

# Переработка сырья и ресурсосбережение

УДК 621.891

**Мисак Й.С.**, докт. техн. наук, проф., **Коваленко Т.П.**, канд. хім. наук,  
**Сердюк В.О.**, канд. хім. наук

**Національний університет «Львівська політехніка»**, Львів  
вул. С. Бандери, 12, 79013 Львів, Україна, e-mail: kovalenkotaniy@gmail.com

## Одержання легованої індустриальної оливи для устаткування електростанцій

Наведено переваги використання присадок в індустриальних оливах. Одержано поліметакрилатні присадки на основі лаурилметакрилату та метилакрилату в бензолі та досліджено їх фізико-хімічні властивості. Якісний склад присадки підтверджено результатами інфрачервоної спектроскопії. Показано вплив концентрації та складу присадки на реологічні властивості оливи I-20A. Описано криві в'язкості для отриманих систем. За отриманими величинами кінематичної в'язкості знайдено значення індекса в'язкості для кожного зразка. Досліджено депресорні властивості мастильного матеріалу. Зведено у таблицю експлуатаційні властивості індустриальної оливи із вмістом присадки 1–4 % (мас.). На чотирикульковій машині тертя проведено випробування протизношувальних властивостей легованої індустриальної оливи I-20A. Встановлено оптимальну концентрацію присадки в оливі, за якої покращуються в'язкісно-температурні, депресорні та протизношувальні властивості. Запропоновано застосовувати одержаний мастильний матеріал для боротьби з тертям та зносом елементів устаткування електричних станцій. *Бібл. 16, рис. 2, табл. 1.*

**Ключові слова:** реологічні, депресорні та протизношувальні властивості, присадка, олива I-20A.

### Аналіз літературних джерел та задачі досліджень

Однією з причин виходу з ладу устаткування теплових електростанцій при їх довготривалій експлуатації є зношення деталей у результаті тертя [1, 2]. Дана стаття присвячена вибору ефективного мастильного матеріалу та розробленню присадки для нього.

Мастильні матеріали використовуються для зменшення витрат енергії на тертя, зниження температури деталей рухомого спряження дета-

лей, очищення від продуктів зносу, захисту поверхні деталей від корозії; вони сприяють підтримці теплового режиму деталей. Ефективність використання мастильного матеріалу в парі тертя залежить від багатьох факторів: умов його використання (температура, навантаження, швидкість переміщення, характеристики оточуючого середовища тощо), режиму експлуатації машин та механізмів (постійних або перемінних зовнішніх впливів, зупинок тощо), конструктивних особливостей вузла тертя (тип, розмір, характер рухомості поверхонь тертя то-

що), складу та властивостей матеріалів, з якими вони контактують у процесі роботи.

Достатнє зменшення тертя та зношення підшипників, редукторів та гідравлічних систем електростанцій стало можливим лише завдяки появі індустріальних олив — продукту переробки нафти різних родовищ. Найбільш оливи застосовуються у вузлах тертя станків, вентиляторів, помп, а також як основа при виготовленні гідравлічних рідин, пластичних та технологічних мастил.

Існують індустріальні оливи марок I-5A, I-8A, I-12A, I-20A, I-30A, I-40A, I-50A, а також ІГП-18, ІГП-30, ІГП-38 та ІТД-220 тощо [3]. Асортимент їх постійно змінюється, з'являються нові марки. Основними показниками якості індустріальних олив є їх в'язкісні, депресорні, протизношувальні, антикорозійні та антипінні властивості. Одночасно індустріальні оливи повинні добре відводити тепло, захищати деталі від корозії, очищати поверхні тертя від різного роду забруднень тощо. Крім того, вони мають бути нетоксичні та не мати неприємного запаху. Усім цим вимогам повністю відповідають універсальні оливи I-20A, I-40A.

З метою покращання експлуатаційних властивостей товарних олив до них додають спеціальні добавки — присадки [4], які значно підвищують надійну роботу устаткування, його продуктивність, а також збільшують термін експлуатації олив у 2–4 рази у порівнянні з нелегованими марками. Проте значна кількість розроблених у минулому присадок не відповідає сучасним економічним та технологічним вимогам. Тому актуальним є одержання нових присадок, що відрізняються не лише ефективністю, але й екологічною безпекою.

Попри велику кількість досліджень щодо олив та мастил на даний час відсутні надійні критерії вибору мастильного матеріалу з присадкою для певної зубчатої пари, що працює у заданих умовах. У літературі згадуються спроби обґрунтувати використання присадок в індустріальних оливах. Однак рекомендації, закладені в них, мають або досить загальний характер, або, навпаки, дуже вузьке застосування. Тому на даний час розробка ефективних присадок до олив та визначення їх оптимальних концентрацій у мастильних матеріалах є науково-прикладною проблемою в Україні.

У даній роботі була поставлена мета одержати нову присадку на основі кополімера лаурилметакрилат-метилакрилат (ко-ЛМА-МА), здатну покращити в'язкісно-температурні, депресорні та протизношувальні властивості оли-

ви I-20A для використання при роботі устаткування електричних станцій.

## Результати та обговорення

Властивості та можливі області застосування полімерів у багатьох випадках визначаються умовами їх синтезу. Змінюючи технологічні параметри процесів, застосовуючи спеціальні добавки, що вступають у взаємодію з молекулами мономерів, можна цілеспрямовано змінювати реакційну здатність мономерів, кінетику хімічних реакцій та одержувати (ко)полімери з визначеними структурою та молекулярною масою.

У роботах [5, 6] було досліджено вплив концентрації ініціатора (пероксид бензоїла), мономера (ЛМА) та температури на кінетику гомополімеризації ЛМА у бензолі. Розраховані кінетичні параметри гомополімеризації: константи швидкості реакції, порядок реакції за ініціатором та мономером [7], енергія активації — дають можливість підібрати оптимальні умови синтезу присадки.

Поліметакрилатні присадки (ПМА) одержували кополімеризацією ЛМА з МА у розчині бензолу за температури  $80 \pm 1$  °C в атмосфері аргону з використанням ініціатора пероксид бензоїла (0,5 % (мас.) від маси мономерів) протягом 3 год. Ступінь перетворення мономерів на полімер контролювали за бромним числом. Додатково одержані результати досліджень перевіряли за гравіметричним методом [8]. Встановлено, що процес полімеризації відбувається з високим ступенем перетворення 96–99 %. Якісний склад присадки підтверджено інфрачервоним (ІЧ) спектральним аналізом. На ІЧ спектрах кополімерів присутні смуги поглинання карбонільної групи естерного зв'язку МА ( $1730$  та  $1740$   $\text{cm}^{-1}$ ) та великого парафінового залишку ЛМА ( $2928$  та  $2856$   $\text{cm}^{-1}$ ).

Для синтезованих (ко)полімерів визначали молекулярну масу за криоскопічним методом [9]. Підвищення вмісту МА від 10 до 30 % (мол.) у мономерній суміші збільшує молекулярну масу кополімера від 10200 до 16000. Тому при вмісті МА у мономерній суміші більше 20 % (мол.) розчинність синтезованих кополімерів у мастильних матеріалах погіршилася.

Мастильні оливи поділяються на такі: індустріальні, що застосовуються для змащування технологічного обладнання; моторні — для змащування безпосередньо деталей двигуна; трансмісійні — для змащування деталей механічних передач тощо [10]. Моторні та трансмісійні оливи у даній статі не розглядаються.

У даній роботі для проведення експериментальних досліджень використовували індустриальну оливу I-20A, що виготовляється в Україні на ПАТ «АЗМОЛ» (м. Бердянськ, Запорізьська обл.).

Для визначення основних реологічних властивостей оливи I-20A з присадками застосовували віскозиметр ВПЖ-2 з діаметром капіляра 0,56 мм (константа віскозиметра  $9,67 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}^2$ ). Кінематичну в'язкість оливи I-20A розраховували згідно формули:

$$\nu_t = C \cdot \tau, \quad (1)$$

де  $C$  — константа віскозиметра, яка є паспортною величиною для даного віскозиметра,  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ ;  $\tau$  — середньоарифметичний час витікання оливи, с.

Дослідження в'язкісно-температурних та депресорних властивостей мастильного матеріалу здійснювали наступним чином: 1) визначали залежність в'язкості від концентрації присадки в оливі; 2) визначали залежність в'язкості від складу присадки.

Концентрація поліметакрилатних присадок в оливі складала 1, 2, 3, 4 % (мас.).

Як видно з рис.1, в'язкість досліджених зразків (I-20A + ПМА присадка) за температури 50 та 100 °С зростає відповідно до вмісту ПМА присадок в оливі. Криві в'язкості свідчать про те, що з ростом концентрації присадки в оливі міжмолекулярні взаємодії макромолекул збільшуються, внаслідок до чого їх конформаційні форми об'єднуються.

За відомими величинами кінематичної в'язкості оливи I-20A + ПМА розраховували індекс в'язкості (таблиця) згідно стандарту ГОСТ 25371-82 [11] або знаходили за таблицями ASTM D 2270 [12].

Як видно з наведених даних, індекс в'язкості оливи I-20A збільшується від 97 (базова олива) до 99-145 (I-20A + ПМА присадка) з підвищенням концентрації присадки від 1 до 2 % (мас.). Така зміна індексу в'язкості може бути пояснена тим, що у розведених розчинах

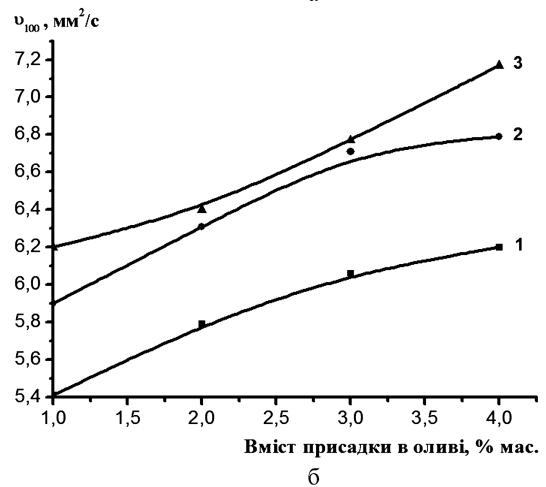
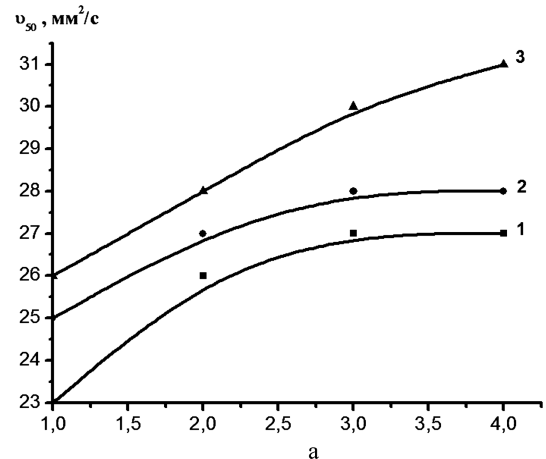


Рис.1. Залежність кінематичної в'язкості від концентрації присадки ПМА в оливі I-20A за температури 50 °С (а) та 100 °С (б). Склад вихідної мономірної суміші присадок ПМА (ЛМА : МА, % (мол.)): 1 – 90 : 10; 2 – 80 : 20; 3 – 70 : 30.

макромолекули менше залежать одна від одної у своїх теплових потоках та під впливом броунівських сил можуть приймати в оливі різноманітні форми. Наступне збільшення концентрації присадки в оливі від 3 до 4 % (мас.) не призводить до істотного впливу на індекс в'язкості оливи, що спричинено значними структурними змінами макромолекул у розчині, які роблять зразки менш рухливими.

У роботах [13, 14] встановлено, що додавання до олив в'язких присадок підвищує не лише їх в'язкість, але й індекс в'язкості, причому з підвищенням концентрації присадки збільшення індексу в'язкості відбувається повільніше. В'язкі присадки особливо помітно збільшують індекс в'язкості олив з низь-

### Експлуатаційні властивості легованої оливи I-20A

Мастильний матеріал	ЛМА : МА у вихідній мономірній суміші, % (мол.)	Індекс в'язкості I-20A + ПМА при концентрації присадки, % (мас.)				Температура застигання при 2 % (мас.) ПМА, °С
		1	2	3	4	
Олива I-20A	–	97	97	97	97	–15
I-20A + ПМА10	90 : 10	99	100	103	105	–15
I-20A + ПМА20	80 : 20	115	140	142	143	–19
I-20A + ПМА30	70 : 30	137	145	147	147	–16

кою вихідною в'язкістю: чим цей індекс у вихідної оливи нижчий, тим більш помітне його підвищення при додаванні присадки, що підтверджується експериментальними даними (див. таблицю).

Виходячи з вищесказаного, дослідження депресорних властивостей мастильного матеріалу проводили за оптимальної концентрації ПМА присадки 2 % (мас.) в оливі I-20A. Для

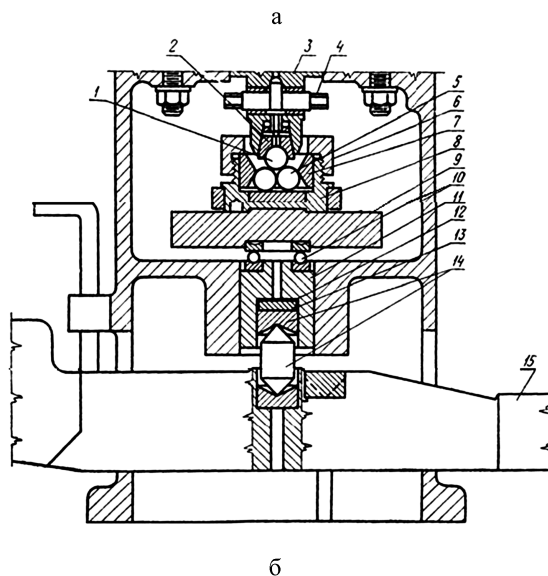


Рис.2. Чотирикулькова машина тертя (а) та її робочий вузол тертя (б): 1 – верхня кулька; 2 – патрон; 3 – шпиндель; 4 – шпилька; 5 – три нижні кульки; 6 – гайка; 7 – шайба; 8 – чашка; 9 – диск; 10 – упорний підшипник; 11 – втулка; 12 – бронзова прокладка; 13 – резинова прокладка; 14 – ножова опора; 15 – важіль перемінних ваг.

вивчення депресорних властивостей загущеної присадками оливи визначали температури застигання.

Температура та швидкість втрати рухливості мастильних олив залежать від характеру та ступеня кристалізації парафінів та церезинів, присутніх у складі оливи, та від в'язкості рідкої рухливої частини оливи. Зазвичай для одержання низькотемпературних олив їх піддають депарафінізації, що є складним та дорогим технологічним процесом. Тому для зниження температури застигання дистильованих олив, що містять невелику кількість парафінів та церезинів, застосовують більш економічні методи: до цих олив додають спеціальні присадки – депресатори. Введені в оливу депресатори перешкоджають кристалізації парафінів та церезинів, росту їх кристалів та утворенню в оливі кристалічної ґратки. Цим досягається збереження рухливості оливи [15].

Отримані результати (див. таблицю) свідчать про те, що присадка ПМА20 має найнижчу температуру застигання у порівнянні з іншими зразками. Як видно з наведених даних, цю присадку з концентрацією 2 % (мас.) в оливі можна використовувати для отримання товарної легваної оливи I-20A з бажаними експлуатаційними властивостями (індекс в'язкості 140, температура застигання  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Загущену присадкою ПМА20 оливу I-20A досліджували на протизношувальні властивості на чотирикульковій машині тертя (рис.2). Для імітації зносостійкості у цій машині як зразки були використані змінні кульки діаметром 12,7 мм, виготовлені зі сталі ШХ-15.

Дослідження проводили згідно ГОСТ 9490-75 [16] за таких умов: навантаження на верхню кульку – 200 Н; частота обертів верхньої кульки –  $1500\text{ хв}^{-1}$ , час дослідження – 20 хв.

Високе значення індексу в'язкості оливи з присадкою ПМА20 (2 % (мас.)) зменшує механічні втрати на тертя за низьких температур. Протизношувальні властивості базової оливи істотно покращуються з додаванням присадки ПМА20 за показником зношування та становлять  $D_i = 0,41\text{ мм}$  для базової оливи I-20A,  $D_i = 0,32\text{ мм}$  для I-20A + 2 % ПМА20. Пониження параметра  $D_i$  до 0,32 мм обумовлено стійкістю граничної плівки за високих контактних навантажень, які створюються у чотирикульковій машині тертя.

## Висновки

Досліджено фізико-хімічні властивості присадок. Показано вплив концентрації та складу



присадки в оливі на в'язкісно-температурні та депресорні властивості мастильного матеріалу.

На основі результатів проведених реологічних досліджень встановлено, що збільшення концентрації поліметакрилатної присадки в оливі призводить до збільшення в'язкості, індексу в'язкості та відповідно до пониження температури застигання, що характерно для всіх дослідних зразків.

З використанням чотирикулькової машини тертя досліджено мастильну композицію з присадкою ПМА20 та встановлено її кращі протизношувальні властивості у порівнянні з базовою індустріальною оливою І-20А.

Рекомендовано використовувати багатофункціональну присадку ПМА20 концентрацією 2 % (мас.) в оливі для отримання товарної легованої оливи І-20А з бажаними експлуатаційними властивостями, яку можна застосовувати як мастильний матеріал у вузлах тертя устаткування електричних станцій.

#### Список літератури

1. Мисак Й., Дворовенко В., Галянчук І. Пускові режими парових турбін енергоблоків ТЕС. — Львів : НВФ «Українські технології», 2008. — 176 с.
2. Мисак Й.С., Дворовенко В.М., Кравець Т.Ю. Зупинка парових турбін енергоблоків ТЕС. — Львів : НВФ «Українські технології», 2011. — 194 с.
3. Бойченко С.В., Спіркін В.Г. Вступ до хімотології палив та олив : Навч. посіб. — Одеса : Астропринт, 2009. — Ч. 1. — 236 с.
4. Исмаїлова Н.Д., Ахмедов А.И., Рустамова С.Н. Многофункциональные полимерные присадки // Химия и технология топлив и масел. — 1992. — № 12. — С. 31–33.
5. Коваленко Т.П., Бузіна Я.А., Ван-Чин-Сян Ю.Я. Вплив концентрації ініціатора на кінетику гомополімеризації лаурилметакрилату в бензолі // III Міжнар. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології : Тез. доп., Київ, 21–23 квіт. 2010 р. — Київ : Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т», 2010. — С. 225.
6. Бузіна Я., Величківська Н., Коваленко Т., Ван-Чин-Сян Ю., Раєвський Ю. Вплив концентрації мономера на кінетику гомополімеризації лаурилметакрилату в бензолі // VIII Всеукр. конф. молодих вчених, студентів та аспірантів з актуальних питань хімії : Тез. доп., Харків, 11–14 трав. 2010 р. — Харків : Харк. нац. ун-т ім. В.Н.Каразіна, 2010. — С. 56–57.
7. Ван-Чин-Сян Ю.Я., Раєвський Ю.А., Коваленко Т.П., Бузіна Я.А., Величківська Н.І. Розрахунок порядків реакції за ініціатором та мономером гомополімеризації лаурилметакрилату в бензолі // Матеріали VI Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные вопросы теоретической и прикладной биофизики, физики и химии», Севастополь, 26–30 квіт. 2010 р. — Севастополь : Севастопол. нац. техн. ун-т, 2010. — Т. 1. — С. 312–313.
8. Коваленко Т.П., Ван-Чин-Сян Ю.Я. Одержання гребенеподібних полімерів на основі лаурилметакрилату // IV Всеукр. науч. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених «Хімічні проблеми сьогодення» : Тез. доп., Донецьк, 16–18 бер. 2010 р. — Донецьк : Донец. нац. ун-т, 2010. — С. 233.
9. Коваленко Т.П., Волошинець В.А. Синтез та дослідження фізико-хімічних властивостей (ко)полімерів децил(мет)акрилата зі стиролом // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». Хімія, технологія речовин та їх застосування. — 2008. — № 609. — С. 92–96.
10. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення / Упоряд. В.Я.Чабанний. — Кіровоград : Центр.-Укр. вид-во, 2008. — Кн. 1. — 353 с.
11. ГОСТ 25371–82. Нефтепродукты. Метод расчета индекса вязкости. — Введ. 01.07.83.
12. ГОСТ 20287–91. Нефтепродукты. Метод определения температур текучести и застывания. — Введ. 01.01.92.
13. Потоловский Л.А., Бушуева Т.А., Зобнин Ю.И. и др. Получение и свойства полиметакрилатных присадок // Химия и технология топлив и масел. — 1973. — № 12. — С. 10–14.
14. Лазутіна О.М. Синтез та властивості поліметакрилатних присадок до олив : Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Львів, 2008. — 21 с.
15. Мойкин А.А., Валешня Т.А., Казанцев О.А. ПМА-Д110 — новая универсальная депрессорная присадка для моторных и трансмиссионных масел // Нефтепереработка и нефтехимия. — 2005. — № 7. — С. 36–39.
16. ГОСТ 9490–75. Материалы смазочные жидкие и пластичные. Методы определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине. — Введ. 01.01.78 взамен ГОСТ 9490–60.

Надійшла до редакції 25.09.14

**Мысак Й.С.**, докт. техн. наук, проф.,  
**Коваленко Т.П.**, канд. хим. наук, **Сердюк В.А.**, канд. хим. наук  
**Национальный университет «Львовская политехника», Львов**  
ул. С. Бандеры, 12, 79013 Львов, Украина, e-mail: kovalenkotaniy@gmail.com

## Получение легированного индустриального масла для оборудования электростанций

Приведены преимущества использования присадок в индустриальных маслах. Получены полиметакрилатные присадки на основе лаурилметакрилата и метилакрилата в бензоле и исследованы их физико-химические свойства. Качественный состав присадки подтвержден результатами инфракрасной спектроскопии. Показано влияние концентрации и состава присадки на реологические свойства масла И-20А. Описаны кривые вязкости для полученных систем. По полученным величинам кинематической вязкости найдены значения индекса вязкости для каждого образца. Исследованы депрессорные свойства смазочного материала. Сведены в таблицу эксплуатационные свойства индустриального масла с содержанием присадки 1–4 % (мас.). На четырехшариковой машине трения проведены испытания противоизносных свойств легированного индустриального масла И-20А. Установлена оптимальная концентрация присадки в масле, при которой улучшаются вязкостно-температурные, депрессорные и противоизносные свойства. Предложено использовать полученный смазочный материал для борьбы с трением и износом элементов оборудования электрических станций. *Библ. 16, рис. 2, табл. 1.*

**Ключевые слова:** реологические, депрессорные и противоизносные свойства, присадка, масло И-20А.

**Musak Y.S.**, Doctor of Technical Science, Professor, **Kovalenko T.P.**,  
Candidate of Chemical Science, **Serdiuk V.O.** Candidate of Chemical Science

**Lviv Polytechnic National University**  
12, S. Bandera Str., 79013 Lviv, Ukraine, e-mail: kovalenkotaniy@gmail.com

## Obtaining of Doped Industrial Oil for Equipment of Power Plants

The advantages of the use of additives in industrial oils are given. Polymethacrylate additives were obtained based on lauryl methacrylate and methyl acrylate in benzene and their physicochemical properties were investigated. The qualitative composition of additive was confirmed by infrared spectroscopy. It was shown the effect of the concentration and composition of the additive upon the rheological properties of oil I-20A. The viscosity curves of the obtained systems are described. By the obtained values of the kinematic viscosity was found viscosity index for each sample. Depressant properties of the lubricant were investigated. Performance characteristics of industrial oil with the additive of 1–4 wt. % were tabulated. Anti-wear properties of doped industrial oil I-20A were tested on the four-ball friction machine. An optimal concentration of additive that improves the viscosity-temperature, depressant and anti-wear properties of the oil has been determined. It was proposed to use the obtained lubricant for protection of equipment elements of power plants from friction and wear. *Bibl. 16, Fig. 2, Table 1.*

**Key words:** rheological, depressor and anti-wear properties, additive, oil I-20A.

References

1. Mysak Y., Dvorovenko V., Halianchuk I. Puskovi rezhymy parovykh turbin enerhoblokov TES. Lviv : NVF «Ukrainski tekhnolohii», 2008, 176 p. (Ukr.)
2. Mysak Y.S., Dvorovenko V.M., Kravets T.Yu. Zupynka parovykh turbin enerhoblokov TES. Lviv : NFV «Ukrainski tekhnolohii», 2011, 194 p. (Ukr.)
3. Boichenko S.V., Spirkin V.H. Vstup do khim-motolohii palyv ta olyv. Odesa : Astroprynt, 2009, 1, 236 p. (Ukr.)
4. Ismaylova N.D., Ahmedov A.I., Rustamova S.N. Mnogofunktsionalnye polimernye prisadki. *Himiya i tehnologiya topliv i masel*, 1992, (12), pp. 31–33. (Rus.)
5. Kovalenko T.P., Buzina Ya.A., Van-Chyn-Sian Yu.Ya. Vplyv kontsentratsii initsiatora na kinetyku homopolimeryzatsii laurylmetakrylatu v benzoli. *III Mizhnarodna konferenciya studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh z khimii ta khimichnoi tekhnolohii* : Tezysy dopovidey, Kiev, 21–23 Apr., 2010. – Kiev : Natsionalnyi tekhnichnyi universitet Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytut», 2010, 225 p. (Ukr.)
6. Buzina Ya., Velychkivska N., Kovalenko T., Van-Chyn-Sian Yu., Raievskiy Yu. Vplyv kontsentratsii monomera na kinetyku homopolimeryzatsii laurylmetakrylatu v benzoli. *VIII Vseukrainska konferenciya molodykh vchenykh, studentiv ta aspirantiv z aktualnykh pytan khimii* : Tezysy dopovidey, Kharkov, 11–14 May, 2010. Kharkov : Kharkovskiy natsionalnyi universitet im. V.N. Karazina, 2010, pp. 56–57. (Ukr.)
7. Van-Chyn-Sian Yu.Ya., Raievskiy Yu.A., Kovalenko T.P., Buzina Ya.A., Velychkivska N.I. Rozrakhunok poriadkiv reaktsii za initsiatorom ta monomerom homopolimeryzatsii laurylmetakrylatu v benzoli. *Materyaly VI Mezhdunar. nauch.-tekh. konf. «Aktualnye voprosy teoreticheskoi y prykladnoi byofyzyky, fizyky y khymiy»* : Tezisy dokladov, Sevastopol, 26–30 Apr. 2010. Sevastopol : Sevastopolskyi natsionalnyi tekhnichnyi universitet, 2010, 1, pp. 312–313. (Ukr.)
8. Kovalenko T.P., Van-Chyn-Sian Yu.Ya. Odezhanhia hrebenepodibnykh polimeriv na osnovi laurylmetakrylatu. *IV Vseukrainska naukova konferenciya studentiv, aspirantiv i molodykh vchenykh «Khimichni problemy sohodennia»* : Tezysy dopovidey, Donetsk, 16–18 March 2010. Donetsk : Donetskyyi natsionalnyi universitet, 2010, p. 233. (Ukr.)
9. Kovalenko T.P., Voloshynets V.A. Syntez ta doslidzhennia fizyko-khimichnykh vlastyvostei (ko)polimeriv detsyl(met)akrylata zi styrolom. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*. *Khimiia, tekhnolohiia rechovyn ta yikh zastosuvannia*, 2008, (609), pp. 92–96. (Ukr.)
10. Palyvo-mastylni materialy, tekhnichni ridyny ta systemy yikh zabezpechennia. Uporyadnyk V.Ya. Chabannyi. Kirovohrad : Tsentralno-Ukrainske vydavnytstvo, 2008, 1, 353 p. (Ukr.)
11. GOST 25371–82. Nefteproduktyi. Metod rascheta indeksa vyazkosti. Vveden 01.07.83. (Rus.)
12. GOST 20287–91. Nefteproduktyi. Metod opredeleniya temperatur tekuchesti i zastyvaniya. Vveden 01.01.92. (Rus.)
13. Potolovskiy L.A., Bushueva T.A., Zobnin Yu.I. Poluchenie i svoystva polimetakrilatnykh prisadok. *Himiya i tehnologiya topliv i masel*, 1973, (12), pp. 10–14. (Rus.)
14. Lazutina O.M. Syntez ta vlastyvosti polimetakrylatnykh prysadok do olyv : Avtoreferat dysertatsiyi. Lvov, 2008, 21 p. (Ukr.)
15. Moykin A.A., Valeshnyaya T.A., Kazantsev O.A. PMA–D110 – novaya universalnaya depressornaya prisadka dlya motornykh i transmissionnykh masel. *Neftepererabotka i neftehimiya*, 2005, (7), pp. 36–39. (Rus.)
16. GOST 9490–75. Materialy smazochnyie zhidkie i plastichnyie. Metody opredeleniya tribologicheskikh harakteristik na chetyresharikovoy mashine. Vveden 01.01.78 vzamen GOST 9490–60. (Rus.)

Received September 25, 2014