

Одержання уреатних мастил з використанням продуктів трансформації олій

О.О. Панейкін, Л.Ю. Бодачівська, О.І. Сафронов, І.О. Венгер

*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України,
Україна, 02094 Київ, вул. Мурманська, 1; тел.: +38-(044)-292-73-37,
E-mail: papeikin@hotmail.com*

Продемонстрована можливість застосування ПАР рослинного походження в якості компонентів загусника уреатних мастил. Переамідуванням триацилгліцеридів ріпакової олії етилендіаміном в присутності каталізатору – трет-бутилату калію, синтезовано моноаміноаміди жирних кислот лінійної структури. Взаємодією полізоціанату з моноаміноамідами жирних кислот у мольному співвідношенні 1:2,5 у середовищі нафтової оливи, синтезовані уреатні тиксотропні системи, які характеризуються високим рівнем механічної та колоїдної стабільності. Їхній склад, хімічна будова встановлені комплексом спектроскопічних методів аналізу. Методом дериватографічного аналізу встановлена верхня температурна межа застосування синтезованого уреатного мастила в діапазоні 150-200 °С. Встановлено, що поєднання олеохімічних продуктів – полісечовинної дисперсної фази з пакетом трибологічно ефективного Етерол-10S та поліфункціонального додатку Фосфолідін – дозволяє отримати уреатні мастила з високою термічною стійкістю, ЕР властивостями, поліпшеними захисними і антиокиснювальними характеристиками. Застосування екологічно безпечних олеохімічних продуктів у складі загусника і додатків мастила покращує біорозщеплюваність розробленої мастильної композиції. Все це дозволяє рекомендувати розроблене уреатне мастило для використання в умовах підвищених токсиколого-екологічних вимог, навантажень і температур.

Ключові слова: уреатне мастило, моноаміноаміди жирних кислот, ріпакова олія, пакет олеопридадок, трибологічні характеристики, біорозщеплюваність

Вступ

Не дивлячись на видатні досягнення в галузі машинобудування, до цього часу близько 30 % виробленої енергії витрачається на подолання тертя. З них понад 4,5 % енергії можна заощадити використанням якісних мастильних матеріалів, серед яких важливе місце належить пластичним мастилам. Ефективні мастила дозволяють зменшити зношування поверхонь тертя, спростити конструкцію та металоємність машин і механізмів, і в такий спосіб подовжити термін їх використання, помітно скоротити простої і експлуатаційні витрати на обслуговування техніки.

В свою чергу, розвиток сучасної техніки висуває перед розробниками мастил щоразу жорсткіші вимоги до їх показників якості. Мастила повинні витримувати високі перегрівання, утримуватися на поверхнях при значних швидкостях, не витікати з підшипників, володіти високою водостійкістю, захищати металеві деталі від корозії тощо. В той же час, сучасні мастила мають закладатися на увесь термін роботи механізму без заміни та поповнення. Таким чином, застосування висо-

коякісних мастил призводить у кінцевому рахунку до економії сировини, необхідної для їх виготовлення, в першу чергу, базових олив та додатків. Через те, що подовжується термін їх служби, потреба в мастилах знижується. Разом з тим, зменшення потрапляння складових мастила до навколишнього середовища та споживання меншої кількості сировини є ефективним методом захисту довкілля та збереження природних ресурсів.

В останній час найбільш затребувані мастила працездатні в широкому температурному робочому діапазоні та необхідним рівнем трибологічних і реологічних характеристик, стійкі за високих температур та в присутності вологи. Вищенаведеним вимогам у повній мірі відповідають мастила на сечовинних або уреатних загусниках [1].

Перша пропозиція використання в якості загусника мастил полісечовини опублікована в 1954 році [2]. Причиною пошуку і розробки нового виду мастильного матеріалу обумовлено відсутністю у ті часи хімічно і термічно стійких загусників для силіконових олив.

Полісечовинні або уреатні мастила (УМ) виявилися некорозійними, високоплавкими, хімічно- і термостабільними, з достатніми реологічними властивостями. З того часу і по сьогодні спостерігається невпинна зацікавленість до цього типу пластичних тиксотропних колоїдних систем.

Зараз загусником УМ, як правило, слугують високомолекулярні продукти взаємодії ізоціанатів з амінами, що містять у своєму складі 2 або 4 сечовинні групи $-NH-CO-NH-$. Вони характеризуються термічною і хімічною стійкістю, а також загущувальною здатністю до нафтових та синтетичних дисперсійних середовищ. На основі ди- або тетрасечовини можна одержати мастила, придатні до експлуатації в екстремальних умовах за високих температур та навантажень. УМ не втрачають своїх властивостей у контакті з водою, нафтопродуктами, агресивними та миючими речовинами. Тобто там, де у більшості випадків традиційні багатоцільові мастила малоефективні чи взагалі непридатні. З іншого боку, УМ ненабагато дорожчі відповідних мастил, одержаних на одних й тих самих дисперсійних середовищах. Саме цим пояснюється достатньо висока частка УМ в загальному балансі використання мастил у промислово розвинутих країнах світу. Станом на 2017 р. частка УМ в загальному обсязі світового виробництва мастил становила 5,93% і складала приблизно 70 тис. т [3]. І, якщо в Північній Америці частка цих мастил становить 6,88%, в Європі – 5,86%, в Китаї – 4,3%, то в Японії – 29,17%. Японія – єдина країна, де цим мастилам приділяється належна увага, та вони знайшли широке застосування в промисловості. Важливо відмітити, що спостерігається постійно зростаючий обсяг виробництва УМ на фоні зниження загального світового тоннажу мастил.

В Україні перші зразки УМ розроблені ще у 80-х роках ХХ століття [4], але широкого розповсюдження не набули, що пояснюється недостатньою обізнаністю потенційних споживачів з можливостями цього унікального виду мастильних матеріалів.

Для виготовлення УМ використовують аміни різної природи з вмістом у вуглеводневому ланцюгу до 20 атомів карбону та 2,4-толуїлендіізоціанат (ТДІ) або 4,4'-дифенілметандіізоціанат (МДІ). В Україні ці продукти не виробляються, але імпортуються для одержання широкого спектру хімічної продукції. Водночас, вітчизняна промисловість є потужним виробником олій та тваринних жирів – перспективної сировинної бази для синтезу органічних олеохімічних речовин різноманітного призначення замість імпортованих нафтохімічних. В ІБОНХ ім. В.П. Кухаря НАН України розроблені технології комплексного використання і переробки олій на біосинтетичні поверхнево-активні речовини (ПАР) – гідроксиациди, аміноаміди, імідазоліни, сульфани вищих жирних кислот тощо, які можуть використовуватися як поліфункціональні добавки [5, 6].

Таким чином, мета нашої роботи – олеохімічний синтез ПАР, що містять первинну аміногрупу, виготовлення на їх основі сечовинної дисперсної фази УМ та дослідження властивостей одержаних тиксотропних систем.

Експериментальна частина

Синтез аміноаміду проводили за методикою амідування олій діамінами [7]. Використано ріпакову олію та етилендіамін (ЕДА). Як каталізатор використано трет-бутилат калію (ТБК). Реакцію проводили за мольного співвідношення олія:діамін:ТБК рівного 1:3,1:0,01.

Амідування проводили за наступною методикою. В реактор завантажували розрахункову кількість олії та діаміну. Піднімали температуру до 60 °С та додавали каталізатор. Момент додавання каталізатору вважали початком реакції. Після додавання каталізатору реакційну суміш перемішували та витримували за цієї температури впродовж 6 годин.

Для виділення з дисперсії цільового продукту спочатку під вакуумом відганяли надлишковий діамін. Потім утворену реакційну суміш відмивали від каталізатора та гліцерину, який утворився, трет-бутиловим спиртом. Продукт доосушували до постійної маси і отримували моноаміноаміди жирних кислот (МАЗК). Перебіг реакції контролювали за зміною концентрації діаміну потенціометричним титруванням соляної кислотою в 2-пропанолі в присутності бромфенілового синього індикатора. Встановлено, що зменшення аміного числа вказує на перебіг основної реакції з утворенням МАЗК.

Для одержання сечовинного загусника УМ використано так званій «сирий» МДІ (crude MDI) або поліізоціанат (ПІЦ). Це в'язка рідина коричневого кольору з характерним запахом. В табл.1 наведені деякі фізико-хімічні характеристики ПІЦ.

Усі зразки УМ виготовлені на базовій нафтовій оліві, що містить 72,0 % мас. парафіно-нафтових вуглеводнів, 21,6 % легкої і 4,7 % середньої ароматики, а також 1,7 % смол та з в'язкістю за 100 °С 21,4 мм²/с, за наступною технологією. Готували окремі розчини ПІЦ та МАЗК у мольному співвідношенні 1:2,5 в нафтовій оліві, з концентрацією дисперсної фази 18 % мас. Нагрівали їх до 70 °С та змішували в реакторі, обладнаним обігрівом і перемішуючим пристроєм. Суспензію, що утворилась, нагрівали до 150 °С і витримували 30 хв. Зразок охолоджували до 20 °С і гомогенізували на лабораторній трьохвалковій перетирочній машині [8].

Таблиця 1. Властивості ПІЦ

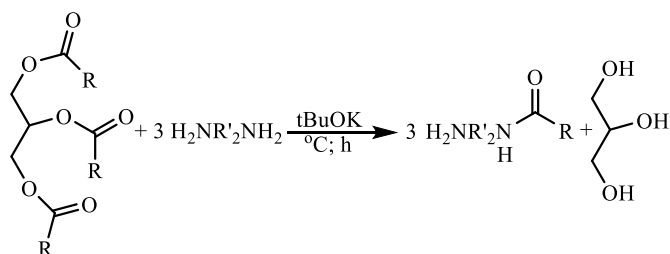
Назва показника	Значення показника
Вміст NCO, %	32
В'язкість за 25 °С, МПа·с	200
Густина за 25 °С, кг/м ³	1,22
Кислотність (as HCL), %	<0,05
Температура спалаху, °С	>170

Будову синтезованих речовин аналізували за допомогою ІЧ-спектрометрії. ІЧ-спектри записували у тонкій плівці на ІЧ-спектрометрі з перетворенням Фур'є Vertex 70 фірми Bruker (США). Термічні властивості УМ досліджували в статичній атмосфері повітря за допомогою дериватографа Q-1500D (Угорщина) з комп'ютерною реєстрацією даних. Параметри реєстрації термограми: наважка – 106,8 мг; нагрівання від 20 до 1000 °С, швидкість нагрівання 10 °С/хв.

Показники температури крапання та колоїдної стабільності УМ визначали за ISO 2176 та ГОСТ 7142. Механічну стабільність (МС) УМ оцінювали за зміною показника пенетрації після тривалого перемішування ($P_2 - P_1 = \Delta P$). Згідно з ASTM D 217 мастила руйнуються у стандартній мішалці від пенетрометра. P_1 визначають після 60, а P_2 - після 100 000 подвійних ходів. Зміна стану консистенції мастила в ході тривалого перемішування характеризує схильність або стійкість мастила до тиксотропного руйнування. Стабільність зразків мастил до окиснення оцінювали за зміною кислотного числа після тривалої термічної обробки згідно з ГОСТ 5734, а їхні трибологічні характеристики - навантаження критичне (P_k) та навантаження зварювання (P_z) визначали на чотирикульковій машині тертя за ГОСТ 9490.

Результати досліджень та їх обговорення

Узагальнену схему реакції амідування триацилгліцеридів олій діамінами з одержанням МАЖК можна представити наступним чином:



За фізичним станом МАЖК – парафіно- або мастилоподібні речовини коричневого кольору, добре розчинні в етиловому і ізопропиловому спиртах, частково – у воді, гасі і п-кислоті, не розчиняються в гексані та ізооктані.

ІЧ-спектри ріпакової олії та синтезованого моноаміноаміду її кислот наведено на рисунку 1. Під час реакції амідування ріпакової олії відбувається заміщення карбонільної групи естеру карбонільною групою амідів. Так, в ІЧ-спектрах основного продукту інтенсивна смуга поглинання за 1740 та 1160 cm^{-1} , властива валентним коливанням С=О-груп гліцеридів, зникає.

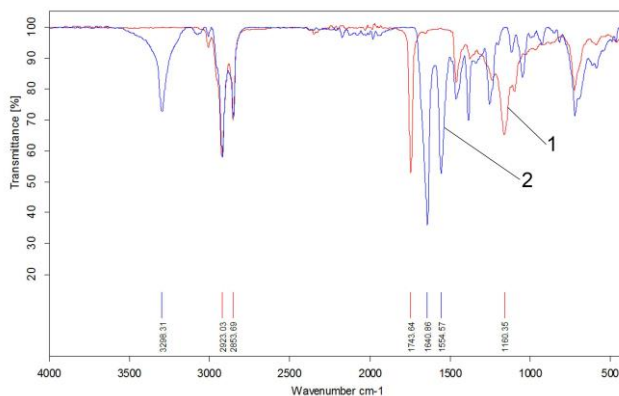
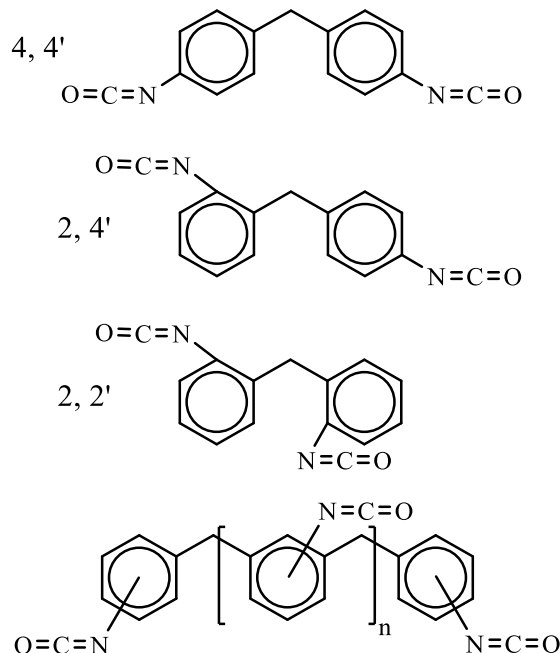


Рис. 1. ІЧ-спектри ріпакової олії (1) та моноаміноаміду її кислот (2)

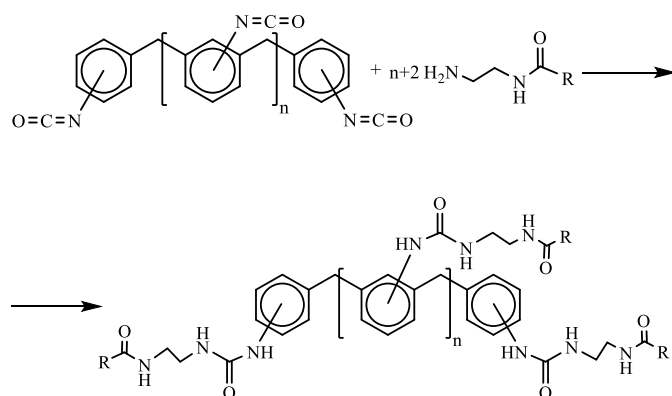
В той же час реєструються нові смуги валентних коливань С=О-груп амідів за 1640 cm^{-1} , NH групи за 3295 cm^{-1} , та деформаційних коливань N–H зв'язків за 1550 cm^{-1} , що вказує на утворення основного продукту. Відсутність в ІЧ-спектрах смуги поглинання С=N зв'язку при 1605 cm^{-1} , притаманної імідазолінам, вказує на утворення виключно лінійного МАЖК.

ПШ, використаний нами для синтезу сечовинного загусника, являє собою суміш різних продуктів і містить в середньому 55 % МДІ (переважно 2,4'-и 4,4'-ізомери), 25 % триізоціанатів та 20 % поліізоціанатів.



Розміщення ізоціанатних груп в молекулі МДІ впливає на реакційну здатність ізоціанату. В 4,4'- і в 2,2'-МДІ дві ізоціанатні групи еквівалентні, однак в 2,4'-МДІ вони володіють різною реакційною здатністю. Група в положенні 4 приблизно в 4 рази більш реакційноздатна, ніж група в положенні 2.

Перебіг процесу взаємодії ПШ з МАЖК проходить за схемою:



У порівнянні з класичною дисечовиною у даному випадку в молекулі загусника збільшується кількість сечовинних груп, що на думку деяких дослідників [9], позитивно впливає на змащувальні властивості УМ і експлуатаційні характеристики системи в цілому.

На рис.2 представлені ІЧ-спектри УМ та його окремих компонентів. Ізоціанатні групи $N=C=O$ ПШЦ відповідають асиметричним валентним коливанням в області $2280-2230\text{ см}^{-1}$. Як зазначалося вище, для МАЖК характерні валентні коливання NH групи за 3295 см^{-1} , $C=O$ -груп амідів за 1640 см^{-1} та деформаційних коливань $N-N$ зв'язків за 1550 см^{-1} . На спектрі УМ ця смуга відсутня зовсім, що свідчить про взаємодію ізоціанату з МАЖК та утворення сечовинного загусника за наведеною вище схемою.

Відомо, що усі мастила чутливі до високої температури, що провокує топлення загусника, розрідження мастила з втратою межі міцності або, навпаки, термоміцнення, а також термоокиснювальну деструкцію молекул дисперсійного середовища. Очевидно, що високотемпературні мастила повинні характеризуватися високим рівнем термічної стійкості.

Основними показниками термічних властивостей мастил з точки зору стабільності дисперсної фази є температура крапання, а також максимальна робоча температура. Температура крапання – це температура, за якої мастило із пластичного твердого переходить у рідкий стан. За температурою крапання мастил можна судити про природу загусника, на основі якого виготовлене мастило, а поза тим, ґрунтуючись на цій інформації, прогнозувати можливі області застосування, за умови, що відома природа дисперсійного середовища мастила. Як впливає з результатів досліджень (табл.2), температура крапання синтезованого мастила перевищує $230\text{ }^\circ\text{C}$, що вказує на належність даної тиксотропної системи до високотемпературної.

Для визначення верхньої температурної межі застосування УМ адаптовано метод дериватографічного аналізу, що базується на одночасному вимірюванні маси та ентальпії матеріалу під час його нагрівання.

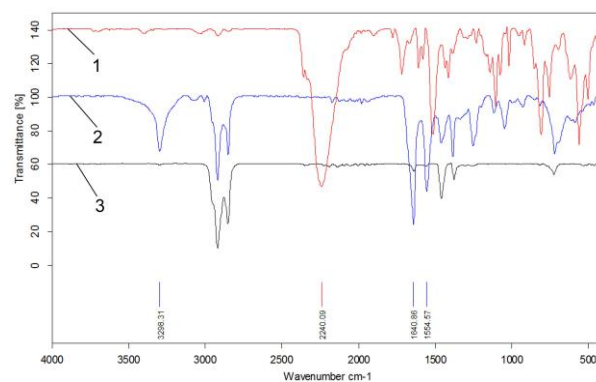


Рис. 2. ІЧ-спектри УМ (3) та його складових ПШЦ (1), МАЖК (2)

Дериватографія є комбінацією двох найбільш розповсюджених термографічних методів: диференціального термічного аналізу (ДТА) та термогравіметричного аналізу (ТГА) [10], і дозволяє визначити температури, за яких відбуваються фізико-хімічні перетворення в загуснику. Під час дериватографічного аналізу зразка мастила одночасно записують криві: ДТА, термогравіметрії (ТГ) та диференціальної термогравіметрії (ДТГ).

На кривих ТГ синтезованого мастила початкова горизонтальна ділянка до $200\text{ }^\circ\text{C}$ свідчить про його високу стійкість до термоперетворень (рис.3). Лише за досягнення $300\text{ }^\circ\text{C}$ спостерігається вертикальний уступ на кривій, що вказує на інтенсивний хімічний розпад дисперсійного середовища мастила. На кривих ДТА спостерігається два екзотермічні ефекти в температурному інтервалі $350-550\text{ }^\circ\text{C}$, які характеризують інтенсивну термоокиснювальну деструкцію дисперсійного середовища та сечовинного загусника.

Отримані результати за даною методикою дають можливість визначити верхню температурну межу застосування УМ, виготовлених на базовій нафтовій оліві, в інтервалі $150-200\text{ }^\circ\text{C}$. Зі зміною дисперсійного середовища верхня температурна межа може зміщуватися в ту чи іншу сторону.

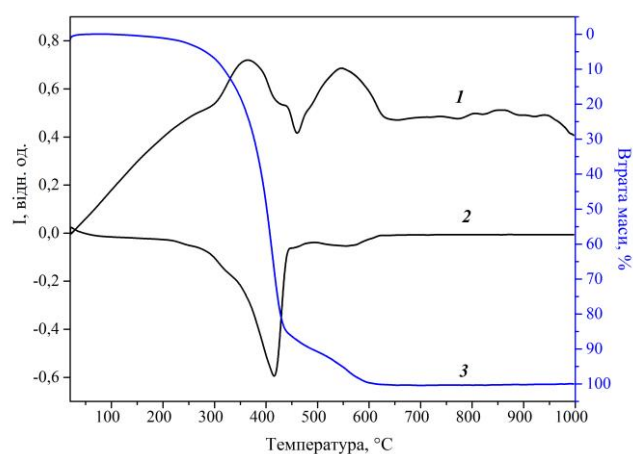


Рис.3. Дериватограма УМ: 1 – ДТА, 2 – ДТГ, 3 – ТГ

Таблиця 2. Властивості синтезованого УМ

Найменування показника, одиниця виміру	Метод випробування	Значення показника
Пенетрація за 25 °С, мм·10 ⁻¹ , з перемішуванням: - 60 подвійних тактів - 100000 подвійних тактів - ΔР	ASTM D 217	270 302 32
Температура крапання, °С	ISO 2176	245
Колоїдна стабільність, %	ГОСТ 7142	4,0
Приріст кислотного числа (120 °С, 6 год.), мг КОН/г	ГОСТ 5734	0,29
Трибологічні характеристики на ЧКМ, Н - Рк - Рз	ГОСТ 9490	657 1568

Крива ТГ на рис.3 свідчить про 100 %-ву втрату маси мастилом при нагріванні до 600 °С. Золи, на відміну від мильних мастил, УМ не утворює. Це вигідно вирізняє його при експлуатації в умовах високих температур, оскільки на поверхнях тертя виключається утворення нагару та відкладення шламів, а значить збільшується термін їх експлуатації.

В табл. 2 наведено дані про механічну стабільність синтезованої тиксотропної системи. Треба відмітити, що МС – один з найважливіших параметрів оцінки експлуатаційних властивостей антифрикційних мастил. Стійке до механічного руйнування мастило суттєво не змінює структуру, не розріджується і не витікає з вузла тертя – чим подовжує термін його експлуатації. Різниця $P_2 - P_1 = \Delta P$ оцінює МС мастил наступним чином: при $\Delta P < 30$ – МС відмінна; при $\Delta P = 30-60$ – добра; при $\Delta P = 61-100$ – задовільна; при $\Delta P > 100$ – незадовільна [11]. Можна констатувати, що МС одержаного нами УМ є доволі високою.

Само по собі наявність полісечовини у якості загусника не є однозначною гарантією високої працездатності мастил. Їхні властивості виявляються тільки в збалансованих композиціях оптимального складу з правильно підібраними базовими оливами, додатками та наповнювачами.

Мастила, які здатні працювати за високих навантажень, повинні мати значення навантаження зварювання визначене на чотирьохкульковій машині тертя не менше ніж 2450 Н та позначаються як ЕР (extreme pressure). Для надання мастильної композиції ЕР властивостей та покращення захисних характеристик до складу розробленого нами мастила із загусником на основі продукту взаємодії ПЩ з МАЖК введено розроблені функціональні ПАР-додатки на основі продуктів трансформації жирних кислот олій та фосфоліпиду – побічного продукту від очищення олій:

- «Присадка Етерол-S» (ТУ У 20.5-03563790-015:2016) - сульфурований етиловий естер вищих жирних кислот ріпакової олії з масовою часткою сульфуру

10% мас., протизадирний і протизношувальний додаток;

- «Присадка Фосфолідін» (ТУ У 24.6-03563790-104:2011) - продукт конденсації фосфатидного концентрату з N,N'-біс(2-гідроксietил)-етилендіаміном, підвищує захисні, протизношувальні й антиокислювальні властивості мастил.

В табл. 3 наведено результати порівняльних досліджень властивостей синтезованого УМ та товарного мастила Маспол (ТУ У 00149943.489-97) виробництва ВАТ «Азмол», що призначене для застосування у вузлах тертя технологічного обладнання в діапазоні температур від -20 до +150 °С. До складу мастила Маспол входить нафтова базова олива, сечовинний загусник, пакет багатфункціональних додатків у складі протизношувальної присадки та інгібітора окиснення.

Як свідчать дані табл. 3, застосування у якості компонента загусника продукту взаємодії ПЩ з МАЖК ріпакової олії та ЕДА разом з ПАР-додатками – Естерол-10S і Фосфолідін, дозволило одержати мастильну композицію з високими термічними, антиокиснювальними, об'ємно-механічними та екологічними характеристиками.

Завдяки інгібуючій дії загусника та присадки Фосфолідін, УМ виявилось стійким до дії кисню. За приростом кислотного числа за високих температур воно переважає антиокиснювальні властивості мастила Маспол, що містить у своєму складі інгібітор окиснення. Крім того, застосування присадки Фосфолідін дозволило покращити протизношувальні властивості УМ у порівнянні з мастилом Маспол за показником Рк на цілу ступінь навантажувального ряду. Водночас, введення до складу УМ сульфанив Етерол-10S рослинного походження дозволило підвищити протизадирні властивості (Рз) майже на 1000 Н за одночасного забезпечення антикорозійного захисту і позбавлення неприємного запаху, притаманного більшості сульфурвмісних додатків, та надати йому ЕР властивостей.

Таблиця 3. Порівняльні властивості розробленого УМ та товарного мастила Маспол

Найменування показника, одиниця виміру	Метод випробування	Значення показників для мастил	
		Маспол	УМ
Пенетрація за 25 °С, мм·10 ⁻¹ , з перемішуванням - 60 подвійних тактів - 100000 подвійних. тактів - ΔР	ASTM D 217		
		270	272
		342	310
		72	38
Температура крапання, °С	ISO 2176	228	245
Колоїдна стабільність, %	ГОСТ 7142	10,0	4,5
Приріст кислотного числа (120 °С, 6 год.), мг КОН/г	ГОСТ 5734	0,22	0,14
Трибологічні характеристики на ЧКМ, Н - Рк - Рз	ГОСТ 9490		
		921	980
		1568	2450
Біорозщеплюваність, %	CECL33-A-93	29,8	36,7

За результатами досліджень механічної стабільності УМ за зміною показника пенетрації після тривалого механічного руйнування, застосування у складі загусника продукту взаємодії ПЩ з МАЖК призводить до покращення механічної стабільності – ΔР розробленого мастила у порівнянні з мастилом Маспол виявилася значно меншою. Це дозволяє прогнозувати тривалу стабільність нового мастила у вузлах тертя без розм'якшення та витікання.

Нарешті, за екологічними характеристиками, визначеними за ДСТУ 4247:2003 «Нафтопродукти. Метод визначення біорозщеплюваності (CECL 33-A-93, NEQ)», розроблене мастило також переважає товарний аналог – показник біорозщеплюваності підвищується на 7 %.

Узагальнюючи отримані результати порівняльних досліджень, можна констатувати, що УМ з додатками на основі олеохімічних продуктів може застосовуватися як високотемпературне антифрикційне мастило в умовах високих навантажень та у широкому температурному діапазоні.

Висновки

1. Амідуванням триацилгліцеридів ріпакової олії етилендіаміном синтезовано моноаміноаміди лінійної структури. Спектральними методами аналізу доведено їх склад і хімічну будову. Доведена відсутність у складі продуктів реакції імідазолінів.

2. Показана можливість застосування моноаміноамідів рослинного походження для синтезу сечовинного загусника. Одержані уреатні мастила характеризуються високим рівнем механічної та колоїдної стабільності. Їхня верхня температурна межа застосування, встановлена методом дериватографічного аналізу, сягає 150-200 °С.

3. Встановлено, що введення до складу уреатного мастила ефективного поліфункціонального пакету ПАР-додатків, покращує змащувальні та антиокиснювальні характеристики пластичного мастила.

4. Доведено, що завдяки застосуванню у складі мастила екологічно безпечних компонентів покращується біорозщеплюваність мастильної композиції, що є важливим фактором у захисті довкілля.

Література

1. Ищук Ю.Л. *Состав, структура и свойства пластичных смазок*. Киев, 1996. 516.
2. Brannen C.G., Brimstrum L.C., Swaken E.A. Substituted ureas as grease thickeners. *NLGI Spokesman*. 1954. 18. 8-13.
3. *2017 NLGI Lubricating Grease Production Survey*. 2018. 30.
4. Никишина З.М., Бутовец В.В., Лендъел И.В., Страшенко М.Я. Високотемпературные полимочевинные смазки. *ХТТМ*. 1987. 4. 12-14.
5. Bodachivskiy Iu., Pop G. Synthesis of functional compounds and materials from biolipids. *International Conference on Organic Synthesis, BOS 2016 (Balticum Organicum Syntheticum): Abstract Book* (Riga, July 3-6 2016). Riga, 2016. 47.
6. Bodachivskiy Yu.S., Pop G.S. Synthesis and structure of sulfur-containing antifriction additives for lubricants. *Каталіз та нафтохімія*. 2014. 23. 15-23.
7. Сафронов О.І., Папейкін О.О., Венгер І.О., Бодачівська Л.Ю. Дослідження каталітичної дії трет-бутилату калію в реакціях амідування ацилгліцеридів ріпакової олії. *Наукові вісті КПІ*. 2019. 4. 83-88. DOI: <https://doi.org/10.20535/kpi-sn.2019.4.180743>.
8. Железний Л.В. Особенности синтеза уреатных тиксотропных систем. *Український хімічний журнал*. 2016. 82 (12). 117-122.
9. Hurley, S., Cann, P. M. Starved Lubrication of EHL Contacts – Relationship to Bulk Grease Properties. *NLGI Spokesman*. 2000. 64 (2). 15-32.
10. Пименова Л.Н. *Термография. Методические указания*. Томск, 2005. 19.

11. Кламанн Д. *Смазки и родственные продукты. Синтез, свойства, применение, международные стандарты*. Москва, 1988. 488

References

1. Ishhuk Ju.L. *Sostav, struktura i svojstva plastichnyh smazok*. Kiev, 1996. 516. [in Russian].

2. Brannen C.G., Brimstrum L.C., Swaken E.A. Substituted ureas as grease thickeners. *NLGI Spokesman*. 1954. 18. 8-13.

3. *2017 NLGI Lubricating Grease Production Survey*. 2018. 30.

4. Nikishina Z.M., Butovec V.V., Lend'el I.V., Strashenko M.Ja. Vysokotemperaturnye polimochevinnye smazki. *HTTM*. 1987. 4. 12-14. [in Russian].

5. Bodachivskyi Iu., Pop G. Synthesis of functional compounds and materials from biolipids. *International Conference on Organic Synthesis, BOS 2016 (Balticum Organicum Syntheticum): Abstract Book* (Riga, July 3-6 2016). Riga, 2016. 47.

6. Bodachivskyi Yu.S., Pop G.S. Synthesis and structure of sulfur-containing antifriction additives for lubricants. *Kataliz ta naftohimija*. 2014. 23. 15-23.

7. Safronov O.I., Papeikin O.O., Venher I.O., Bodachivska L.Iu. Doslidzhennia katalitychnoi dii tret-butylatu kaliuu v reaktsiiakh amiduvannia atsylhlitserydiv ripakovoi olii. *Naukovi visti KPI*. 2019. 4. 83-88. DOI: <https://doi.org/10.20535/kpi-sn.2019.4.180743>. [in Ukrainian].

8. Zheleznyi L.V. Osoblyvosti syntezy ureatnykh tyksotropnykh system. *Ukrainskyi khimichnyi zhurnal*. 2016. 82 (12). 117-122. [in Ukrainian].

9. Hurley, S., Cann, P. M. Starved Lubrication of EHL Contacts - Relationship to Bulk Grease Properties. *NLGI Spokesman*. 2000. 64 (2). 15-32.

10. Pimenova L.N. *Termografija. Metodicheskie ukazaniya*. Tomsk, 2005. 19. [in Russian].

11. Klamann D. *Смазки и родственные продукты. Синтез, свойства, применение, международные стандарты*. Москва, 1988. 488. [in Russian].

Надійшла до редакції 03.02.2020 р.

Obtaining of urea greases based on transformation products of vegetable oils

O.O. Papeikin, L.Yu. Bodachivska, O.I. Safronov, I.O. Venger

*V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the NAS of Ukraine,
1, Murmanska Str., 02094 Kyiv, Ukraine, Tel.: + 38- (044) -292-73-37,
E-mail: papeikin@hotmail.com*

The possibility of using surfactants of vegetable origin as components of a thickener of urea greases has been demonstrated. The transamidation of rapeseed oil with ethylenediamine in the presence of a potassium tert-butylate catalyst synthesized the linear fatty acid monoaminoamides. The interaction of polyisocyanate with fatty acid monoaminoamides in a 1:2,5 molar ratio in a petroleum medium has synthesized urea thixotropic systems characterized of high levels of mechanical and colloidal stability. Their composition and chemical structure was set by spectrometric methods of analysis. Derivatographic analysis has established the upper temperature limit for the use of synthesized urea grease in the range of 150-200 °C. It is established that the combination of oleochemical products - polyurea dispersed phase with a package of tribologically effective Eterol-10S and poly-functional additive Phospholidine - allows to obtain urea greases with high thermal stability, EP properties, improved protective and antioxidant properties. The use of environmentally friendly oleochemical products in the composition of the thickener and grease additives improves the biodegradability of the developed grease composition. All this allows to recommend the developed urea grease for use in conditions of high toxicological and ecological requirements, loads and temperatures.

Keywords: urea grease, fatty acid monoaminoamides, rapeseed oil, oleoadditive package, tribological characteristics, biodegradability.