

Б.Л. Литвин, А.С. Федорів, В.С. Курганський, Д.Я. Брускова

## Синтез і дослідження оксіетильованих аміновмісних похідних ортофосфорної кислоти як компонентів змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ

*Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ*

В ході роботи нами синтезовано і досліджено фізико-хімічні властивості оксіетильованих аміновмісних похідних фосфорної кислоти з метою забезпечення можливості подальшого впровадження їх в якості компонентів змащувально-охолоджуючих рідин (ЗОР). Вивчено властивості синтезованих продуктів, а саме, їх відношення до індустріальних та емульгованих мастил, розчинність у воді, їх піноутворюючу здатність, корозійну агресивність. Оксіетильовані аміновмісні похідні фосфорної кислоти добре розчиняються в воді, суміщаються з емульгованими мастилами і практично не суміщаються з індустріальним мастилом. Вони володіють дуже низькою стійкістю піни, що дозволяє виключити їх із складу ЗОР, в якій можуть бути використані синтезовані продукти, антипінні присадки, крім того самі можуть бути використані як основа змащувально-охолоджуючого технологічного середовища (ЗОТС).

**Ключові слова:** змащувально-охолоджуюче технологічне середовище, змащувально-охолоджуюча рідина, поліетиленгліколь, амінопохідне, фосфат.

*Стаття постуила до редакції 08.06.2006; прийнята до друку 10.10.2006.*

### Вступ

Процеси обробки металів різанням характеризуються різноманітністю умов, зумовлених обширною номенклатурою оброблюваних матеріалів, специфікою конкретних операцій, масштабами виробництва. Тому змащувально-охолоджуючі рідини (ЗОР) і методи їх застосування високо ефективні для однієї групи оброблюваних матеріалів і операцій, можуть бути мало ефективними для інших матеріалів і операцій, а водночас здійснювати і шкідливу дію на процес різання і стійкість ріжучого інструменту. Навіть при обробці одного і того ж матеріалу в залежності від елементів режиму різання, характеру операцій і застосовуваного інструментального матеріалу ефективність різних ЗОР змінюється і може бути протилежною.

Змащувальна, охолоджуюча і миюча дії компонентів ЗОР проявляються при попаданні їх в зону обробки металу.

Змащувальна дія зумовлена здатністю змащувально-охолоджуючого середовища вступати в хімічну і фізико-хімічну взаємодію з активними поверхнями, утворювати на них змащувальні плівки. Це перешкоджає контакту металу з металом, забезпечує вільне ковзання стружки по інструменту і знижує тепловиділення. Охолоджуюча дія полягає в

відводі тепла від нагрітих контактних поверхонь ріжучого інструменту і стружки. За рахунок відводу тепла знижується температура різання. Стійкість інструменту збільшується, що дає можливість збільшити швидкість різання при даній стійкості інструменту [1].

Миюча дія полягає в вимиванні із зони різання стружки і частинок зносу інструменту. Миючі властивості ЗОР мають великий вплив на якість обробленої поверхні.

При механічній обробці металів мають місце великі деформації і утворюються нові поверхні, тому на міцність металів мають вплив дефекти кристалічної структури твердого тіла, а також розклинюючий тиск молекулярних шарів в мікротріщинах [2]. У зв'язку з цим механізм дії ЗОР розглядається з врахуванням механо-хімічних реакцій [3]. При механо-хімічних реакціях можливе утворення вільних радикалів і атомів металу, які взаємодіють з киснем, утворюючи оксиди або ініціюють ланцюгові реакції з утворенням захисних плівок [4].

Найбільшим поширенням користується теорія змащувальної хімічної дії ЗОР. В процесі різання активні в хімічному відношенні поверхні різця і стружки вступають в хімічну взаємодію з компонентами ЗОР з утворенням захисних плівок, екрануючих сили адгезії між поверхнями, що

туться, зменшуючи зношування інструменту [5]. Всі теорії не суперечать одна одній і кожний з розглянутих ефектів проявляють себе в тих, чи інших умовах тертя. Проте, єдиної всеохоплюючої теорії дії ЗОР немає. При підвищених швидкостях різання (більше 30 м/хв) стійкість інструменту зв'язана з модифікуванням поверхонь тертя за рахунок утворення захисних плівок. В цих умовах змащувальні властивості визначаються виключно хімічною активністю ЗОР по відношенню до поверхні металу [6]. Механізм утворення захисних плівок мало вивчений. Рахують, що вони складаються з оксидів, хлоридів, фосфідів. Склад плівок визначається як хімічним складом, так умовами різання металів. В основі застосування ЗОР лежить фізико-хімічна взаємодія активних компонентів ЗОР з поверхнею металу. ЗОР повинна володіти високою проникаючою і реакційною здатністю по відношенню до оброблюваного металу [7].

В останні роки все більшого поширення набувають водозмішувані змащувально-охолоджуючі рідини навідрізняються від масляних. Це зумовлено покращенням тепловідводом в випадку водних ЗОР, що забезпечує їм ряд переваг [8].

За фізико-хімічними властивостями ЗОТС прогнозувати їх технологічні властивості дуже важко, так як дія зовнішнього середовища при різанні відбувається в специфічних умовах, а фізичне моделювання процесів, що при цьому відбуваються, на даний час практично не здійснене.

При обробці важкооброблюваних матеріалів та проведенні операцій, де виділяється значна кількість тепла, найбільш ефективні хімічні змащувальні плівки, утворювані на контактуючих поверхнях елементовмісними сполуками, в тому числі і фосфоровмісними, які вводяться в склад композиції ЗОР в якості антизноєвих і антизадирих присадок. Механізм антизадириної дії фосфорорганічних сполук ґрунтується на утворенні фосфідів металів на поверхнях, що туться при високих температурах. Взаємодія між металом і фосфорними сполуками при різних температурах експериментально підтверджена з допомогою радіоактивного ізотопу  $^{32}\text{P}$ . Фосфіди металів можуть утворювати з металом евтектичні суміші, які можуть у вигляді розплаву розмащуватись по поверхні завдяки їх низьким температурам плавлення під дією високого питомого тиску, створюваного в локальних мікронах фракційної взаємодії, і вирівнювати поверхню. Це ефект так званої "поліруючої" дії фосфорорганічних протизадирих присадок. Встановлено також присутність металічних солей фосфорної кислоти і її неповних ефірів і кислих органічних фосфінів, чому сприяє окислення масла і каталітичний вплив поверхні металу, що оголюється [1]. До числа перспективних фосфоровмісних присадок відносять органічні сполуки фосфорної кислоти. Властивості ефірів фосфорної кислоти в значній мірі залежить від природи гідроксидного компоненту. Вони можуть змінюватись від ідеально текучих рідин до високоплавких твердих речовин в залежності від

типу ефіру, симетричності структури і молекулярної маси. Для складних ефірів фосфорної кислоти спостерігається закономірність: зниження симетричності молекули (розгалуження алкільного ядра) веде до підвищення в'язкості і температури застигання і негативно впливає на в'язкісно-температурні характеристики [9]. Гідролітична стабільність залежить від структури і молекулярної маси. Чим довший ланцюг, тим вища гідролітична здатність. Проте для використання ефірів фосфорної кислоти в якості змащувальних рідин їх гідролітична стабільність достатня для практичних завдань.

Ефіри фосфорної кислоти, нейтралізовані різними азотовмісними сполуками рекомендуються в якості антикорозійних присадок до мінеральних олів [10]. Але термічний розклад завжди веде до утворення фосфорної кислоти чи неповних її ефірів, що створює небезпеку корозії, особливо в присутності міді і її сплавів. З іншої сторони, амініні солі первинних і вторинних фосфатів є ефективними інгібіторами корозії. Крім цього ефіри фосфорної кислоти можуть видаляти бруд із системи в якій вони застосовуються. Фосфати мають високу змащувальну здатність, особливо сталі пар тертя. Змащувальна здатність ефірів фосфорної кислоти добре відома і широко визнана. Більшість ефірів цього ряду достатньо стабільні для того, щоб їх можна було використовувати в якості основного компонента синтетичної змащувальної речовини. В якості антиокислювальних присадок до масел можуть бути використані сполуки, що містять одночасно азот і фосфор [6]. Стійкість до окислення ефірів фосфорної кислоти висока і вища ніж в мінеральних оливах. Ефіри фосфорної кислоти відрізняються прекрасною вогнетривкістю і переважають в цьому відношенні мінеральні оливи близької в'язкості. На практиці широко використовуються фосфоровмісні сполуки – солі і ефіри фосфорної кислоти [7], що обумовлено простотою їх отримання і малою токсичністю з іншої. Лабораторну оцінку змащувальних властивостей проводили для модельних композицій ЗОТС наступного складу:

- фосфоровмісна присадка в перерахунку на фосфор – 1,25мас%;
- синтетична складноефірна присадка (ефіри гліколей і карбонових кислот) – 25-35%;
- сульфонатний емульгатор – 10-15%;
- триетаноламін (рН 6%-ї водної емульсії близько 8,4);
- нафтове мастило (типу И-20А) – 10-20%.

Такі модельні композиції близькі до тих, які використовуються на практиці ЗОТС і забезпечують гарні антифрикційні властивості по відношенню до чорних і кольорових металів. Основна відмінність між модельними композиціями полягала в будові фосфоровмісної присадки [11]. Результати показали, що аміно-амідні мила фосфорної кислоти володіють більш високими змащувальними властивостями в порівнянні з її етоксіалкіл заміщеними похідними.

Поліетиленгліколі та присадки на їх основі є високоефективними полімервмісними ЗОР, це доведено в результаті досліджень, що проводились

галузевою лабораторією механохімічної обробки металів Львівського політехнічного інституту [12]. Полімери, що входять до складу ЗОР, адсорбуючись на металі під дією високої температури і механічних напруг, піддаються механо- і термодеструкції. При цьому утворюються високоактивні уламки макромолекул, що володіють високою хімічною активністю і здатні хімічно взаємодіяти з оброблюваним матеріалом, знижуючи рівень вільної поверхневої енергії, полегшуючи процеси його деформації і руйнування. Як показує практика, одним із найбільш вживаними в даній галузі є поліалкіленгліколі. Полігліколі, особливо поліетилен і поліпропілен, їх співполімери, їх прості і складні ефіри різних кислот мають велике значення для отримання спеціальних змащувальних матеріалів, гальмівних рідин, гідравлічних рідин і ЗОР по ряду причин:

- при змішування з водою чи іншими компонентами вони практично незаймісті;

- завдяки вмісту атомів кисню вони володіють кращою розчинюючою здатністю в порівнянні з вуглеводнями.

Гіроскопічна природа полігліколів залежить від вмісту ОН-груп. Вона знижується по мірі збільшення молекулярної маси і числа ефірних зв'язків.

Розчинність у воді зменшується в такій же залежності, а також з підвищенням температури тому, що число водневих зв'язків атомів кисню, які входять до складу ефірної групи, знижується при підвищенні температури. Чисті поліетиленгліколі легко розчиняються в воді. Молекулярну масу поліетиленгліколів регулюють в процесі їх отримання. При використанні поліетиленгліколів в якості моторних масел їх висока розчинююча здатність попереджує утворення відкладень за рахунок розчинення в них утворених осадів, але може призводити до руйнування пластмас, еластомерів і лакофарбових покриттів. Змішувальність з водою має велике значення, особливо при використанні поліетиленгліколів в якості ЗОР, гідравлічних рідин. Поліетиленгліколі-воскоподібні тверді речовини, за винятком низькомолекулярних представників, як правило, не придатні в якості рідких змащувальних речовин [10]. Полігліколі являються прекрасними змащувально-охолоджувальними рідинами для металообробки. В цих маслах поєднуються змішувальність з водою в будь-яких співвідношеннях, гідролітична стабільність незалежно від якості і твердості води, добрі змащувачі властивості і забезпечення змочування і високою проникаючою здатністю водних розчинів, неіоногенність, низька токсичність, відсутність корозійної агресивності по відношенню до більшості металів.

Результати показали, що по своїм високотемпературним властивостям полігліколі не поступаються іншим рідинам, навіть тим, які містять протизношувальну присадку. Лише мінеральна олива в цьому відношенні, в незначній степені переважає полігліколі [10].

Більшість протизносних і притизадирних

присадок є гідрофобними сполуками і тому можуть входити в склад лише масляних ЗОР або емульсій, що обмежує їх застосування. Однак за допомогою методу етоксілювання (хімічного прививання водорозчинних поліетиленових ланцюгів до діючої основи присадки) можна ввести в водний розчин практично будь-яку хімічну сполуку [13].

В даний час ЗОР для прокатки поверхні (на основі мінеральних масел) часто замінюють емульгованими ЗОР з метою пониження швидкості прокату і збереження, в той же час, високої якості прокату, попередження небезпеки пожежі і зниження виводу ЗОР в атмосферу. Емульсії на основі мінеральних масел без присадок не досягають рівня емульсій на основі пальмоядрового масла по властивостях, хоча їх змащувальну здатність можна поліпшити додаванням жирних кислот або їх ефірів, які підвищують несучу здатність. Тому емульговані ЗОР для прокатки містять крім базового масла, аніоноактивні чи неіонні емульгатори (5-10%), активні компоненти (жирні кислоти, ефіри жирних кислот чи аліфатичні спирти) і розчини промоторів, чим забезпечується висока стабільність концентрату при зберіганні. В [14] запропоновано композицію, яка може бути використана як ЗОР для процесів обробки металів, або як робоча рідина гідравлічних механізмів, яка містить нафтові чи синтетичні масла або тверді парафіни, тверді жири чи рослинні олії, які знаходяться у вигляді емульсії або розчиненні в полігідроксісполуках (поліетиленгліколь, гліцерин, сахароза та інші) або в їх водних розчинах в присутності білків або ПАР. В якості ПАР можуть бути використані, наприклад, алкілбензосульфونات, алкіламінополіетиленгліколя або алкілфеніловий ефір поліетиленгліколя. Композиція може бути приготовлена у вигляді рідини, пасти чи гелю і використана як ЗОР для металоріжучих шліфувальних станків, прокатних станів. В наш час розглядаються умови, що забезпечують підвищення довговічності ЗОР і збереження їх технологічних властивостей [15], проводяться дослідження, пов'язані з покращенням вже відомих водорозчинних ЗОР, придатних для використання при обробці різанням металів і інших матеріалів, перераховуються їх основні переваги і недоліки в залежності від матеріалу, що використовується [16]. Крім того на основі ефірів поліалкіленгліколів добуто чимало синтетичних ЗОР, які володіють досить високими технологічними характеристиками, а саме, вони збільшують критичне навантаження і узагальнений показник зношування.

## I. Методика експерименту

1. Синтез оксидетильованих аміновмісних похідних фосфорної кислоти проводиться в дві стадії:

1.1. Фосфатування поліетиленгліколів (ПЕГ) ортофосфорною кислотою.

1.2. Нейтралізація кислих алкілфосфатів амінами.

1.1. Фосфатування ПЕГ ортофосфорною кислотою.

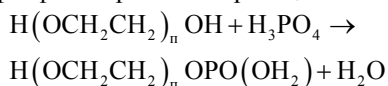
Процес фосфатування проводиться в чотирьохгорлій колбі; об'ємом 1000 мл, оснащеної механічною мішалкою, холодильником, термометром, нагрівальним пристроєм і пристроєм для продувки реакційної маси азотом.

В колбу поміщують розраховану кількість поліетиленгліколю, включають перемішування і протягом 1-1,5 год додають розраховану кількість фосфорної кислоти. По закінченню додавання кислоти включається в роботу холодильник і через реакційну масу протягом всього процесу естерифікації пропускають азот (для уникнення осмолення і потемніння продукту).

При температурі 125-130°C починається відгонка парів води. Пари води проходять холодильник, конденсуються і стікають в приймач.

Процес естерифікації ведеться в атмосфері азоту при температурі 170-180 °С протягом 6-8 год. Процес ведеться до припинення виділення води. По закінченню виділення води нагрівання припиняють і готовий напівпродукт направляють на стадію нейтралізації.

Процес естерифікації з утворенням кислих алкілфосфатів протікає за реакцією:



$n = 13, 35, 115$ .

#### 1.2 Нейтралізація кислих алкілфосфатів амінами.

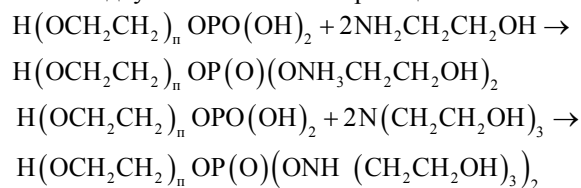
Нейтралізацію проводять в чотирьохгорлій колбі, об'ємом 500 мл, оснащеної механічною мішалкою, нагрівальним пристроєм, термометром, пристроєм для продувки реакційної маси азотом.

Нейтралізацію проводять при температурі, в середньому, 50-60 °С. Продукт операції 1, при постійному перемішуванні і продувці реакційної маси азотом, охолоджують до температури 50-60 °С. По закінченню охолодження продувку азотом припиняють.

Потім протягом 1,5-2 год при температурі 50-60 °С додають розраховану кількість аміну. Реакційну масу перемішують 30 хв, відбирають пробу і визначають рН 1%-го розчину. При

досягненні рН = 7-7,5 нейтралізацію припиняють.

Процес нейтралізації кислих алкілфосфатів амінами відбувається за такими реакціями:



Дослідження властивостей оксіетильованих амінопохідних ортофосфорної кислоти проводяться по визначенню наступних показників фізико-хімічної оцінки якості (згідно ГОСТ 6243-75): фізичних характеристик (зовнішній вигляд, запах, температура плавлення); кислотного числа; рН 1%-го розчину; розчинності в воді; розчинності в індустріальному мастилі; емульгування масла в 10% водному розчині; сумісності з емульгованими мастилами; піноутворення; корозійної агресивності; сумісності з антикорозійними добавками; стабільності при зберіганні.

Продукт вважається витриманим випробування при відсутності виділених твердих речовин і утворення різних рідких шарів.

## II. Результати експерименту та їх обговорення

Було синтезовано 3-кислі оксіетильовані фосфати на основі поліетиленгліколів (ПЕГ-13, ПЕГ-35, ПЕГ-115), і 5-нейтралізованих амінами оксіетильовані фосфати на основі поліетиленгліколів (ПЕГ-13, ПЕГ-35, ПЕГ-115).

Фосфатування поліетиленгліколів ортофосфорною кислотою проводили згідно методики 1.1. Хімічні показники і кількості вихідних речовин, необхідні для проведення фосфатування поліетиленгліколів, представлено в таблиці 1.

В результаті даного синтезу було отримано три кислих оксіетильованих фосфати на основі ПЕГ-13, ПЕГ-35, ПЕГ-115. Характеристики добутих речовин представлено в таблиці 1.

**Таблиця 1**

Кількості і хімічні показники вихідних речовин для проведення реакції фосфатування поліетиленгліколів фосфорною кислотою

№ п/п	Найменування сировини	Молек. маса	Конц.,%	Маса, г		К-сть молей
				Техн.	100%	
1	ПЕГ-13	590	100	688,5	688,5	1,17
	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	43,03	265,8	114,4	1,17
2	ПЕГ-35	1558	100	411	411	0,26
	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	57,6	44,87	25,85	0,26
3	ПЕГ-115	5078	100	660	660	0,13
	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	57,6	22,12	12,74	0,13

Таблиця 2

Кількості і хімічні показники вихідних речовин для проведення реакції нейтралізації кислих алкілфосфатів амінами

Найменування сировини	Молек. маса	Конц., %	Маса,г		К-ть молей
			техн.	100%	
Кислий фосфат ПЕГ-13	670	100	320	320	0,47
МЕА	61	94	61,98	58,27	1,9
Кислий фосфат ПЕГ-3 5	1638	100	100	100	0,06
МЕА	61	94	7,93	7,45	0,24
Кислий фосфат ПЕГ-3 5	1638	100	100	100	0,06
ТЕА	149	21,8	83,44	18,19	0,24
Кислий фосфат ПЕГ-115	5158	100	100	100	0,019
МЕА	61	94	2,51	2,36	0,076
Кислий фосфат ПЕГ-115	5158	10	100	100	0,019
ТЕА	149	21,8	26,5	5,78	0,076

Нейтралізація оксіетильованих фосфатів проводилась згідно методики 1.2. Основні показники та кількості вихідних речовин, використані для проведення нейтралізації подано в таблиці 2.

За зовнішнім виглядом отримані продукти являють собою темні, світлі, пастоподібні і тверді речовини з неприємним але не подразнюючим запахом. Ефір поліетиленгліколю (ПЕГ-13) з фосфорною кислотою – темно-коричнева в'язка речовина з неприємним запахом. Оксіетильоване (ПЕГ-13) амінопохідне (моноетаноламін) фосфорної кислоти – темно-коричнева пастоподібна речовина з різким, неприємним запахом. Ефір поліетиленгліколю (ПЕГ-35) з фосфорною кислотою – біла, з жовтуватим відтінком в'язка речовина з неприємним запахом. Оксіетильоване (ПЕГ-35) амінопохідне (моноетаноламін) фосфорної кислоти – світла, з жовтуватим відтінком речовина з

неприємним запахом. Оксіетильоване (ПЕГ-35) амінопохідне (триетаноламін) фосфорної кислоти - світла, з жовтуватим відтінком речовина з неприємним запахом. Ефір поліетиленгліколю (ПЕГ-115) з фосфорною кислотою - біла тверда речовина. Оксіетильоване (ПЕГ-115) амінопохідне (моноетаноламін) фосфорної кислоти - світлокоричнева пастоподібна речовина. Оксіетильоване (ПЕГ-115) амінопохідне (триетаноламін) фосфорної кислоти - світла, з жовтуватим відтінком речовина з неприємним запахом.

Дослідження синтезованих речовин по визначенню таких властивостей, як піноутворення і поверхневого натягу, рН водних розчинів, температури при яких дані продукти розчиняються у воді (таблиця 3).

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники синтезованих продуктів

	КФ ПЕГ-13	НФ ПЕГ-13 МЕА	КФ ПЕГ-35	НФ ПЕГ-35 МЕА	НФ ПЕГ-35 ТЕА	КФ ПЕГ-115	НФ ПЕГ-115 МЕА	НФ ПЕГ-115 ТЕА
рН 1%-го розчину	3,3	7,18	3,5	7,4	7,3	3,2	7,3	7,2
Т°С Розчинності (у воді)	18,6	36	30	35	32	60	36	48
Піноутворення. мл	160	260	120	125	160	165	120	125
Стійкість піни (A <sub>0</sub> )	0	0	0	0	0	0	0	0
Поверхневий натяг 1%-го в.р.	65,4	67,4	65,5	64,7	64,7	64,5	64,1	64,4
ККМ	-	-	-	-	-	-	-	-
Стабільність при зберіганні	стаб	стаб	стаб	стаб	стаб	стаб	стаб	стаб

**Примітка:** Скорочення, використані в таблицях 3,4:

КФ(ПЕГ-13) - кислий оксіетильований фосфат (поліетиленгліколь-13)

НФ(ПЕГ-13) МЕА - нейтралізований моноетаноламіном фосфат(поліетиленгліколь-13)

КФ(ПЕГ-35) - кислий оксіетильований фосфат (поліетиленгліколь-35)

НФ(ПЕГ-35) МЕА - нейтралізований моноетаноламіном фосфат (поліетиленгліколь-35)

НФ(ПЕГ-35) ТЕА - нейтралізований триетаноламіном фосфат (поліетиленгліколь-35)

КФ(ПЕГ-115) - кислий алкіл фосфат (алкіл-поліетиленгліколь-115)

НФ(ПЕГ-115) МЕА - нейтралізований моноетаноламіном фосфат (поліетиленгліколь-115)

НФ(ПЕГ-115) ТЕА - нейтралізований триетаноламіном фосфат (поліетиленгліколь-115)

Таблиця 4

Технологічні характеристики оксіетильованих аміновмісних похідних фосфорної кислоти

	КФ ПЕГ-13	НФ ПЕГ-13 МЕА	КФ ПЕГ-35	НФ ПЕГ-35 МЕА	НФ ПЕГ-35 ТЕА	КФ ПЕГ-115	НФ ПЕГ-115 МЕА	НФ ПЕГ-115 ТЕА
Поріг корозії, %	11	11	11	10	10	11	10	10
Розчинність в індуст. мастилі	нр	нр	нр	нр	нр	нр	нр	нр
Емульгування матисла (10%в.р.)	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумісність з емульг. мастилом	-	суміщ	-	суміщ	суміщ	суміщ	суміщ	суміщ
Сумісність з антикор. добавками	суміщ	суміщ	суміщ	суміщ	суміщ	суміщ	суміщ	суміщ

Крім визначення фізико-хімічних характеристик особливу увагу звертали на дослідження відповідних технологічних характеристик. Результати даних досліджень зведено до табличних даних, які представлено в таблиці 4.

Результати дослідження показали, що синтезовані продукти добре розчиняються у воді, не суміщаються з індустриальним мастилом, і самі не емульгують масла. Така поведінка пояснюється значною гідрофільністю оксіетильованого залишку. Крім того досліджувані речовини володіють слабкою поверхневою активністю (поверхневий натяг 1%-х водних розчинів знаходиться в межах 64.1-67.4мН/м.). Проведено дослідження піноутворюючої здатності. Оскільки піноутворення на поверхні металу є небажаним явищем, при його обробці різанням, то результати даного аналізу мають позитивне значення для промислового застосування досліджуваних речовин (стійкість піни для всіх продуктів рівна нулю).

Встановлено, що синтезовані речовини гарно суміщаються з емульгованими маслами, за винятком кислого фосфату поліетиленгліколю-13 і кислого фосфату поліетиленгліколю-35. На відміну від шойно згаданих двох продуктів їх аналог-кислий фосфат поліетиленгліколю-115, прекрасно суміщається з емульгованим мастилом за рахунок збільшення молекулярної маси. Сумісність з емульгованими маслами відіграватиме важливу роль у випадку використання їх в композиціях ЗОТС, з високими вимогами до їх змащувальних властивостей (у випадку високих вимог до якості поверхні, при великих навантаженнях і т. п.).

Було проведено дослідження по визначенню кислотного числа для кислих алкілфосфатів на основі поліетиленгліколю, з метою встановлення їх хімічної структури. Значення кислотних чисел для кислих алкілфосфатів (ПЕГ-13, ПЕГ-35, ПЕГ-115) становлять 252 мгКОН/г, 280 мгКОН/г і 263 мгКОН/г відповідно. Згідно результатів потенціометричного титрування, можна зробити висновки, що в синтезованих ефірах основний вміст складають

однозаміщені складні ефіри фосфорної кислоти. Дані продукти володіють не високими протикорозійними властивостями (поріг корозії 10-11%). Саме тому самостійне їх використання можливе лише при концентрації їх водних розчинів не менше 10-11%. Дослідження на сумісність з антикорозійними добавками різних типів (Nostacor IT, Nostacor DT, моноетаноламін, моноетаноламінфосфат) показали, що синтезовані речовини добре суміщаються з даними добавками, що дозволяє модифікувати їх властивості.

## Висновки

Розроблено методику синтезу оксіетильованих аміновмісних похідних фосфорної кислоти. Вивчено фізико-хімічні властивості синтезованих продуктів. Аналізуючи отримані дані можна стверджувати, що синтезовані продукти можуть служити основою ЗОТС, оскільки володіють незначним піноутворенням, поверхневою активністю, слабо вираженою протикорозійною дією. Однак, самостійне їх використання в якості ЗОТС можливе тільки при концентрації вище 10%. Виявлено хорошу сумісність синтезованих продуктів з емульгованими мастилами та промисловими протикорозійними добавками, що дозволяє модифікувати їх властивості і розширити можливості використання. Синтезовані продукти неефективні для емульгування індустриальних мастил, що пояснюється їх значною гідрофільністю.

**Литвин Б.Л.** – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної і прикладної хімії;

**Федорів А.С.** – аспірант кафедри теоретичної і прикладної хімії;

**Курганський В.С.** – кандидат хімічних наук, науковий співробітник кафедри;

**Брускова Д.Я.** – кандидат хімічних наук, науковий співробітник кафедри.

- [1] Смазочные материалы. Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний. Под ред. Р.М. Матвеевского, В.Л. Лашхи. Машиностроение, М. сс. 13-14 (1989).
- [2] Г.А. Гороховский. Поверхностное диспергирование динамически контактирующих полимеров и металлов. Наукова думка, К. 152 с. (1972).
- [3] П. Мацунага. Влияние эффекта Ребиндера на трение и износ. Дзюокацу, сс. 348-354 (1975).
- [4] В.Н. Латышев. Повышение эффективности СОЖ. Машиностроение, М. 9 с. (1975).
- [5] В.Н. Латышев, Ф.П. Боуден, Д. Тейбор. Трение и смазка твердых тел. Машиностроение, М. 543 с. (1968).
- [6] Л.М. Кулиев. Химия и технология присадок к маслам и топливам. Химия, М. сс. 39,488 (1972).
- [7] Н.Н. Курчик, В.В. Вайшток, Ю.Н. Шектер. Смазочные материалы для обработки металлов резанием. Химия, М. 312 с. (1972).
- [8] Ю.С. Заславский. Трибология смазочных материалов. Химия, М. 240 с. (1991).
- [9] Д. Кламанн. Смазки и родственные продукты. Химия, М. 144 с. (1988).
- [10] Синтетические смазочные материалы и жидкости. Под. ред. Р.С. Гундерсона, А.В. Харта. Химия, М. сс. 58-59, 3-4, 26 (1965).
- [11] А.В. Федоренко, Л.И. Цегельнюк, М.Ю. Лукинук. Сравнительная оценка смазочных свойств яда фосфорсодержащих присадок к смазочно - охлаждающим технологическим средствам. // *Трение и износ*, **13**(6), сс. 1039-1044.
- [12] Полимерсодержащие смазочно-охлаждающие жидкости. Библиотека передового опыта. Каменяр, Львов, сс. 4-5 (1986).
- [13] А.А. Абрамзон, Л.П. Зайченко, С.И. Файнгольд. Поверхностно-активные вещества. Химия, Ленинград. 200 с. (1988).
- [14] ЗОР для обробки металів різанням. Сиракава Йоїті -Японія. Пат №56-162158. Опубл. 15.04.83. – с. 10.
- [15] С. Степняк. Економія матеріалів за допомогою підвищення довговічності змащувально-охолоджуючих рідин // *Gosp. Materials*. сс. 163-164 (1992).
- [16] Окаясу Есинорі. Дослідження водорозчинних змащувально-охолоджуючих рідин // *Junkatsukeizai*, (31), сс. 5-59 (1992).

B.L. Litvin, A.S. Fedoriv, V.S .Kurganskiy, D.Y. Brusкова

## **Synthesis and Research of Oxyleaded of Amine Contain Derivative of Phosphoric acid as Components of Technological Coolants**

*'Vasyl Stefanyk' Prycarpathian National University, 57, Shevchenka Str., Ivano - Francivsk*

Physical and chemical properties of oxyleaded of amine contain of phosphoric acid are synthesized and investigated with the purpose of providing the possibility of their subsequent introduction as the components of lubricating - cooling liquids (LCL). The properties of the synthesized products are studied, namely, their attitude toward industrial and emulsify oils, solubility in water, their foaming capacity, corrosive aggressiveness. oxyleaded of amine contain derivative of phosphoric acid dissolve well in water, are combined with emulsify oils and practically are not combined with industrial oils. They have very low firmness of foam, that allows to exclude them from the composition of LCL, in which synthesized products, antifoam additives can be used in addition they can be used as basis of technological coolant (TC).