УДК 621.891

Коваленко Т.П., к.х.н.
Мисак Й.С., д.т.н.
Івасик Я.Ф., к.т.н.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУСТРІАЛЬНОЇ ОЛИВИ ДЛЯ ЗМАЩУВАННЯ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ НА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ

Національний університет "Львівська політехніка", serdjuklvov@gmail.com

Стаття присвячена визначенню області застосування та дослідженню експлуатаційних властивостей індустріальної оливи. Розглянуто основні компоненти змащувальних матеріалів та вплив поліметакрилатних присадок на експлуатаційні властивості оливи І-20А.

Ключові слова: *олива І-20А, поліметакрилатні присадки, полімеризація.*

Постановка проблеми

Розширення діапазону навантажувально-швидкісних та температурних експлуатаційних факторів енергосистем в стаціонарних та нестаціонарних умовах призводить до підвищення вимог до показників надійності та довговічності конструктивних матеріалів. Найбільш економічним напрямком удосконалення роботи вузлів тертя у різних кліматичних умовах є розробка нових композицій мастильного матеріалу з ефективними в'язкісно-температурними, депресорними, змащувальними, протизношувальними та іншими властивостями. Комплекс перерахованих властивостей забезпечують лише оливи з присадками, оскільки базові оливи не відповідають усім висунутим до них вимогам. Серед різноманіття асортименту одне з основних місць займають в'язкісні і депресорні присадки, які дозволяють створювати високоіндексні, універсальні та цілорічні мастильні композиції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Поліфункціональність експлуатаційних властивостей мастильного матеріалу свідчить про його значний вплив на довговічність та працездатність контактних пар. Біля 30 % загальної виробленої енергії витрачається на тертя, а удосконалення мастильного матеріалу та поліпшення ефективності мащення дозволяє знизити енергетичні витрати на 45 % [1]. Зміни енергетичного балансу відбуваються за рахунок екзотермічних реакцій та сорбційних процесів на межі метал – мастильний матеріал, які призводять до утворення граничних модифікованих шарів на активованій поверхні металу, - це головні чинники, які визначають кінетику тертя та зносу [2].

Аналіз літературних джерел за останніх п'ять років [3 – 5] показав, що для покращення експлуатаційних властивостей базових олив використовують багатофункціональні присадки. Більш широке розповсюдження в Україні отримали в'язкісні і депресорні присадки зарубіжних фірм („PohMax Oil Additives", „Lubrizol") ніж присадки марок ПМА-В і ПМА-Д, які виробляють в Російській Федерації. Це пов'язано з тим, що вони як за якістю так і за асортиментом поступаються відповідним зарубіжним аналогам. Крім того, присадки зазначених виробників у переважній більшості виконують лише функції загусника або депресора.

Виходячи із вищесказаного, дослідження в напрямку синтезу нових полімерних сполук з розширеною функціональністю та випробовування їх як багатофункціональних присадок є важливою науково-прикладною проблемою, вирішення якої дозволить створювати якісні конкурентноздатні мастильні матеріали в Україні.

Постановка завдання

Метою роботи є одержання нових полімерних сполук з розширеною функціональністю, дослідження впливу концентрації останніх на експлуатаційні властивості оливи І-20А та застосування загущеної присадками мастильної композиції для змащування вузлів тертя на електростанціях.

Основна частина

Збільшення потужності енергетичних засобів і технологічних процесів привело до зростання вимог щодо підвищення надійності та довговічності техніки, а також зниженню витрати палива і змащувальних матеріалів.

Ефективність змащувального матеріалу визначається, по-перше, конструктивними особливостями вузла тертя (типом, розміром, характером руху поверхонь тертя і т.д.) і, по-друге, системою змащування і видом матеріалу, з яким контактує в процесі роботи, а також умовами експлуатації вузла тертя і термінами заміни змащувального матеріалу [6].

Як конструкційний матеріал вузла тертя оливи зменшують тертя, що виникають між деталями трибологічного вузла; знижують знос і попереджають задири поверхонь тертя; відводять тепло від пар тертя; захищають поверхні контактуючих пар та інші неізольовані частини від корозійної дії зовнішнього середовища; ущільнюють зазори між спряженими деталями; видаляють із зони тертя продукти зносу, корозії і інші забруднення.

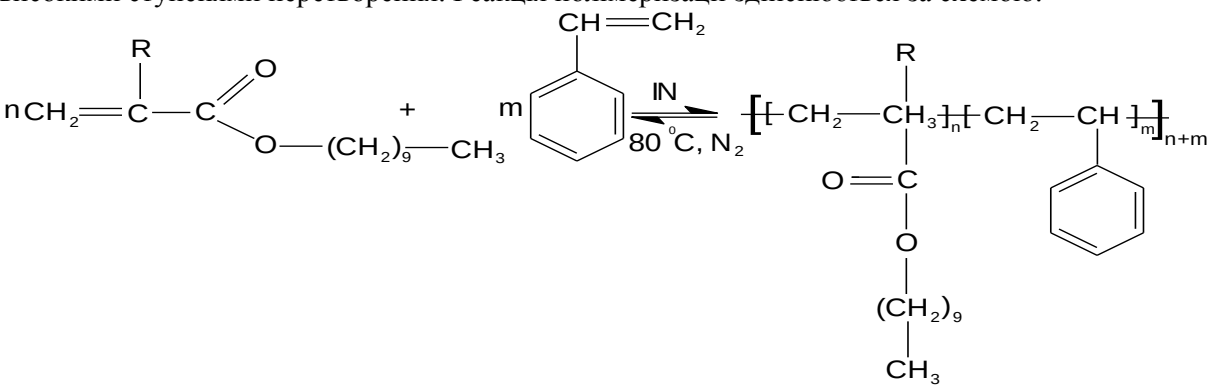
Базові оливи одержують шляхом переробки нафтової сировини. Нафтові базові оливи – це суміші, що складаються з парафінових, ароматичних та нафтенових вуглеводнів (переважно змішаної будови), а також кисень-, сірко- і азотовмісних органічних сполук та смолисто-асфальтенових речовин. Елементний склад з’єднань, будова молекул вуглеводнів і їх молекулярна маса впливають на такі фізико-хімічні властивості олив як густину, в’язкість, температури кипіння і застигання, поверхневу активність та ін. [7, 8].

Товарні оливи складаються з базових олив нафтового або синтетичного походження (або їх суміші), в які вводяться спеціальні присадки, що поліпшують певні властивості олив. Отримання необхідних якостей олив досягається шляхом правильного підбору і сумісності властивостей базової частини з комплексом присадок, які додаються при компаундуванні.

Одержувані індустріальні оливи повинні проходити візуальний контроль з метою виявлення механічних домішок і води. Індустріальна олива, крім того, повинна бути додатково випробувана на в'язкість для контролю на відповідність цього показника державним стандартам або технічним умовам. Для допоміжного устаткування і механізмів на електростанціях і енергопідприємствах, що експлуатують електричні мережі, повинні бути встановлені норми витрати, періодичність контролю якості та заміни мастильних матеріалів. Марка використовуваного мастильного матеріалу повинна відповідати вимогам інструкцій заводу-виробника до асортименту мастил, допущених до застосування на даному устаткованні. Можливість заміни мастильних матеріалів повинна бути узгоджена з підприємством-виробником устаткування. На кожній електростанції й на кожному енергопідприємстві, які експлуатують електричні мережі, повинен зберігатися постійний запас мастильних матеріалів для допоміжного устаткування не менший від 45-денної потреби [9].

У даній роботі, для проведення експериментальних досліджень використовували базову індустріальну оливу І-20А, в яку вводили поліметакрилатні присадки у кількостях 1 – 4 % мас.

Поліметакрилатні присадки отримували радикальною (ко)полімеризацією децил(мет)акрилату (Д(М)АК) зі стиролом (СТ) в бензолі за температури 80 ± 1 °С, в атмосфері аргону, з використанням ініціатора бензоїл пероксиду (0,5 % мас. від маси мономерів), тривалість реакції 3 – 4 год. Кількість стиролу у комономерних сумішах вибирали виходячи з рекомендацій наведених в науковій літературі [10]. Ступінь перетворення мономерів у полімер контролювали за бромним числом. Додатково отримані результати по ступеню перетворення перевіряли гравіметричним методом. Для цього з наважки полімера етанолом екстрагували мономери, після висушування зважували сухий залишок. Установлено, що процеси полімеризації протікають з високими ступенями перетворення. Реакція полімеризації здійснюється за схемою:



де R – H, CH_3.

Загальну кількість залишкових мономерів розраховували за бромним числом та визначали гравіметрично, дані наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Визначення залишкових мономерів у синтезованих (ко)полімерах Д(М)АК

Співвідношення мономерів у вихідній мономерній суміші, % мас.	Бромне число полімеру, г/100г	Залишкові мономери, % (за бромним числом)	Залишкові мономери, % (за даними гравіметричного аналізу)	Конверсія, %
ДАК:СТ				
100:0	2,10	10	9,5	90 - 90,5
90:10	2,40	8	7	91,5 – 93
80:20	2,64	7	5	93 – 94,5
70:30	2,85	4	2	96 – 98
60:40	3,00	2	1,5	98 – 98,5
ДМАК:СТ				
100:0	2,04	10,8	10	89,1 – 90
90:10	2,36	9	7,5	91 – 92,5
80:20	2,61	7	6	93 – 94
70:30	2,82	6	4	94 – 96
60:40	2,97	3	3	97

Проведені розрахунки складу кополімерів показали (див. табл. 1), що СТ повністю залучається у кополімеризацію з Д(М)АК. Цей висновок необхідно або підтвердити або спростувати. Для цього знімали ІЧ-спектри синтезованих та переосаджених кополімерів ДАК зі СТ (рис. 1, рис. 2).

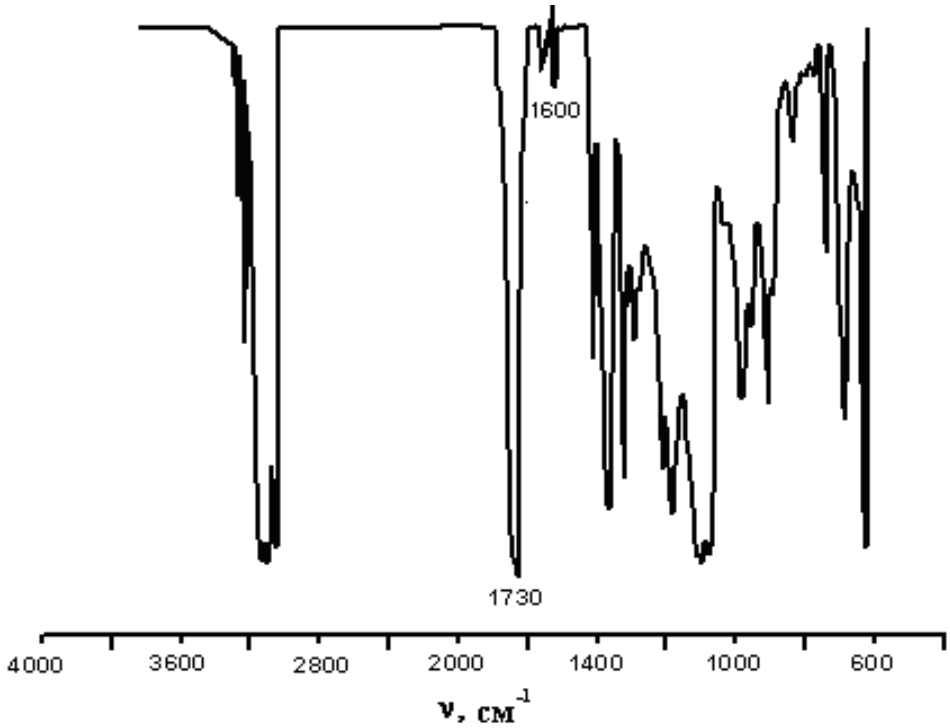


Рис. 1. ІЧ-спектр кополімеру децилакрилату (90 %) : стиролу (10%).

ІЧ-спектри кополімерів містять смуги поглинання карбонілу (C=O 1730 $см^{-1}$) та бензольного ядра стиролу (1600 $см^{-1}$). Тобто макромолекули містять ланки двох мономерів – ДАК та СТ. Збільшення кількості стирольних фрагментів у кополімері, що був синтезований з мономерної суміші з 40 % СТ збільшує інтенсивність смуги поглинання 1600 $см^{-1}$ (див. рис. 2) та зумовлює наявність смуг 1572 $см^{-1}$, 1452 $см^{-1}$. У цього кополімеру спостерігаються також смуги поглинання груп СН бензольного ядра та вуглеводневого ланцюжка фрагменту ДАК - 2800 $см^{-1}$ – 3200 $см^{-1}$.

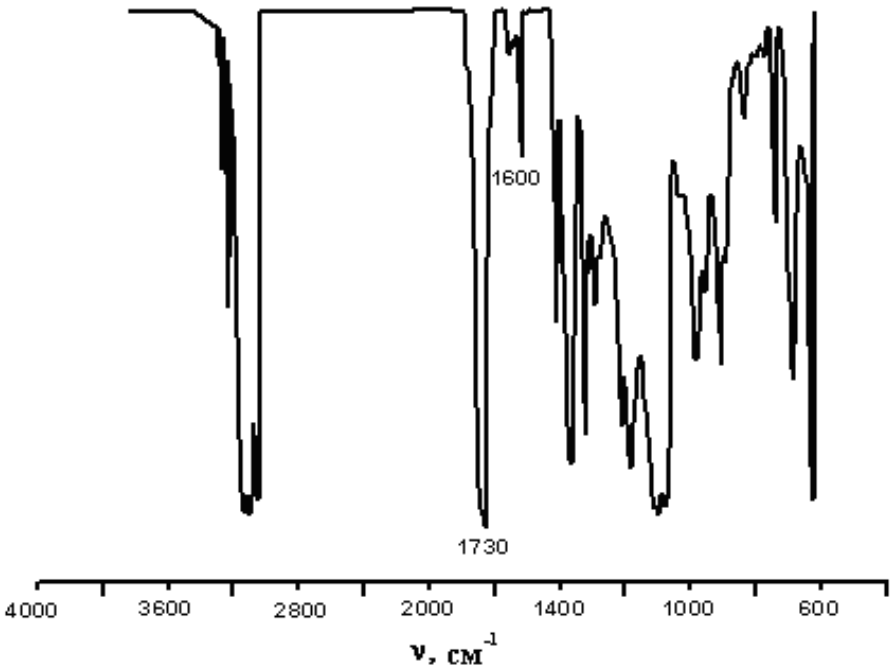


Рис. 2. ІЧ-спектр кополімеру децилакрилату (60 %) : стиролу (40%).

Молекулярну масу (ММ) ПД(М)АК та (ко)полімерів Д(М)АК-СТ визначали в бензолі кріоскопічним методом.

Як видно з табл. 2, ММ полімерів збільшується із збільшенням кількості стиролу у складі (ко)полімеру, що і слід було очікувати як за власними кінетичними дослідженнями [4], так і за відомими значеннями активностей (мет)акрилових мономерів та стиролу у радикальній гомо- та кополімеризації [10].

Таблиця 2

Молекулярна маса ПД(М)АК та (ко)полімерів Д(М)АК-СТ

Молекулярна маса (ко)полімерів, $\times 10^{-3}$, г/моль	Співвідношення мономерів у вихідній мономерній суміші, % мас.				
	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40
ДАК:СТ	8,9±0,4	10,5±0,6	16,5±1,3	23,0±1,3	28,8±1,8
ДМАК:СТ	9,6±0,4	11,5±0,7	19,2±1,8	28,8±3,9	38,4±6,8

Синтезовані кополімери Д(М)АК зі СТ та гомополімери Д(М)АК використовували для регулювання в’язкісно-температурних та депресорних властивостей оливи І-20 А (табл. 3).

Таблиця 3

Експлуатаційні властивості оливи І-20А

Співвідношення мономерів у вихідній мономерній суміші під час синтезу полімерів, % мас.	Індекс в’язкості (ІВ) загущеної оливи І-20А				$T_{заст.}$
	Вміст (ко)полімерів у загущеній оливі І-20А, % мас.				
	1	2	3	4	2
Олива І-20А	97				-15
ДАК:СТ					
100:0	125	143	145	146	-16
90:10	128	150	152	153	-31
80:20	134	159	160	161	-35
70:30	137	167	169	170	-36
60:40	139	178	180	181	-36
ДМАК:СТ					
100:0	134	154	156	157	-20
90:10	139	165	167	168	-46
80:20	145	172	174	175	-51
70:30	148	184	186	187	-53
60:40	154	191	193	194	-55

Як видно з табл. 3, характер зміни реологічних властивостей зразків загущених олив подібний – індекс в'язкості (ІВ) загущених олив зі збільшенням концентрації від 1 до 2 % мас. збільшується від 125 – 134 до 178 – 191. Подальше збільшення концентрації полімеру не приводить до суттєвого впливу на індекс в'язкості. У зв'язку з цим, деякі подальші дослідження полімерів проводили при їх концентрації 2 % мас. в оливі виходячи з того, що дана концентрація є оптимальною для використання полімерів як в'язкісних присадок до олив – досягається максимальний ІВ за мінімально можливої концентрації полімеру в оливі.

Отримані результати свідчать про те, що кополімери Д(М)АК-СТ є ефективними присадками до олив, які зменшують залежність в'язкості оливи від температури, що відповідно підвищує індекс в'язкості.

Для оцінки якості олив за умов низьких температур величина ІВ є недостатнім показником. Важливе значення має також температура застигання та прокачуваність олив за від'ємних температур. Температура застигання характеризує нижню межу працездатності олив, яка визначається активною втратою рухомості.

Значне пониження температури застигання олив з кополімерами Д(М)АК-СТ (див. табл. 3) зумовлено їхньою адсорбцією на парафінах та утворенням захисних сольватних прошарків з ароматичних та циклічних вуглеводнів, сольватованих на ланках стиролу.

Висновки

Для забезпечення надійної роботи вузла тертя необхідний ретельний підбір мастильного матеріалу відповідно до умов експлуатації. Встановлено, що отримані нами поліметакрилатні присадки покращують в'язкісно-температурні та депресорні властивості оливи І-20А, а відповідно, сприяють надійному змащуванню вузлів тертя на електростанціях у різних кліматичних умовах.

Список літературних джерел

1. Кламанн Д. Смазки и родственные продукты / Д. Кламанн. – М.: Химия,1988. – 487 с.
2. Райко М.В. Исследование смазочного действия нефтяных масел в условиях работы зубчатых передач: дис.... д-ра техн. наук : спец. 05.02.04 / М.В. Райко. – К.: КИИГА, 1974. – 369 с.
3. Волошинець В.А. Особливості самоорганізації полі(мет)акрилатних полімерів у нафтопродуктах / В. А. Волошинець, Б. Ф. Кочірко // Матеріали І Міжнародної науково-технічної конференції "Проблеми хіммотології" (15 – 19 травня 2006 р.) : тези допов.– Київ: Націо-нальний авіаційний ун-т, 2006. – С. 41-42.
4. Коваленко Т.П. Получение многофукциональных присадок сополимеризацией децилакрилата со стиролом // Материалы XIV Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных "ЛОМОНОСОВ" (11-14 квітня 2007 р.).– Том 2. - Москва: Московский государственный ун-т им. М.В. Ломоносова, 2007. — С. 488.
5. Лазутіна О. М. Синтез та властивості поліметакрилатних присадок до олив : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.17.07 – Хімічна технологія палива та паливно-мастильних матеріалів / О. М. Лазутіна. – Львів, 2008. – 21 с.
6. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: справ. изд. / К.М. Бадышова, Я.А. Берштадт, М.К. Богданов и др. – М.: Химия, 1989. – 432 с.
7. Братичак М.М. Технологія нафти та газу: навч. посібник [для студ. серед. спец. та вищ.навч. закл.] / М. М. Братичак, О. Б. Гринишин. – Л.: НУ "Львівська політехніка", 2002. – 180 с.
8. Агаева Р.А. Смазочные свойства отдельных групп углеводородов и их композиций / Р.А. Агаева // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1967. - № 1. – С. 8 – 13.
9. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. – К., 2003. – 91 с.
10. Ахмедов А.И., Левшина А.М. Синтез вязкостных присадок сополимеризацией децилметакрилата со стиролом // Химия и технология топлив и масел. – 1983. - №11. – С. 13 – 14.