами и позволяют получать важнейшие разновидности СмОСр в соответствии с требованиями различных процессов металлообработки. Такие две разновидности технологий производства СмОСр представлены наглядно-графическими схемами, которые отображают предложенные рецептуры на примерах 1 и 2 (рис.4 и 5). Кроме того, разработана технология приготовления двух типов СмОСр: водной и масляной эмульсий (пример 3).

Результаты испытаний новых масляных композиций СмОСр, созданных на основе дешевых низковязких минеральных масел типа И-5А, И-12А с добавлением двух типов присадок в определенном интервале концентраций: а) лучшей традиционной полифункциональной SP-присадки ДФ-11; б) нового биомасла-S-присадки «рапсол-мерсол-10S»; в) новый SPN-присадки ТФФС-БТА на машине трения ЧМТ убедительно доказали, что по основным триботехническим показателям (нагрузки $P_{кр}$ и $P_{зв}$, пятна износа шариков d) не только не уступают традиционной присадке, но и превышают ее по соответствующим показателям (табл.3) [1, 4, 9].

Таблица 3

Влияние присадок и масел-присадок различного состава на триботехническую эффективность масляных СмОСр в процессе их испытаний на машине трения ЧМТ

Базовое масло+присадки (или масло-присадки)	Концентрация присадки в масле, % масс.	Нагрузка, кН		Пятно износа d , мм
		$P_{кр}$	$P_{зв}$	
Масло И-12А*	-	0,5	1,6	0,86
Диалкилдитиофосфат цинка (ДФ-11)	0,5	0,84	1,6	0,46
Диалкилдитиофосфат цинка (ДФ-11)	3,0	0,84	1,68	0,36
Рапсол-мерсол-10S* (новая, сульфидированная смесь рапсола и 20% мерола)*	0,5	0,95	1,96	0,56
Рапсол-мерсол-10S* (новая, сульфидированная смесь рапсола и 20% мерола)*	3,0	1,03	2,12	0,52
SPN-присадка ТФФС-БТА (новая, трифенилфосфинсульфид+бензотриазол)	0,5	1,46	2,90	0,42
SPN-присадка ТФФС-БТА (новая, трифенилфосфинсульфид+бензотриазол)	3,0	1,52	3,27	0,40

*И-12А – минеральное масло низкой вязкости без присадок: Рапсол – рапсовое (рапол) сульфидированное, мерсол – метиловые эфиры ВЖК рапола сульфидированные, мерол-метиловые эфиры ВЖК рапола

Пример 3

Технология приготовления жидкостных СмОСр.

Как показано на рис. 4 и 5, новую базовую пасту Ол-МАИ-П1 предлагается производить по двум вариантам технологий комплексной переработки рапола, характеризующимся рядом инновационных черт, в частности: а) иерархичность технологической цепи; б) цикличность (замкнутость) всех технологических операций переработки рапола, а следовательно, и практически полная безотходность производства; в) возможность получения всего необходимого ассортимента полуфабрикатов и присадок для производства любых типов СмОСр; г) повышение трибохимической активности новых СмОСр за счет использования глицерола и вторичного глицерина; д) получение важного в технологии новых СмОСр компонента-сульфидсодержащего биомасла-присадки типа «рапсол-мерол-nS»; е) производство одного базового продукта – пластической биопасты Ол-МАИ-П1 [4, 7, 9, 10].

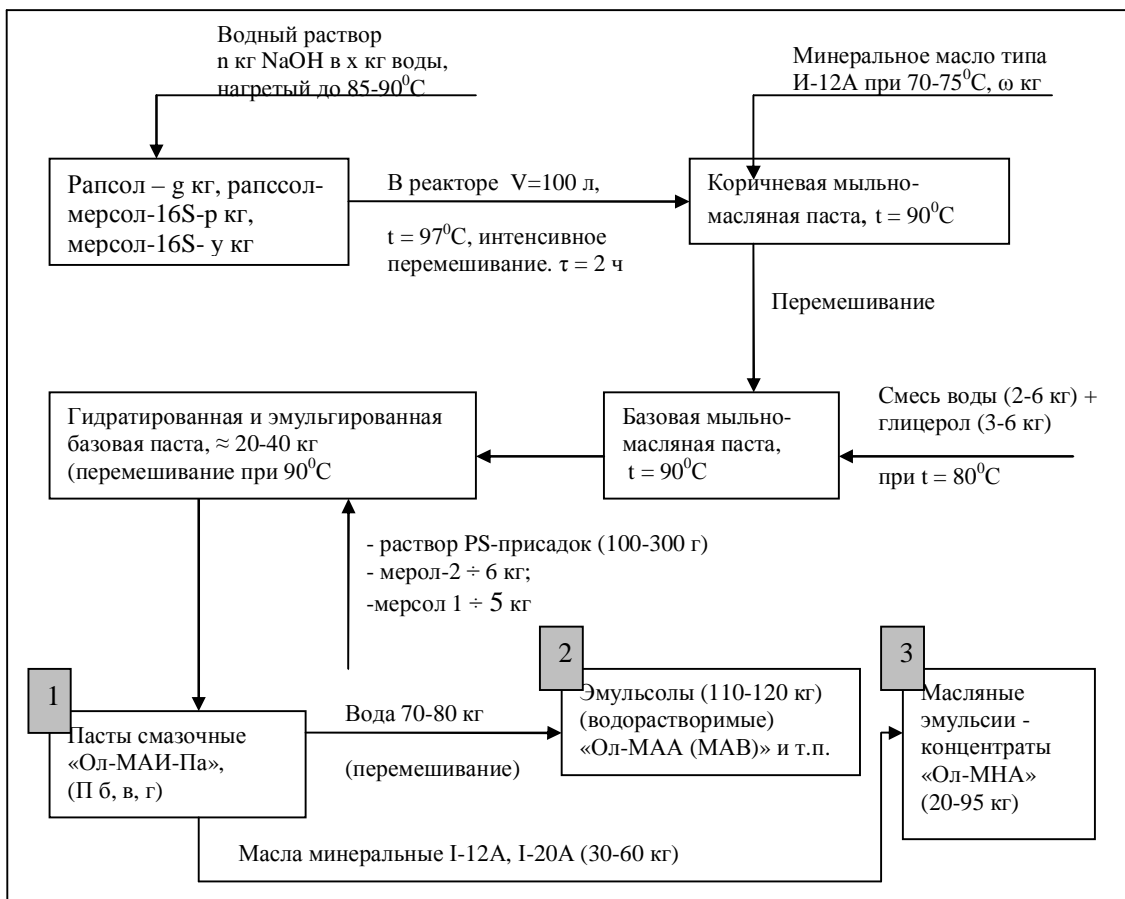


Рис. 4. Структурно-логическая схема производства базовой масляной биопасты эмульсоллов и масляных эмульсий по рецептуре примера 1

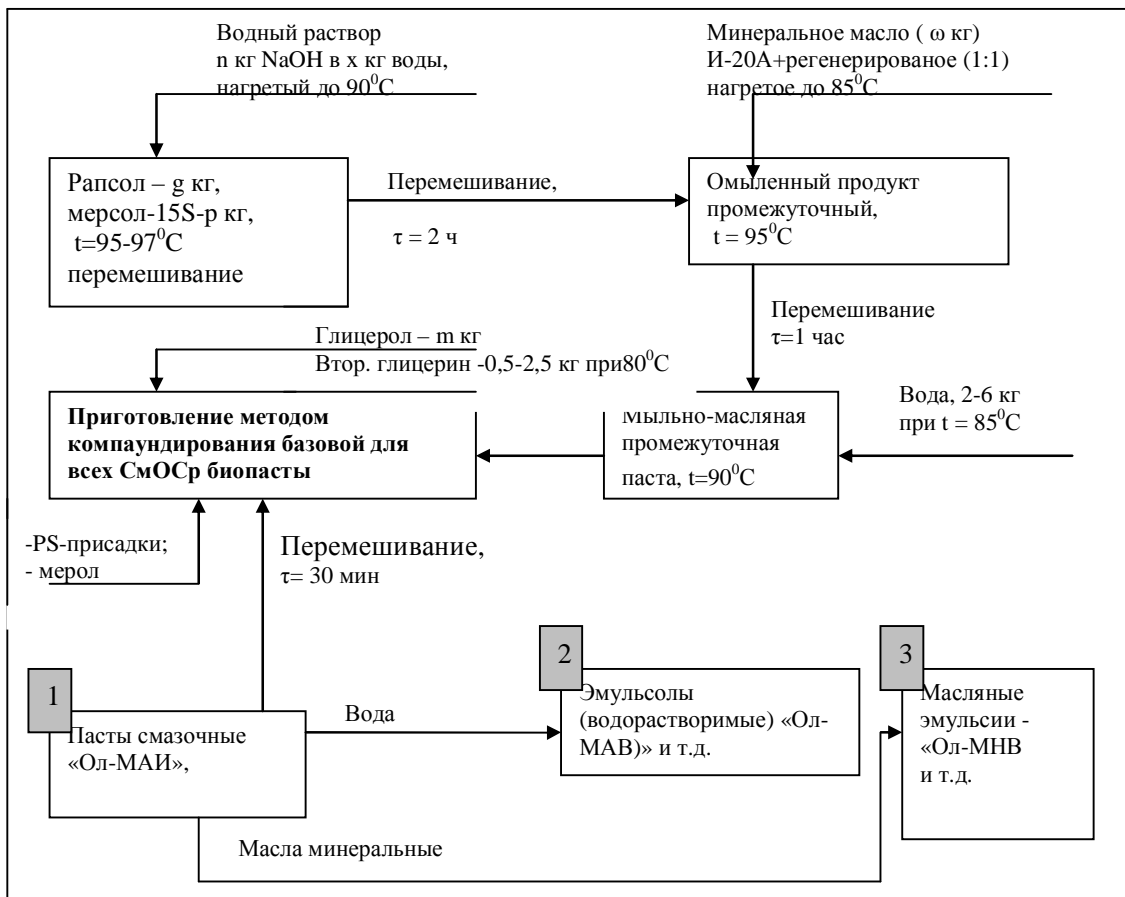


Рис.5. Структурно-логическая схема технологии производства базовой масляной биопасты эмульсоллов и масляных эмульсий по рецептуре примера 2

По своему составу и свойствам новая базовая биопаста является многокомпонентным и многофункциональным продуктом, на основе которого с использованием соответствующей дисперсионной среды по достаточно простой технологии (нагрев до температуры в пределах от 30 до 40⁰С и интенсивном перемешивании в течение 15–30 мин.) готовят жидкостные СМОСр двух типов [4, 7]:

1 – водный эмульсол ($\approx 30\%$ масс.), исходя из пасты и воды жесткостью 3,5–4,0 м-экв/л, из которого далее готовят рабочие эмульсии типов Ол-МАН-Е1.П1 и О-л-МАН-Е1.П1 (данные испытаний представлены в табл.4);

2 – масляную эмульсию-концентрат ($\approx 50\%$ масс.), исходя из пасты и минеральных масел, из которой готовят рабочие эмульсии типов Ол-МНО-М2.П1 и Ол-МНД-М2.П1 (данные испытаний представлены в табл.5).

Таблица 4

Сравнение смазочных свойств водных эмульсий: традиционных [10] и новых, на основе рапола

Эмульсия (концентрация)	Нагрузка, кН		Пятно износа d_3 , мм
	критическая P_k	сварки P_3	
Аквол-6 (5-процентная эмульсия)	1,52	1,88	0,92
Мобилмет-150 (5-процентная эмульсия), США	1,62	1,96	0,97
Аквол-2 (5-процентная эмульсия)	1,36	1,72	0,83
Империал Т20 (5-процентная эмульсия), США	1,26	1,58	0,90
Ол-МАН-Е1.П1а (5-процентная эмульсия)	1,57	1,92	0,85
Ол-МАН-Е1.П1бвг (5-процентная эмульсия)	1,65	1,98	0,80

Таблица 5

Сравнение смазочных свойств масляных СМОСр: традиционных [10] и новых, на основе рапола

Масляные СМОСр	Нагрузка, кН		Индекс износа, I_3	Пятно износа d_3 , мм	Коэффициенты трения, f_n/f_k^*
	критическая P_k	сварки P_3			
МР-5у (отечественная масляная композиция)	1,12	4,40	77	0,56	0,12/0,13
МР-8 (отечественная масляная композиция)	1,60	5,00	70	0,80	0,10/0,10
Тредкат-99 (импортная композиция, США)	1,57	4,65	82	55	0,13/0,15
Мобилмет-455 (США)	1,64	5,30	85	0,52	0,12/0,14
Ол-МНВ-М2.П1а, новая	1,62	4,75	80	0,50	0,11/0,12
Ол-МНД-М2.П1бвг, новая	1,67	5,25	87	0,58	0,12/0,13

f_n/f_k^* -коэффициенты трения соответственно в начале и в конце испытаний

Новые товарные СМОСр на основе рапола (пластичные масла и пасты, водные эмульсолы и масляные эмульсии) идентифицированы в соответствии со своей структурой, свойствами и назначением и включены в современную классификацию СМОСр по двум принятым в данной отрасли системам (табл.2)

Выводы

Результаты исследования проблемы комплексной переработки масел позволили: а) сформировать научные основы и принцип иерархичности технологических операций переработки масел на СМОСр для типовых процессов обработки металлов; б) определить место и роль модуля производства СМОСр в целостной системе перерабатывающего комплекса; в) рассчитать материальный баланс производства; г) разработать технологическую схему модуля; д) доказать связь между строением и свойствами новых СМОСр, трибохимическим механизмом их использования в процессах и достижением высоких эксплуатационной эффективности.

Литература

1. Теплотехнические, триботехнические и технологические характеристики смазочных материалов на основе новых базовых масел / Л.М. Кириченко, В.И. Кириченко, В.П. Свицерский, В.В. Ковтун; Проблемы трибологии. – М. : ТУП, 2002. – № 1. – 340–39 с.
2. Кириченко В.И. Химико-технологические аспекты комплексной переработки технических растительных масел новые экологически безопасные продукты / Л.М. Кириченко, Л.М. Полумбрик, В.И. Кириченко; Вопросы химии и химической технологии. – Днепропетровск : УГХТУ, 2008. – № 1. – 141–144 с.
3. Кириченко В.И. Качественные биоматериалы по техническим маслам: состояние и перспективы переработки / Л.М. Кириченко, Л.М. Полумбрик, В.И. Кириченко ; Химическая промышленность Украины.
4. Кириченко В.И. Смазочно-охлаждающие средства из технических масел: функциональные

свойства и их влияние на эффективность обработки металлов / В.В. Кириченко, Л.М. Полумбрик, В.И. Кириченко ; Химическая промышленность Украины. – К., 2008. – № 4. – 17–25 с.

5. Кириченко В.И. Биосинтетические материалы из технических масел в контексте энерго- и ресурсосберегающих технологий их комплексной переработки. – Ч. 1 «Проблема комплексной переработки масел: состояние и перспективы решений» / В.И. Кириченко, Л.М. Кириченко ; Масложировой комплекс.- Днепропетровск, 2009. – № 1 (24). – 49–54 с.

6. Кириченко В.И. Новые технологии комплексной переработки масел в качественные биосинтетические материалы широкого ассортимента и разно-отраслевых назначений / В.И. Кириченко, Л.М. Кириченко. – Тезисы докладов II-й Междн. научн.-техн.конф. «Химия и технология жиров: перспективы развития масложировой отрасли», Алушта, АР Крым, 21–29 сентября 2009 г.– Харьков: УкрНИИМЖ, 2009. – С. 15–19.

7. Пат. 71073 Украина, 2004. S10M129/56, S10M133/08, 135/00. Пластическая паста двойного назначения для процессов механической обработки металлов / Кириченко В.И., Свицерский В.П.; заявл. 16.07.2003 ; опубл. 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004.

8. Пат. 65014 Украина, 2006. S10M115/00, S10M101/04, S10M137/00. Смазочная композиция «Глирапсол-nS-MARN»/ Кириченко В.И., Свицерский В.П. ; заявл. 24.04.2003; опубл. 15.09.2006, Бюл. № 9, 2006.

9. Ребиндер П.А. Венстрем Е.К. Влияние среды и абсорбционных слоев на пластическое течение металлов.- В кн.: П.А. Ребиндер. Избр. тр.: поверхностные влияния в дисперсных системах. – М. : Наука, 1979.– 154–169 с.

10. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов / [С.Г. Энтелис, Э.М. Берлинер, В.А. Горлевский и др.]. – М. : Машиностроение, 1995. – 496 с.

References

1. Thermal engineering, tribological and technological characteristics of lubricants based on the new base oil / LM Kirichenko, VI Kirichenko, VP Swiderski, VV Kovtun, tribology problems. - Moscow: TUP, 2002. - № 1. - 34,039 s.

2. Kirichenko VI Chemical and technological aspects of the complex processing of technical oils new environmentally friendly products / LM Kirichenko, LM Polumbrik, VI Kirichenko, the question of chemistry and chemical technology. - Dnepropetrovsk: UGHTU, 2008. - № 1 -141-144 with.

3. Kirichenko VI Quality biomaterials for technical oils: status and prospects of processing / LM Kirichenko, LM Polumbrik, VI Kirichenko, chemical industry of Ukraine.

4. Kirichenko VI Metalworking tools of industrial oils: functional properties and their effect on the performance of metal. / VV Kirichenko, LM Polumbrik, VI Kirichenko, chemical industry of Ukraine. - K., 2008. - № 4. - 17-25 s.

5. Kirichenko VI Biosynthetic materials from industrial oils in the context of energy-saving technologies and their complex processing. - Part 1, "The problem of complex processing of oils: status and prospects of making" / VI Kirichenko, LM Kirichenko, Oils and Fats complex. - Kiev, 2009. - № 1 (24.) - 49-54 seconds.

6. Kirichenko VI New technologies for complex processing oils in biosynthetic quality materials and a wide range of different-branch appointments / VI Kirichenko, LM Kirichenko. - Abstracts of the II nd Mezhdn. Scientific-tehn.konf. "Chemistry and technology of fats: fat industry development prospects", Alushta, Crimea, 21-29 September 2009 - Kharkov: UkrNIIMZh, 2009. - Pp. 15-19.

7. Pat. 71073 Ukraine, 2004. S10M129/56, S10M133/08, 135/00. Plastic Pasta dual processes of machining metal / Kirichenko VI, Swiderski VP; appl. 07/16/2003, publ. 15.11.2004, Bull. № 11, 2004.

8. Pat. 65014 Ukraine, 2006. S10M115/00, S10M101/04, S10M137/00. Lubricant composition "Glirapsol-nS-MARN" / Kirichenko VI, Swiderski VP; appl. 24/04/2003, publ. 15.09.2006 Bull. № 9, 2006.

9. Reh binder PA Venstre EK Influence of the environment and absorbing layers on the plastic flow of metals. - In.: PA Reh binder. Fav. mp.: surface effects in disperse systems. - Moscow: Nauka, 1979. - 154-169 p.

10. Metalworking technology tools for metal / [S.G.Entelis, EM Berliner, VA Gorlevsky et al.] - Mashinostroenie, 1995. - 496.

Рецензія/Peer review : 20.7.2013 р.

Надрукована/Printed :26.9.2013 р.

Статтю представляє: д.пед.н. (к.т.н.), Кириченко В.І.