

*Л. М. КАСЬЯНЕНКО, І. М. ДЕМИДОВ, С. М. МОЛЬЧЕНКО*

### **МОЖЛИВІСТЬ ОДЕРЖАННЯ БІОМАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ ХІМІЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ОЛІЙ**

На сьогодні досить багато є робіт присвячених пошуку альтернативи нафтопродуктам. Більшість робіт стосується хімічної обробки олій, як присадка до нафтопродуктів. Зазвичай використовують для таких досліджень ріцинову або ріпакову олії, оскільки вони більш популярні для технічного застосування, та ріцинову олію можливо використовувати без хімічних перетворень, так як вона містить у своєму складі гідроксікислоти. Об'єктом дослідження є процес гідрохлорування соняшникової олії хлорним вапном. Метою роботи є розробка технології одержання мастильних матеріалів на основі соняшникової олії шляхом гідрохлорування олії з наступним хімічним перетворенням продукту для отримання основи мастильних матеріалів. В роботі обґрунтовано методи отримання базових мастил з альтернативних джерел (відновлюваної сировини), в тому числі – за допомогою переробки рослинних олій. Виготовлено зразки мастильних олій на основі соняшникової олії. Визначено в'язкісно-температурні властивості отриманих продуктів. Результати проведеної роботи вказують на перспективність і доцільність подальших досліджень в галузі одержання кисневміслючих похідних рослинних олій з метою визначення оптимальних умов проведення зазначеної хімічної модифікації.

**Ключові слова:** біомас тильні матеріали; соняшникова олія; жирні кислоти; хімічна модифікація; гідро хлорування; в'язкісно-температурна характеристика.

*Л. Н. КАСЬЯНЕНКО, И. Н. ДЕМИДОВ, С. Н. МОЛЬЧЕНКО*

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ БИОСМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Сегодня достаточное количество работ посвященных поиску альтернативы нефтепродуктам. Большинство работ касается химической обработки масел, как присадка к нефтепродуктам. Для таких целей обычно используют касторовое и рапсовое масла, так как они достаточно популярные для технического применения, касторовое масло возможно использовать без химических превращений, поскольку в его составе присутствуют гидроксильные группы. Объектом исследования является процесс гидрохлорирования подсолнечного масла хлорной известью. Целью работы представляется разработка технологии получения смазочных материалов на основе подсолнечного масла путем гидрохлорирования масла с последующим химическим превращением продукта для получения основы смазочных материалов. В работе обосновано поиск методов получения базовых масел из альтернативных источников, в том числе – с помощью переработки масел растительного происхождения. Были изготовлены образцы смазочного материала на основе подсолнечного масла. Были определены вязкостно-температурные свойства полученных продуктов. Результаты проведенной работы указывают на перспективность и целесообразность дальнейших исследований в области получения кислородсодержащих производных растительных масел с целью определения оптимальных условий проведения указанных химических модификаций.

**Ключевые слова:** биосмазочные материалы; подсолнечное масло; жирные кислоты; химическая модификация; гидрохлорирование; вязкостно-температурная характеристика.

*L. M. KASIANENKO, I. M. DEMIDOV, MOLCHENKO S. M.*

### **POSSIBILITY OF OBTAINING BIOLUBRICANTS MATERIALS BY CHEMICAL MODIFICATION OF VEGETABLE OILS**

Today, have been a sufficient of science works devoted to the search for alternatives to petroleum products. Many scientific papers are discussing the chemical processing by vegetable oils such as a component to petroleum product. For such purposes, castor and rapeseed oils are usually used, since they are quite popular for technical use, it is possible to use castor oil without chemical transformations, since it contains hydroxyl groups. Target of research: sunflower oil hydrochlorination process with chlorine lime. Research objective: development of procedure for hydrochlorination of sunflower oil, with further the synthesis of the product which will be the basis of lubricants. The thesis is devoted to development of technology for production of lubricants based on sunflower oil. The paper establishes a research on methods for basic oils obtaining from alternative sources, including vegetable oil processing. During the research lubricant samples, based on sunflower oil, were made. In these samples viscosity-temperature properties were determined. The results of this work indicate the prospects and feasibility of further research in the field of obtaining oxygen-containing derivatives of vegetable oils in order to determine the optimum conditions for carrying out the abovementioned chemical modifications.

**Key words:** bio-lubricants; sunflower oil; fatty acids; chemical modification; hydrochlorination; viscosity-temperature characteristic.

**Вступ.** Стабільне посилення глобальної екологічної кризи поставило перед людством життєво важливе завдання: по новому підійти до вирішення проблем забруднення навколишнього середовища і створити замкнутий кругообіг діоксиду вуглецю [1]. Як наслідок виник Кіотський протокол, метою якого є зменшення викидів в атмосферу, що призводить до глобального потепління. За оцінкою Єврокомісії (ЄК), з 1990 до 2016 року країни ЄС скоротили викиди діоксиду вуглецю в атмосферу на 20,8%. Однак останніми роками ситуація в цьому напрямку перестала

поліпшуватися. Так, у звіті ЄК з емісії діоксиду вуглецю за 2017 рік вказано, що в 2016-м європейські країни збільшили викиди на 0,2% [2].

Тому пошук альтернативних джерел енергетичних та паливних ресурсів досі залишається актуальним.

**Метою роботи** є розробка технології одержання мастильних матеріалів на основі соняшникової олії шляхом гідрохлорування олії з наступним хімічним перетворенням продукту для отримання основи мастильних матеріалів.

© Касьяненко Л. М., Демидов І. М., Мольченко С. М., 2019

Одним із значних джерел забруднень природного середовища є мастильні матеріали, як свіжі, так і відпрацьовані. Це пояснюється, перш за все, низьким рівнем біорозкладання мінеральних і синтетичних мастил. Деякі нафтові і синтетичні мастильні матеріали та їх компоненти є екоотоксичними продуктами. Всі види палива, мастильні матеріали та спеціальні рідини в тій чи іншій мірі є токсичними і вогнебезпечними, а палива та органічні розчинники до того ж є вибухонебезпечними. Тому необхідно добре знати основні екологічні властивості палив, мастильних матеріалів і спеціальних рідин, які впливають на людину і навколишнє середовище і можуть проявлятися при зберіганні, транспортуванні або використанні. До найбільш важливих відносять: токсичність, пожежонебезпечність, вибухонебезпечність і здатність до електризування [3].

Крім екологічних чинників слід враховувати і економічні: використання одного домінуючого матеріалу для отримання мастил, яким останнім часом є нафта, не виправдовує себе [4]. Альтернативою цим матеріалам можуть служити жири рослинного і тваринного походження, біологічні мастильні матеріали. Вони нетоксичні, мають високий рівень біорозкладання і добрі змащувальні властивості [5]. Такі жири і відходи їх переробки можна використовувати для виробництва мастильних матеріалів практично всіх видів – олив, пластичних мастил, мастильно-охолоджуючих технологічних засобів, технологічних мастил, а також присадок.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** На сьогодні в літературі представлена велика кількість робіт пошуку альтернативи нафтопродуктам, більшість з яких стосується хімічної обробки олій з метою їх використання в якості присадок до нафтопродуктів [6-11,14]. Зазвичай з цією метою використовують рицинову або ріпакову олії. Першу застосовують внаслідок присутності в її складі гідроксигруп, тому вона без будь-якої хімічної модифікації є придатною для використання. Відомим є спосіб одержання базової оливи для мастильних композицій [8], що ґрунтується на хімічній модифікації ріпакової олії та включає наступні стадії перетворення: 1) метаноліз ріпакової оливи реагентом реакції, що містить КОН та метилат натрію у метанолі з одержанням проміжного продукту – метилових ефірів вищих жирних кислот ріпакової олії (метафлору); 2) сульфювання метафлору розмолотим сульфуром з отриманням кінцевого продукту – олива метафлор-S.

При отриманні метафлору досягається зниження молекулярної маси за рахунок відщеплення гліцерину. Під час додавання розмолотого сульфуру в'язкість збільшується, оскільки сірка за певних умов

розриває подвійний зв'язок. А при високих температурах відбувається зшивання молекул по місцю сульфідних груп [9, 11]. В'язкісно-температурна залежність такої оливи зростає плавно-повільно, що є досить бажаною характеристикою. Проте наявність сульфідних груп може призводити до реакції полімеризації, що негативно позначиться на роботі двигуна. Іншим перспективним напрямком в технології відновлювальних мастильних матеріалів є використання бутилових ефірів на основі гідроксильованої соняшникової олії. Матеріали такої природи мають достатню потенційну можливість взаємодії з металевими поверхнями за рахунок різних механізмів: 1) енергетично слабо, тобто адсорбційно, наприклад за рахунок сил Ван-дер-Ваальса або диполь-дипольних взаємодій; 2) енергетично більш ефективно, за рахунок хемосорбції, наприклад, утворенням водневих та комплексних зв'язків між молекулами мастил і поверхнею; 3) енергетично найбільш сильно за рахунок гетерогенних хімічних реакцій, наприклад, трибо активованих реакцій полімеризації, конденсації, комплексоутворення тощо. Використання рослинних олій без попередньої хімічної модифікації в технології мастильних матеріалів навіть в якості добавок до мінеральних олив є недоцільним [12]. Це зумовлено рядом вагомих причин. По-перше, олії містять хоча і мінімальну кількість (залежно від типу олій 0,5–5 % мас.), але досить активних біологічних домішок, серед яких слід виділити фосфоліпіди та ферменти типу ліпаз, які мають виражену каталітичну дію, прискорюючи біохімічне окиснення олій. По-друге, олії характеризуються досить високими у порівнянні із мінеральними мастилами значеннями кислотного числа (К.Ч., мг КОН/г). По-третє, естерні групи триацилгліцеролів олій є більш термодинамічно нестабільними у порівнянні з функціональними групами мінеральних олив, що негативно впливає на експлуатаційні показники мастил [13].

Отже, аналізуючи визначальні особливості олій як біосировини бачимо, що за умови розробки методів усунення їх функціональних недоліків шляхом хімічної модифікації, можна успішно їх використовувати для одержання цілої низки як проміжних продуктів, так і базових біомастил в галузі мастильних матеріалів. Важливим завданням є розширення сировинної бази галузі мастильних матеріалів, яка на сьогодні є традиційно застарілою, обмеженою продуктами суцільно нафтового (мінерального) походження [14]. Пошук альтернативних сировинних джерел приводить до технічних рослинних олій, зокрема ріпакової, соєвої генетично модифікованої, рицикової, соняшникової, які за своїми функціональними властивостями є найбільш схожими з базовими мінеральними оливами. Отже, базові матеріали мастильної галузі – оливи і присадки, які можна виробляти із такої

дешевої, поновлювальної і екологічно безпечної сировини як рослинні олії, здатні до швидкого біорозкладання. Тоді як мінеральні оливи є стійкими до біорозкладання, і тому є екологічно небезпечними.

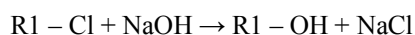
**1. Визначення основних критеріїв дослідження. 1.1 Вибір умов експерименту.** Для збільшення окисної стійкості олії в молекулу триацилгліцеролу додатково введено функціональні групи шляхом гідрохлорування соняшникової олії. Внаслідок цього у радикалі жирної кислоти значно зменшується кількість ненасичених зв'язків, наявність яких виступає потужним фактором, що стимулює окиснення жирів. Продукт гідрохлорування може надалі набути хімічних модифікацій, спрямованих на заміщення атому хлору певною функціональною групою. В досліді, як модельна речовина, застосовувалась олія соняшникова рафінована дезодорована. Основні параметри початкової олії, що змінювалися протягом досліді наведені у таблиці 1. Реакція проводилась за температури 70–90 °С при інтенсивному перемішуванні мішалкою протягом 4–6 годин. Під час досліді колір олії набував світло-жовтих відтінків. Після 4-ох годин досліді змінилися фізико-хімічні показники, що свідчать про зміну хімічного складу (табл. 1: 1 – Соняшникова олія, 2 – Гідрохлорована олія 4 год  $T=70^{\circ}\text{C}$ , 3 – Гідрохлорована олія 6 год  $T=70^{\circ}\text{C}$ , 4 – Гідрохлорована олія 4 год  $T=90^{\circ}\text{C}$ ). Таким чином, число омилення (Ч. О.), а отже і ефірне число (Еф. Ч.) зросло з 190,4 мг КОН/г до 323,4 мг КОН/г, тобто на 133 одиниці, що становить 69,8 % приросту відносно початкового показнику. Таким чином, можна зробити припущення, що до кожної 2,37 молекули ТАГ по місцю ненасичених вуглеводневих зв'язків було приєднано Cl та OH групу.

**1.2 Омилення та алкоголіз гідрохлорованого продукту.** З метою видалення жирних кислот із продукту гідрохлорування олії було проведено омилення останнього спиртово-водним розчином NaOH із надлишком у 30 % від теоретично необхідного.

Таблиця 1 – Основні показники початкової та гідрохлорованої соняшникової олії

Показник, мг КОН/г	1	2	3	4.
К. Ч.	0,3	0,3	3,0	3,79
Ч. О.	190,4	247,6	253,4	323,4
Еф. Ч.	190,1	247,3	250,4	319,6

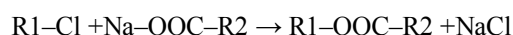
Під час омилення жирних кислот функціональна галоїдна група замінюється на гідроксигрупу:



Отриманий продукт після відгону спирту являє собою нагріві мила гідроксикислот, на зовнішній вигляд – гомогенна тверда речовина помаранчевого кольору. Речовина жирна на дотик, добре відмивається

ся водою. Задля відновлення жирних дигідроксикислот соняшникової олії нагрівіє мило було розкладено під дією соляної кислоти. Отримані жирні гідроксикислоти являють собою малов'язку рідину помаранчевого кольору з коефіцієнтом рефракції 1,472. Щоб зменшити схильність ЖК гідрохлорованого продукту до утворення нерозчинних полімерних сполук був проведений їх алкоголіз бутиловим та метиловим спиртами. Продукти хімічного перетворення являють собою малов'язкі рідини темнуватого помаранчевого кольору.

Як альтернативний метод підвищення в'язкості синтезованого мастильного матеріалу була проведена етерифікація гідрохлорованого продукту милами цих же гідрохлорованих жирних кислот за наступною реакцією:



Продукт етерифікації після видалення розчинника являє собою желеподібну за кімнатної температури, пластичну речовину помаранчевого кольору. Характеристика отриманого продукту реакції мила гідрохлорованого продукту та гідрохлорованої олії приведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні показники продукту взаємодії мила гідрохлорованого продукту та гідрохлорованої олії

Показник	Значення
К. Ч., мг КОН/г	8,24
Ч. О., мг КОН/г	253,35
Еф. Ч., мг КОН/г	245,11
Кінематична в'язкість за ВПДЖ-2 при температурі $T = 25,0^{\circ}\text{C}$ , мм <sup>2</sup> /с	649,18

Регулюючи ступінь протікання процесів гідрохлорування та етерифікації, можна отримувати продукт із необхідними показниками в'язкості та густини. Через високу в'язкість продукту, виникає можливість його використання в якості загущуючої добавки до бутилових та метилових ефірів гідроксильованих жирних кислот про отримання яких йшлося вище. Можна зробити висновок щодо необхідності подальших досліджень, спрямованих на виявлення умов, що будуть сприяти більш повному протіканню хімічного перетворення.

**2. Характеристика одержаних мастильних матеріалів.** Порівняльний аналіз одержаних ефірів та жирних кислот гідрохлорованої соняшникової олії було виконано за значеннями коефіцієнтів заломлення ( $n_D$ ). З літературних джерел [15] відомо, що рефракція ацилгліцеролів є непрямим показником їх ступеню полярності, тобто зі збільшенням полярності молекул ацилгліцеролів значення коефіцієнтів заломлення зростає. На рис. 1 представлено значення  $n_D$  модифікованих та не модифікованих жирних кислот.

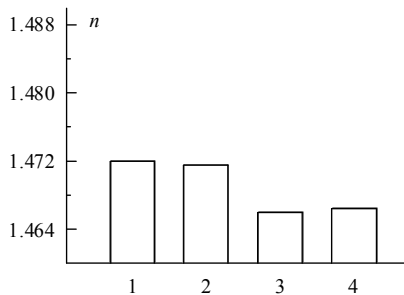


Рис. 1. Значення  $n_D$  відповідно до жирних кислот: 1 – гідрохлорованої соняшникової олії; 2 – рицинової олії, 3 – соняшникової олії, 4 – оливкової олії.

Як видно з результатів, значення  $n_D$  жирних кислот гідрохлорованої соняшникової олії (ГХСО) є близьким до відповідного показника жирних кислот рицинової олії та перевищує значення для немодифікованих жирних кислот соняшникової та оливкової олії. Це свідчить про ефективність перебігу реакції гідрохлорування соняшникової олії, що призводить до розриву подвійних зв'язків та утворення дигідроксикислот. Тобто функціональність жирних кислот ГХСО є близькою до функціональності жирних кислот рицинової олії. За еталонний зразок було обрано метилові ефіри рицинової олії. Залежності кінематичної в'язкості від температури мають подібний харак-тер для всіх зразків. Порівняння в'язкісно-температурних властивостей було здійснено на основі значень тангенсів кутів нахилу залежностей  $tga$  (табл. 3: 1 – Бутилові ефіри жирних кислот гідрохлорованого продукту, 2, 3 – Метилові ефіри рицинової олії (2), жирних кислот гідрохлорованого продукту (3).

Таблиця 3 – Тангенси кутів нахилу в'язкісно-температурних залежностей

Ефіри	$tga$
1	-0.4627
2	-0.5133
3	-0.7611

Оскільки значення  $tga$  бутилових ефірів жирних кислот гідрохлорованого продукту та метилових ефірів рицинової олії є досить близькими, то можна зробити припущення, що змішуванням бутилових та метилових ефірів жирних кислот гідрохлорованого продукту можна досягти в'язкісно-температурних характеристик еталонного зразку.

Оцінка в'язкісно-температурних характеристик отриманих ефірів жирних кислот гідрохлорованого продукту представлені на рис. 2 (залежності 1 та 3) та рис.3. Як можна побачити, хоча продукт бутанолізу поступається за в'язкістю касторовій олії, але демонструє в той же час значно вищий індекс в'язкості, тобто сталість в'язкості при зміні температури. Можна висунути припущення, що така поведінка отриманого продукту пов'язана із різною природою взаємодії молекул у шарі рідини, внаслідок змінюється механізм конфігурування молекулярних асоціатів.

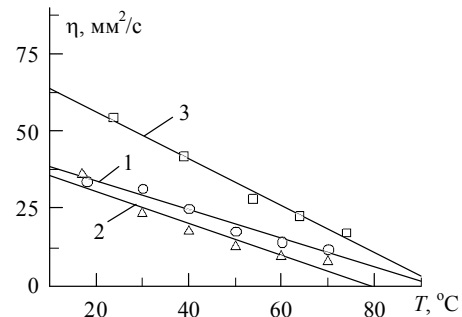


Рис. 2. Залежність кінематичної в'язкості  $\eta$  від температури: 1 – бутилові ефіри жирних кислот гідрохлорованого продукту, 2 – метилові ефіри рицинової олії, 3 – метилові ефіри жирних кислот гідрохлорованого продукту (точками позначено експериментальні дані).

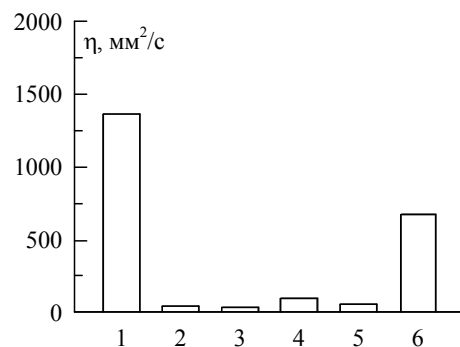


Рис. 3. Значення кінематичної в'язкості при 20 °C для: 1 – рицинової олії; 2 – соняшникової олії; 3 – метилових ефірів рицинової олії; 4 – бутилові ефіри жирних кислот гідрохлорованого продукту; 5 – метилові ефіри жирних кислот гідрохлорованого продукту; 6 – продукту взаємодії мила гідрохлорованого продукту та гідрохлорованої олії.

Із низької в'язкості отриманого продукту впливає висновок щодо необхідності залучення в'язкісних присадок, подальшої хімічної модифікації або внесення певних змін у запропонований цикл обробки соняшникової олії.

#### Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку досліджень.

Можна зробити висновок щодо необхідності подальших досліджень, спрямованих на виявлення умов, що будуть сприяти більш повному протіканню хімічного перетворення.

Розроблена методика взаємодії хлорного вапна  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  з соняшниковою олією з отриманням кисневміщуючих похідних олій. Встановлено, що в'язкісно-температурна залежність естерів жирних кислот і низькомолекулярних спиртів продукту взаємодії хлорного вапна і соняшникової олії (ПВХВСО) є подібною до естерів рицинової олії.

Показано, що в результаті реакції ПВХВСО з нагрівом милом кислот ПВХВСО можна одержати мастильний матеріал з в'язкістю, що наближається до в'язкості рицинової олії. За в'язкісно-температурною характеристикою бутилові ефіри ПВХВСО кращі ніж метилові ефіри ПВХВСО.

## Список літератури

1. Милованов А.В., Ведишев С.М. *Топливо и смазочные материалы*. Тамбов: ТГТУ, 2003. 80 с.
2. Заквасин А. *Киотский протокол: почему Запад не может решить проблему глобального потепления?*. URL: russian.rt.com/world/article/459154-kiotskiy-protokol-uglekisly-gaz-energiya (дата обращения: 03.04.2019).
3. Остриков В.В., Нагорнов С.А., Клейменов О.А., Прохорнеков В.Д., Курочкин И.М., Хренников А.О., Дровских Д.В. *Топливо, смазочные материалы и технические жидкости*. Тамбов: ТГТУ, 2008. 304 с.
4. Долгова Л.А., Жаткин С.А., Салмин В.В. Анализ параметров моторного масла и технических устройств, позволяющих контролировать процессы старения моторных масел // *Молодой ученный*. 2015. Т. 9, № 89. С. 198-201.
5. Фукс И.Г., Евдокимов А.Ю., Джамалов В.А., Лукса А. Растительные и животные жиры - сырьё для приготовления товарных смазочных материалов // *Химия и технология топлив и масел*. 1992. № 4. С. 34-39.
6. Касьяненко Л.М., Демидов И.М., Крамской, Шеманська Є.І. Рослинні олії як сировина при одержанні мастильних матеріалів. *Тези доповідей п'ятої міжн. н-тех. конф. Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієвкової галузей у контексті євроінтеграції (7-8 листопада 2016 р., Київ)*. К.: НУХТ, 2016. С. 159-160.
7. Касьяненко Л.М., Сорочинський В.М., Демидов І.М. Етоксильовання та метоксильовання соняшникової олії для одержання мастильних матеріалів. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. н-пр. конф. Ч. II (16-18 травня 2018р., Харків)*. Харків: НТУ «ХПІ», 2018. С. 241.
8. Кириченко В.І., Кириченко Л.М., Свідерський В.П. Пат. 65753, Україна. Спосіб одержання базової оливи для мастильних композицій. 2005.
9. Сіренко Г.О., Кириченко В.І., Кириченко Л.М., Свідерський В.П. Пат. 18077, Україна. *Мастильна композиція*. 1997.
10. Дец М.М., Поп Г.С., Назарчук Н.М. Пат. 70497, Україна. *Трансмиссионное масло для легковых автомобилей*. 2004.
11. Веласко В.Л., Фернандес-Мартінес Х.М., Перенес В.Б., Пат. 106966, Україна. *Соняшникова олія з високою термостабільністю*. 2010.
12. Демидова А.О. Визначення строку зберігання олій прискореним методом // *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2015. № 44 (1153). С. 15-18.
13. Вильямс Вл. Р. *Топливо, смазочные материалы и вода: 2-е изд.*. Москва: Государственное изд-во с/х лит-ры, 1951. 498 с.
14. Кириченко В.В., Кириченко В.І., Полумбрик О.М. Пат. 91623, Україна. *Спосіб одержання базових для галузі мастильних матеріалів біосинтетичних олив-присадок поліфункціональної дії*. 2010.
15. Тютюнников Б.Н., Бухштаб З.И., Гладкий Ф.Ф., Мельник А.П., Бутенев В.П., Демидов И.Н., Тимченко В.К., Перевалов Л.И. *Химия жиров: учебники и уч. пособия для студентов ВУЗов / ред. Кобчикова И.Н. М.: Колос, 1992. 448 с.*

## References (transliterated)

1. Milovanov A.V., Vedishhev S.M. *Toplivo i smazochnye materialy*. Tambov: TGTU, 2003. 80 p.
2. Zakvasin A. *Kiotskiy protokol: pochemu Zapad ne mozhet reshit' problemu global'nogo potepennja?* URL: russian. rt.com/ world / article/459154-kiotskiy-protokol-uglekisly-gaz-energiya (data obrashheniya: 03.04.2019).
3. Ostrikov V.V., Nagornov S.A., Klejmenov O.A., Prohornekov V.D., Kurochkin I.M., Hrennikov A.O., Drovskih D.V. *Toplivo, smazochnye materialy i tehicheskie zhidkosti*. Tambov: TGTU, 2008. 304 p.
4. L.A. Dolhova, S.A. Zhatkyn, V.V. Salmyn. *Analyz parametrov motornoho masla y tekhnicheskyykh ustroystv, pozvoliaushchykh kontrolyrovat protsessu stareniya motornukh masel. Molodoi uchennui*. 2015.T.9, No. 89, pp. 198–201.
5. Fuks I.G., Evdokimov A.Ju., Dzhamalov V.A., Luksa A. *Rastitel'nye i zhivotnye zhiry - syr'yo dlja prigotovleniya tovarnih smazochnyh materialov // Himija i tehnologija topliv i masel*. 1992. No. 4, pp. 34–39.
6. Kasianenko L.M., Demydov I.M., Kramskoj, Shemans'ka Ye.I. *Rosly'nni oliyi yak sy'rovny'na pry' oderzhanni mastyl'ny'x materialiv. Tezy' dopovidej p'yatoyi mizhn. n-tex. konf. Perspekty'vy' rozvy'tku m'yasnoyi, molochnoyi ta oliyezhy'rovoyi galuzej u konteksti yevrointegraciyi (7-8 ly'stopada 2016 r., Ky'yiv)*. K.: NUXT, 2016, pp. 159–160.
7. Kasianenko L.M., Sorochy'ns'ky'j V.M., Demydov I.M. *Etoksy'lyuvannya ta metoksy'lyuvannya sonyashny'kovoyi oliyi dlya oderzhannya mastyl'ny'x materialiv. Informacijni tehnologiyi: nauka, texnika, tehnologiya, osvita, zdorov'ya: tezy' dopovidej XXVI mizhn. n-pr. konf. Ch. II (16-18 travnya 2018., Kharkiv)*. Kharkiv: NTU «KhPI», 2018, 241 p.
8. Ky'ry'chenko V.I., Ky'ry'chenko L.M., Sviders'ky'j V.P. Pat. 65753, Ukrayina. *Sposib oderzhannya bazovoyi oly'vy' dlya mastyl'ny'x kompozy'cij*. 2005.
9. Sirenko G.O., Ky'ry'chenko V.I., Ky'ry'chenko L.M., Sviders'ky'j V.P. Pat. 18077, Ukrayina. *Mastyl'na kompozy'ciya*. 1997.
10. Decz M.M., Pop G.S., Nazarchuk N.M. Pat. 70497, Ukray'na. *Transmy'ssy'onnoe maslo dlya legkovy'x avtomoby'lej*. 2004.
11. Velasko V.L., Fernandes-Martines X.M., Perenes V.B., Pat. 106966, Ukrayina. *Sonyashny'kova oliya z vy'sokoyu termostabil'nisty*. 2010.
12. Demydova A.O. *Vyznachennya stroku zberigannya olij pry'skoreny'm metodom // Visny'k NTU «KhPI»*. 2015. No. 44 (1153), pp. 15–18.
13. Vil'jams Vl. R. *Toplivo, smazochnye materialy i voda: 2-e izd.*. Moskva: Gosudarstvennoe izd-vo s/h literatury, 1951. 498 p.
14. Kirichenko V.V., Kirichenko V.I., Polumbrik O.M. Pat. 91623, Ukraїna. *Sposib oderzhannya bazovih dlja galuzi mastil'nih materialiv biosintetichnih oliv-prisadok polifunkcional'noi dii*. 2010.
15. Tjutjunnikov B.N., Buhshtab Z.I., Gladkij F.F., Mel'nik A.P., Butenev V.P., Demidov I.N., Timchenko V.K., Perevalov L.I. *Himija zhirov: uchebniki i uchebnye posobija dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij / red. Kobchikova I.N. Moskva: Kolos, 1992. 448 p.*

Надійшла (received) 15.04.2019

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Касьяненко Любов Миколаївна (Касьяненко Любовь Николаевна, Kasianenko Liubov Mykolaivna)** – аспірант кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; <http://orcid.org/0000-0002-4631-0448>; e-mail: [ljubovkasyanenko@gmail.com](mailto:ljubovkasyanenko@gmail.com)

**Демидов Ігор Миколайович (Демидов Игорь Николаевич, Demydov Ihor Mykolaiovych)** – доктор технічних наук, професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; <http://orcid.org/0000-0001-5854-0833>; e-mail: [demigon50@ukr.net](mailto:demigon50@ukr.net)

**Мольченко Світлана Миколаївна (Мольченко Светлана Николаевна, Molchenko Svitlana Mykolaivna)** – кандидат технічних наук, викладач кафедри технології жирів та продуктів бродіння; Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; <http://orcid.org/0000-0001-7897-8947>; e-mail: [molchenko.svetlana@gmail.com](mailto:molchenko.svetlana@gmail.com)