

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Вінницький національний технічний університет

**КОМПОЗИЦІЙНІ МАСТИЛЬНІ  
МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ТІОАМІДІВ  
ТА ЇХ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК**  
**Синтез. Дослідження. Використання**

**Монографія**

За загальною редакцією А. П. Ранського

Вінниця  
ВНТУ  
2012

УДК 621.89 + 547-305 + 547-327  
ББК 30.82 + 24.2  
К 63

Автори:

**А. П. Ранський, С. В. Бойченко, О. А. Гордієнко,  
Н. О. Діденко, В. А. Волошинець.**

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 3 від 27.10.2011 р.).

Рецензенти:

**О. В. Диха**, доктор технічних наук, професор;

**Ю. Л. Забулонов**, доктор технічних наук, професор;

**В. І. Савуляк**, доктор технічних наук, професор.

**Композиційні** мастильні матеріали на основі тіоамідів та їх К 63 комплексних сполук. Синтез. Дослідження. Використання : монографія / за заг. ред. А. П. Ранського. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 328 с.

ISBN ISBN 978-966-641-457-4

В монографії розглянуто методи синтезу та дослідження тіоамідів різного заміщення та їх метал-хелатів як протизадиркових, протизносних, антифрикційних і антиокиснювальних присадних матеріалів до мінеральних олив. На основі вибіркового переносу в парах тертя «бронза–сталь» зроблена спроба пояснити високі експлуатаційні властивості присадних матеріалів цього класу сполук. Для наукових та інженерно-технічних співробітників, що займаються розробкою, виробництвом і експлуатацією нових композиційних матеріалів до індустріальних олив, проблемами підвищення надійності, довговічності і ефективності експлуатації машин та механізмів.

**УДК 621.89 + 547-305 + 547-327  
ББК 30.82 + 24.2**

**ISBN ISBN 978-966-641-457-4**

© А. Ранський, С. Бойченко, О. Гордієнко,  
Н. Діденко, В. Волошинець 2012

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....	8
ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1 КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИСАДОК І ДОБАВОК ДО МАС- ТИЛ ТА ОЛИВ .....	16
1.1 Мастильні матеріали .....	16
1.1.1 Класифікація мастильних матеріалів .....	17
1.1.2 Нафтові, синтетичні і рослинні базові основи, що вико- ристовуються для отримання товарних олив .....	18
1.2 Присадки і добавки .....	30
1.2.1 Загальна класифікація присадок і антифрикційних доба- вок .....	31
1.2.2 Протизносні та протизадиркові присадки .....	40
1.2.2.1 Сульфурвмісні присадки .....	40
1.2.2.2 Сульфур- і нітрогенвмісні присадки .....	42
1.2.2.3 Сульфур- і фосфоровмісні присадки .....	43
1.2.2.4 Хлор- і фосфоровмісні присадки .....	46
1.2.2.5 Сульфур-, хлор-, фосфор- та нітрогенвмісні присадки ..	47
1.2.3 Протикорозійні і антиокиснювальні присадки .....	48
1.2.3.1 Сульфур- і нітрогенвмісні присадки .....	49
1.2.3.2 Сульфур- і фосфоровмісні присадки .....	53
1.2.3.3 Сульфур-, фосфор- і нітрогенвмісні присадки .....	58
1.2.4 Полімерні присадки .....	66
1.2.4.1 Низькомолекулярний поліізобутилен .....	66
1.2.4.2 Олігомери на основі $\alpha$ -олефінів .....	67
1.2.4.3 Поліметакрилатні присадки .....	68
1.2.4.5 Кополімери .....	71
1.2.4.5.1 Кополімери етилену з пропіленом .....	72
1.2.4.5.2 Кополімери вінілацетату з етиленом .....	73
1.2.4.5.3 Поліметакрилатні кополімери .....	74
1.2.4.5.4 Кополімери на основі стиролу .....	75
1.2.4.5.5 Вініполи .....	76
1.2.4.6 Особливості взаємодії полімерів з нафтопродуктами ...	77

РОЗДІЛ 2 СИНТЕЗ АЛКІЛ-, АРИЛ- І ГЕТАРИЛТІОАМІДІВ ТА ЇХ КООРДИНАЦІЙНИХ СПОЛУК ЯК ПРИСАДОК І ДОБАВОК ДО МАСТИЛ ТА ОЛИВ .....	83
2.1 Синтез аліфатичних тіоамідів .....	83
2.1.1 N,N-Діалкілтіоформаміди .....	83
2.1.2 $\alpha$ -Заміщені N,N-діалкілтіоацетаміди .....	84
2.1.2.1 N,N-Діалкілтіобутанаміди .....	84
2.1.2.2 N,N-Діалкілфенілтіоацетаміди .....	86
2.1.2.3 N,N-Діалкіл-п-хлорфенілтіоацетаміди .....	88
2.1.2.4 Арилтіоацетаміди .....	89
2.1.2.5 Феноксипропіотіоаміди .....	91
2.1.2.6 Ізобутилтіоацетотіоаміди .....	92
2.1.2.7 Моно- та N,N-діалкеноїлтіоацетаміди .....	96
2.1.2.8 N,N-Діалкіл(арил)-(N',N'-діетилтіокарбамоїлтіо)- ацетаміди .....	98
2.1.3 N-2-Піридилдіалкілтіоаміди .....	100
2.1.4 N-2-Піридиларилтіоаміди .....	102
2.2 Синтез ароматичних тіоамідів .....	104
2.3 Синтез гетероциклічних тіоамідів .....	111
2.3.1 Ариламіди-(бензтіазол-2-тіокарбонових кислот) .....	121
2.3.2 Біс-(бензтіазолілі-2) .....	122
2.3.3 Ариламіди-(бензімідазол-2-тіокарбонових кислот) .....	123
2.3.4 2-(Бензтіазоліл-2)-бензімідазоли .....	124
2.3.5 Ариламіди-(бензоксазол-2-тіокарбонових кислот) і їх ге- тероциклічні похідні .....	125
2.3.6 Продукти реакції $\alpha$ -піколіну і хіноліну, сірки і ароматич- них амінів (діамінів) у присутності сульфіді натрію .....	126
2.4 Синтез алкіларил(гетарил)тіоамідів .....	130
2.5 Синтез комплексних сполук Купруму, Кобальту та Ніколу на основі ароматичних та гетероциклічних тіоамідів .....	134
2.5.1 Комплексні сполуки Купруму(II), Кобальту(II) і Ніко- лу(II) з N-арилтіобензамідами .....	134
2.5.2 Комплексні сполуки Купруму (II), Кобальту(II) і Ніко- лу(II) з N-арилтіопіколінамидами .....	136

2.5.3 Комплексні сполуки Купруму(II), Кобальту(II) і Ніколу(II) з N-арилтіохінальдинамідами .....	139
2.5.4 Комплексні сполуки Купруму(II), Кобальту(II) і Ніколу(II) з N-арилбензімідазол- і N-арилбензтіазол-2-карботіоамідами .....	144
2.5.5 Комплексна сполука Кобальту(III) з N,N-диметиламідом бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти .....	148
<b>РОЗДІЛ 3 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТІОАМІДІВ І ЇХ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК У СКЛАДІ ПРОМИСЛОВИХ МАСТИЛ ТА ОЛИВ .....</b>	<b>151</b>
3.1 Дослідження аліфатичних тіоамідів .....	152
3.1.1 N,N-Діалкілтіоформаміди .....	152
3.1.2 N,N-Діалкілтіобутанаміди .....	153
3.1.3 N,N-Діалкілфенілтіоацетаміди .....	154
3.1.4 N,N-Діалкіл-n-хлорфенілтіоацетаміди .....	155
3.1.5 Арилтіоацетаміди .....	156
3.1.6 Феноксипропіотіоаміди .....	158
3.1.7. Ізобутилтіоацетотіоаміди .....	159
3.1.8 Моно- та N,N-діалкеноїлтіоацетаміди .....	160
3.1.9. N,N-Діалкіл(арил)-(N',N'-діетилтіокарбамоїлтіо)-ацетаміди .....	162
3.1.10 N-2-Піридилдіалкілтіоаміди .....	163
3.1.11 N-2 Піридиларилтіоаміди .....	165
3.2 Дослідження фундаментальної залежності «будова – властивості» в ряду ароматичних і гетероциклічних тіоамідів та їх метал-хелатів .....	166
3.2.1 Ароматичні тіоаміди та метал-хелати Купруму(II) на їх основі .....	177
3.2.2 Гетероциклічні тіоаміди та метал-хелати Купруму(II) на їх основі .....	184
3.2.3 Антиокиснювальні властивості мастильних композицій на основі тіоамідів та їх комплексних сполук .....	194
3.3 Антифрикційні покриття на основі ароматичного поліаміду фенілон, модифікованого комплексними сполуками Купруму(I, II, III) та гетероциклічними тіоамідами .....	199

3.3.1 Комплексні сполуки Купруму(II) загальної формули $[Cu(HL)X_2]_2$ на основі амідів бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти .....	200
3.3.2 Комплексні сполуки Купруму(I) загальної формули $[Cu(HL)_2X]_2$ на основі ариламідів бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти .....	208
3.3.3 Комплексні сполуки Купруму(II) загальної формули $[Cu(HL)_2X_2]_2$ на основі N-алкіл (N-арил)амідів бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти .....	209
3.3.4 Метал-хелати Купруму(II) загальної формули $CuL_2$ на основі ариламідів бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти .....	212
3.3.5 Полімерні метал-хелати загальної формули $n \cdot CuL_2$ на основі біс-тіоамідів – похідних бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти .....	215
3.3.6 Комплексні сполуки Купруму(III) загальної формули $[CuL_2 \cdot X] \cdot NHX$ на основі ариламідів бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти .....	217
<b>РОЗДІЛ 4 МЕХАНІЗМ УТВОРЕННЯ ЗАХИСНОЇ ПЛІВКИ НА ПОВЕРХНІ ТЕРТЯ В РЕЖИМІ ВИБІРКОВОГО ПЕРЕНОСУ .....</b>	<b>220</b>
4.1 Концепція вибіркового переносу як саморегулюючої системи .....	220
4.1.1 Вузол тертя як термодинамічна система .....	220
4.1.2 Самоорганізація у вузлах тертя .....	221
4.2 Вибіркове перенесення йонів купруму в процесі тертя .....	227
4.2.1 Будова полімерного шару .....	227
4.2.2 Механізм вибіркового переносу з утворенням органічних метал-хелатів .....	228
4.2.3 Електрохімічний механізм вибіркового переносу .....	235
4.2.4 Механізм вибіркового переносу з точки зору резонансного потенціалу за Нечаєвим .....	239
<b>РОЗДІЛ 5 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЯВИЩА ВИБІРКОВОГО ПЕРЕНОСУ ПРИ СТВОРЕННІ НОВИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ .....</b>	<b>244</b>
5.1 Покращення трибохімічних характеристик трибоспряжень, що працюють в режимі вибіркового переносу .....	244

5.2 Конструкції вузлів тертя, що реалізують ефект вибіркового переносу .....	248
5.2.1 Матеріали, що працюють в режимі вибіркового переносу в торцевих ущільненнях .....	251
5.2.2 Підшипники ковзання .....	253
5.2.3 Вплив комплексних сполук Купруму та їх лігандів на трибохарактеристики змащувально-охолоджуючих рідин при різанні .....	255
5.2.4 Фінішне формування поверхонь тертя трибомідненням ...	263
РОЗДІЛ 6 ОСНОВНІ ТРИБОХІМІЧНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ТЕРМІНИ .....	273
ВИСНОВКИ.....	278
ЛІТЕРАТУРА .....	280
ДОДАТОК А Характеристики присадок .....	314

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДВЗ	– двигун внутрішнього згоряння
ЗОР	– змащувально-охолоджуючі рідини
ДМФА	– диметилформамід
ДБФ	– дибутилфталат
ДПФ	– дипропілфталат
ДБС	– дибутилсебацінат
ДОС	– діоктилсебацінат
ТМС	– тетраметилсилан
УПЗ	– узагальнений показник зносу
КРП	– контактний рівноважний потенціал
ПЕШ	– подвійний електричний шар
ПАР	– поверхнево-активні речовини
ІЧ	– інфрачервона спектроскопія
ПМР	– спектроскопія протонного магнітного резонансу
РСА	– рентгено-структурний аналіз
ГРХ	– газорідинна хроматографія
ЕРС	– електрорушійна сила
ТЕРС	– триботермоелектрорушійна сила
i-PrOH	– ізопропіловий спирт



*Тертя: з ним – тяжко,  
без нього – неможливо.  
(Аксиома)*

## **ВСТУП**

Контакт будь-яких предметів та поверхонь, їх переміщення одне відносно іншого передбачає тертя. Це явище активно вивчає трибологія – зовсім нова наука про тертя та процеси, що його супроводжують.

Оцінити значення практичного впровадження результатів цієї науки за останні п'ятдесят років в світі неможливо через масштабність цього явища у діяльності людини у всіх ключових галузях: судно-, машино-, ракето- та літакобудуванні, енергетичній, гірничодобувній, нафто- та газодобувній, хімічній і металургійній промисловостях, будівельному виробництві, виробництві промислових товарів та продуктів харчування, а також сільському господарстві. Усі ці галузі об'єднуює те, що робота всіх двигунів, машин та механізмів, що при цьому використовуються, супроводжується тертям.

Для зниження тертя кожного року в світі використовується понад 100 млн т мастильних матеріалів різного призначення [1]. У вузлах тертя мастильні матеріали підлягають старінню та подальшій заміні на нові. Відпрацьовані мастильні матеріали в Україні лише частково підлягають регенерації або утилізації, що, безумовно, є серйозною екологічною проблемою. При цьому більшу половину регенованих мастильних матеріалів складають індустріальні оливи (И-20, И-20А, И-40, И-40А, И-50, ИПП-114), тоді як, наприклад, величезні об'єми мастильно-охолоджуючих рідин металургійного та машинобудівного комплексу України практично не утилізуються і не регенеруються. Таким чином, регенерацію та утилізацію відпрацьованих мастильних матеріалів можна розглядати як дуже перспективну, потужну та самостійну галузь енергетичного комплексу України. Варто уваги те, що локальний знос лише одного вузла або механізму тертя призводить до виходу із ладу всієї машини. Такі втрати в галузі машинобудування провідних країн світу (США, Німеччина, Японія) досягають 4...5 % національного доходу. Ще більш вражаючою є загальна оцінка спеціалістів відносно тертя як явища в житті людства: 30...40 % усієї енергії, що виробляється

на планеті протягом року, витрачається на подолання опору тертя [1]. Звідси, альтернативою подальшому збільшенню видобування головних мінеральних енергоносіїв в світі (нафти, газу, вугілля) можна розглядати більш ефективне вирішення проблеми подолання опору тертя, що дасть змогу суттєво зекономити мінеральні ресурси. Таким чином, цілком логічним є узагальнення та розвиток новітніх теоретичних і експериментальних знань про тертя, знос, мастильні композиції, властивості контактуючих поверхонь, розрахунки і моделювання процесів, що відбуваються при фрикційному контакті з використанням ЕОМ останнього покоління. Для пари тертя як ізольованої системи, характерні складні механічні, фізичні і хімічні процеси, а також їх динамічна сукупність. Так, обґрунтованим є положення про те, що згідно з моделлю тертя Тіссена при механічній дії на поверхні тертя (механічний імпульс з високою густиною енергії) виникає, хоч на короткий відрізок часу, високоенергетичний стан твердого тіла з поглинанням енергії і її дисипацією, що приводить до подальшого напруження кристалічної решітки і утворення вільних електронів [2]. Загальноприйнятою є також модель «гарячих крапель» (Паркер, Боуден, Тейбор), що пояснює механічне ініціювання хімічних реакцій. Згідно з цією моделлю в процесі тертя за час  $10^{-3} \dots 10^{-4}$  с можуть розвиватися температури, що перевершують 1000 К і якраз вони, на думку авторів, можуть бути суттєвою причиною механічно ініційованих хімічних реакцій.

Фізичних процесів, що мають місце в парах тертя, на макро-, мікроскопічному та атомарному рівні можна навести велику кількість: масопереніс між твердими тілами, пластична деформація, утворення свіжої поверхні та тріщин; збудження коливання кристалічної решітки металів, статична електризація та електростатичні розряди; емісія електронів і фотонів, утворення і міграція решіточних та електронних дефектів та інші. Всі ці процеси вивчає трибофізика – наука про зв'язок між механічним впливом і фізичними явищами на межі між двома твердими тілами або на межі між двома твердими тілами і їх оточенням, що проходить при механічному порушенні структури поверхні твердого тіла.

Хімічні явища і процеси, що протікають у парі тертя, на думку авторів цієї монографії, найбільш важливі. Це визначається не лише логічною послідовністю сукупних процесів: механічний імпульс з висо-

кою густиною енергії – фізичні перетворення – хімічні реакції, але і реальною можливістю впливати на стан і фізико-хімічні характеристики мастильних матеріалів в різних парах тертя (фактично регулювати тертя). У загальному вигляді всі трибохімічні перетворення можна подати схемою, наведеною на рис. 1.

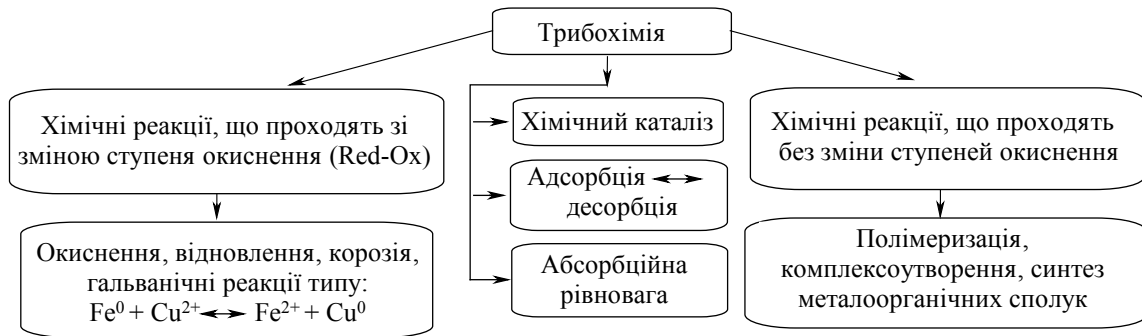


Рисунок 1 – Основні трибохімічні реакції, що проходять в системі: пара тертя–мастильна композиція

Наведені на рис. 1 трибохімічні реакції не включають трибоплазмові процеси, які характеризують четвертий агрегатний стан існування матерії і проходять з утворенням повністю або частково іонізованого газу (протонів, електронів, фотонів, радикалів тощо).

Розглянуті нами питання трибохімії є складовою частиною нової науки – хіммотології, що створює необхідний «фундамент» для забезпечення оптимальних умов використання нафтопродуктів, сучасних вимог до їх якості та раціонального використання під час експлуатації машин та механізмів [3].

Таким чином, лише звичайний перелік процесів, що відбуваються при механічному, фізичному і хімічному впливах на металеві поверхні та мастильну композицію в парі тертя, вказують на складний характер процесів, що при цьому відбуваються, їх взаємний вплив та необхідність глибоких теоретичних досліджень в галузі трибології. Складністю процесів, що відбуваються при терті, можна пояснити факт створення окремих розділів трибології: трибомеханіки, трибофізики, трибохімії, трибоплазми, а звідси і необхідність сумісних зусиль механіків, металознавців, механіків-конструкторів, фізиків та хіміків для подолання опору сили тертя та визначення основних положень загальної теорії тертя, яка на сьогодні відсутня. При цьому можна відмітити ос-

новні положення молекулярно-механічної теорії тертя і теорії втоми зносу, за якими була сформульована Триада І. В. Крагельського [4–6]: взаємодія поверхонь при терті; зміна властивостей поверхонь тертя в результаті їх взаємодії та впливу навколишнього середовища; руйнування поверхонь тертя (знос) внаслідок двох попередніх процесів. Але ці положення можна розглядати лише як напрями проведення практичних досліджень з метою підвищення надійності, довговічності і ефективності вузлів тертя машин та механізмів.

Таким чином, необхідно відмітити, що нагальні потреби глибокого пізнання механічних, фізичних і хімічних явищ, що відбуваються у парі тертя, з урахуванням найбільш раціонального використання нафтопродуктів (паливо, оливи), які забезпечують роботу двигунів, машин та механізмів, привели до логічного виділення ще однієї інтегрованої науки в цій галузі – хімотології (основоположник К. К. Папок, 1964 р.) [3]. Загальний зв'язок між цими науками, виробництвом, оцінкою якості, випробуванням і використанням паливно-мастильних матеріалів (ПММ) і технічних рідин наведено на рис. 2.



Рисунок 2 – Схема розробки, оцінки якості та використання паливно-мастильних матеріалів [3]

Сучасні технології, машини і механізми висувають до мастильних матеріалів цілу низку жорстких вимог за навантажувальними, протизносними, протизадирковими властивостями, густині, стійкості до окиснення та корозії, а також токсикологічній безпеці по відношенню до людини та довкілля. Чисті оливи та мастила не в змозі задовольнити такі вимоги, тому виникає нагальна потреба вводити до складу базових олив хімічні добавки (присадні матеріали). Задача створення поліфункціональних присадних матеріалів в світовій практиці вирішується за кількома напрямками:

- введення до складу, як правило, однієї органічної сполуки (присадного матеріалу) з декількома функціональними групами (карбоксихільною, амінною, гідроксихільною, трихлорметильною, тіоамідною, дитіокарбамідною, дитіофосфатною тощо);

- введення декількох органічних сполук (пакету присадних матеріалів), що можуть мати декілька або одну функціональну групу.

Перший напрям не виправдав себе, оскільки в процесі тертя такі присадні матеріали швидко окиснюються, взаємодіють з продуктами реакцій окиснення і випадають із олив у вигляді суспензій або твердих речовин. Дещо по-іншому поводять себе координаційні сполуки, зазвичай метал-хелати, що мають низькі значення добутку розчинності та високі температури плавлення. В процесі тертя вони стійкі, не порушується їх хімічна структура, а при незначній дисоціації самі продукти цього процесу, наприклад, арилалкілтіокарбамідат-аніон, самі по собі є активними присадними компонентами, що покращують експлуатаційні характеристики базових олив та мастил. У другому варіанті (пакет присадних матеріалів) їх частка в оливах та мастилах досягає до 30 % від загального об'єму, що призводить до суттєвого їх подорожчання. Пошук нових ефективних вітчизняних присадних матеріалів, що мають поліфункціональні властивості, дає змогу суттєво скоротити їх процентний вміст в базових оливах та мастилах і в кінцевому варіанті зменшити їх собівартість, отримати суттєву економію мастильних матеріалів, металу та електроенергії. Так, в США зниження тертя дозволяє зменшити енергетичні витрати на 4,5 %, така економія, включаючи і опосередковану, оцінюється в 40 млрд дол. на рік.

На сьогодні сучасні високоякісні моторні оливи мають у своєму складі до 12 % присадних матеріалів різного призначення. Причому

тенденція до їх збільшення має місце під час виробництва у всіх розвинених країнах. Для забезпечення мастильних матеріалів необхідною кількістю присадок, випуск останніх за найближчі 10–15 років повинен різко збільшитись. Таким чином, виробництво присадних матеріалів можна розглядати як нову потужну галузь багатотонажного виробництва.

В умовах обмеженої сировинної бази в Україні та підвищення вимог до експлуатаційних характеристик олив зростання обсягів мастильних матеріалів досягається не лише через збільшення об'ємів їх виробництва, а, головним чином, в результаті підвищення їх якості. В цьому випадку різко підвищується роль присадок і добавок, використання яких з кожним роком різко зростає [7].

З врахуванням вищевикладеного нами були синтезовані і досліджені як присадки і добавки до індустріальних олив (И-20, И-20А, И-40, И-40А, И-50, ИГП-114) багаточисельні сульфурвмісні органічні сполуки (заміщенні тіосечовини, ксантогенати, дитіокарбамати, тіоаміди) та їх метал-хелати, які реалізують ефект вибіркового переносу [8]. Вибірковий переніс було встановлено ще у 1956 р. в парах тертя «бронза–сталь» [9], однак, не дивлячись на багаточисельні публікації [10], сутність цього явища до теперішнього часу до кінця не встановлена, а тому до цих пір викликає гостру полеміку та дискусії [8, 11–14]. Очевидно, причиною тому є те, що вибірковий переніс як явище природи включає в себе малодосліджені питання різних суміжних галузей наук: фізичної хімії (мезоморфізм), хімічної фізики (каталітичне окиснення вуглеводнів, що складають основу мінеральних олив та мастил), органічної хімії (утворення полімерних структур в процесі тертя), металоорганічної хімії (утворення комплексів, їх стійкість, металолігандний каталіз тощо), а також координаційної хімії (синтез координаційних сполук в процесі тертя при високих навантаженнях, тиску та температурі; їх можливе перекомплексування в процесі тертя та участь в реалізації динамічної рівноваги процесу вибіркового переносу  $\text{Cu}^{\circ} + \text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{\circ} + \text{Cu}^{2+}$ ). Дослідження механізму вибіркового переносу ускладнюється не лише багаточисельними фізичними, хімічними та механічними явищами у вузлах тертя, відсутністю надійних інструментальних кількісних методів дослідження протизносних, антифрикційних і антиокиснювальних властивостей, а

й відсутністю в теорії тертя і зносу фундаментальної залежності, яка б дозволила проводити розрахунки та управляти цим процесом [9].

У монографії наведені дослідження тіоамідів різного заміщення та їх метал-хелатів як протизадиркових, протизносних, антифрикційних та антиокиснювальних присадних матеріалів до мінеральних олив. На основі вибіркового переносу як саморегулюючого процесу в парах тертя «бронза–сталь» зроблена спроба пояснити високі експлуатаційні властивості присадних матеріалів цього класу сполук. У монографії, в основному, наведені результати досліджень, що були виконані на кафедрах неорганічної та органічної хімії Українського державного хіміко-технологічного університету (УДХТУ, м. Дніпропетровськ) під науковим керівництвом д. х. н., проф. А. П. Ранського та в Інституті хімії присадок АН АзРСР під керівництвом А. Б. Кулієва, що були опубліковані у загальнодоступних виданнях (журналах «Нефтехимия», «Журнал общей химии» та інші), а потім узагальнені та проаналізовані авторами цієї монографії. Монографія крім розділів хімічного спрямування (синтез, дослідження, використання тіоамідів) включає значну частину теоретичного матеріалу, підготовленого д. т. н., проф. С. В. Бойченком (Національний авіаційний університет, м. Київ).

Автори щиро вдячні науковим співробітникам, які в різні часи брали участь в проведенні наведених в монографії досліджень: проф. І. Г. Плошенко, доц. О. А. Митрохіну, доц. В. І. Ситару (кафедра хімічного машинобудування УДХТУ, м. Дніпропетровськ), н. с. О. Г. Панасюку (кафедра органічної хімії УДХТУ, м. Дніпропетровськ), Е. Б. Іванкіній (ВНДІНП, м. Новокуйбишевськ, РФ), к. х. н., с. н. с. С. Ю. Заседателєву (Інститут хімічної фізики АН Росії, м. Черноголовка, РФ).

Монографія призначена для наукових та інженерно-технічних співробітників, що займаються розробкою, виробництвом і експлуатацією нових композиційних матеріалів до індустриальних олив. Вона може бути корисною також викладачам, аспірантам і студентам старших курсів, які займаються проблемами підвищення надійності, довговічності і ефективності експлуатації двигунів, машин та механізмів.

## РОЗДІЛ 1

---

### КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИСАДОК І ДОБАВОК ДО МАСТИЛ ТА ОЛИВ

#### 1.1 Мастильні матеріали

Більшість вузлів тертя працюють з використанням мастил, тому мастильні матеріали повинні мати відповідні властивості, які в свою чергу визначаються питомим та повним навантаженнями в зоні тертя; максимальною, середньою і об'ємною температурами в зоні контакту, кінематикою руху в зоні тертя (кочення, ковзання, змішане); видом матеріалу обох поверхонь тертя; характеристикою хвилястості і шорсткості поверхонь в зоні тертя; властивостями оточуючого середовища та інше.

Метою змащення зон тертя є отримання переважно рідкого тертя, при якому втрати на тертя малі, а знос деталей практично відсутній. Виходячи із агрегатного складу, мастильні матеріали можна розділити на рідкі (моторні, трансмісійні, індустріальні і гідравлічні), пластичні і тверді.

Кожне із зазначених мастил характеризується основними параметрами:

- в'язкістю, індексом в'язкості, температурою застигання і спалаху, лужним числом і зольністю (моторні мастила);
- в'язкістю, індексом в'язкості, температурою застигання і максимальною спроможністю (трансмісійні мастила);
- реологічними властивостями і їх стабільністю в умовах експлуатації (пластичні мастила).

При цьому мастильні матеріали необхідно розглядати як складову (конструкційний елемент) вузла тертя, що в значній мірі визначає довговічність та надійність машин і механізмів. Ефективність використання мастильного матеріалу в парі тертя залежить від багатьох факторів: умов його використання (температура, навантаження, швидкість переміщення, характеристика оточуючого середовища тощо), режиму експлуатації машин і механізмів (постійних або перемінних зовнішніх впливів, зупинок тощо), конструктивних особливостей вуз-



ла тертя (тип, розмір, характер рухомості поверхонь тертя тощо), складу і властивостей матеріалів з якими вони контактують в процесі роботи [15, 16].

Як складова вузла тертя (конструкційний матеріал) мастило повинно виконувати такі функції:

- зменшувати тертя, що виникає між деталями трибоспряження;
- знижувати знос і запобігати задирам поверхонь тертя;
- відводити тепло від поверхонь, що підлягають тертю;
- захищати поверхні деталей, що підлягають тертю, від корозії;
- ущільнювати зазори між спряженими деталями;
- вилучати із зони тертя продукти зносу, корозії та інші забруднення.

Але необхідності в мастильних матеріалах, що здатні одночасно задовольнити усі вимоги, не існує. На практиці в залежності від умов експлуатації і призначення мастильний матеріал повинен виконувати дві–три функції із вищеперерахованих.

### **1.1.1 Класифікація мастильних матеріалів**

Мастильні матеріали розділяють за способом їх отримання та за призначенням. За походженням виділяють нафтові, синтетичні та рослинні оливи. В промисловості найбільше використовують оливи, які отримують шляхом переробки сирової нафти (нафтові оливи). Синтетичні оливи отримують на основі вуглеводневої або іншої вихідної сировини. Рослинні оливи (касторове, ріпакове) використовуються обмежено. Крім чисто нафтових і синтетичних олив досить часто використовують їх суміші, так звані напівсинтетичні оливи.

Нафтові оливи в залежності від способу їх отримання розділяють на дистилятні (вакуумна перегонка нафтового мазуту), залишкові (із залишку перегонки нафтового мазуту – гудрона), компаундні (суміш дистилятних і залишкових олив). Основою для приготування товарних нафтових олив є базові оливи, до складу яких вводять присадки або їх композиції. Деякі товарні оливи не мають у своєму складі присадок. В окрему групу олив виділяють загущені оливи, які готують загущенням базових олив полімерними присадками.

Найбільш поширена класифікація мастильних олив – за їх призначенням. При цьому можна виділяти такі основні групи олив: моторні, індустріальні, трансмісійні, турбінні, компресорні, оливи для приладів та деякі інші оливи більш вузького спеціального призначення. Найбільш значний об'єм промислового виробництва складають моторні оливи для бензинових (карбюраторних) та дизельних двигунів. В групу індустріальних олив входять оливи для гідравлічних систем, для направляючих ковзання, для шпінделей, для зубчатих передач тощо. Трансмісійні оливи підрозділяються на оливи, що використовуються для змащення механічних, гідромеханічних і гідростатичних передач. Всі мастильні матеріали незалежно від умов їх використання та призначення повинні мати такі властивості:

- надійно виконувати свої функції в широкому діапазоні температур, навантажень, швидкостей переміщення деталей тертя;
- мінімально змінювати свої властивості при зовнішньому впливі в умовах використання та зберігання;
- не діяти на контактуючі із ними матеріали;
- мати добрі екологічні характеристики (відсутність впливу на навколишнє середовище, не токсичність, мінімальна пожежо- та вибухонебезпечність, здатність до багаторазової регенерації або повної утилізації);
- мати доступну та відносно дешеву вихідну сировину.

### **1.1.2 Нафтові, синтетичні і рослинні базові основи, що використовуються для отримання товарних олив**

Нафтові базові оливи (основи) є складними сумішами, що містять парафінові, ароматичні і нафтеніві вуглеводні, а також оксиген-, сульфур- і нітрогенвмісні органічні сполуки та смолисто-асфальтенові речовини. При цьому елементний склад та будова складових нафтових олив визначають їх густину, в'язкість, температуру кипіння і застигання (кристалізації) та деякі інші фізичні властивості (табл. 1.1).

При виборі базових олив необхідно враховувати не лише призначення товарного продукту і можливості його використання, а і загальні властивості олив. Порівняльна оцінка властивостей базових олив різного хімічного складу наведена в табл. 1.2.

Таблиця 1.1 – Фізичні властивості деяких нафтових олив [16]

Олива	Кінематична в'язкість, мм <sup>2</sup> /с, при температурі, °С				Індекс в'язкості I <sub>v</sub>	Температура застигання, °С
	100	50	-18	-29		
Селективної очистки	3,5	11,8	736	2150	88	-47
АУ АСВ-5	5,1	20,6	1710	6440	95	-45
Крекінга, фракції: 360...400 °С	3,0	9,0	280	745	107	-52
360...кінця кипіння	4,1	14,0	703	2065	112	-45
400...кінця кипіння	4,5	15,3	785	2330	120	-50

Таблиця 1.2 – Порівняльні властивості (в балах) нафтових і синтетичних базових олив [16]

Олива	Рухомість	Індекс в'язкості	Стабільність до окиснення	Випаровуваність	Займання	Суміщення з присадками	Мастильна спроможність	Суміщення з нафтовими основами	Суміщення з ущільнюючим матеріалом	Вартість
<u>Нафтове:</u> звичайного способу отримання	3	3	3	3	2	5	5	7	6	Дуже низька
високоочищене або синтетичне із вуглеводнів	5	5	5	5	1	5	5	7	5	Помірно висока
<u>Оливи на основі:</u> естерів	6	6	5	5	4	6	6	6	3	Помірна
силіконів	7	7	5	5	3	1	1	1	5	Висока
поліестерів	6	6	3	3	3	5	5	2	3	Помірна
фосфатів	3	3	4	4	6	5	4	5	1	Помірна
силоксанів	7	7	3	5	3	3	3	3	3	Висока
фторованих вуглеводнів	3	1	7	4	7	1	5	1	5	Дуже висока
поліфенілових вуглеводнів, поліфенілових естерів	1	1	5	5	3	3	3	5	3	Дуже висока

Примітки: 7 – відмінно; 6 – дуже добре; 5 – добре; 4 – достатньо добре; 3 – задовільно; 2 – незадовільно; 1 – зовсім незадовільно.

Підсумовуючи, можна констатувати, що мастильні матеріали повинні мати такі експлуатаційні характеристики:

- мати оптимальні в'язкізно-температурні властивості, що забезпечують рухомість вузлів тертя за низьких температур, а також міцну плівку на робочих поверхнях тертя в широкому температурному діапазоні;
- високі змащувальні властивості, що забезпечують мінімальне тертя при різних видах зносу;
- високу стійкість до окиснення, що запобігає значній зміні хімічного складу мастильних матеріалів в процесі їх роботи;
- високі миючі властивості, що впливають на зниження схильності оливи до утворення різних відкладень на робочих поверхнях і в мастильному середовищі;
- низьку корозійну активність;
- задовільні захисні властивості, що дозволяють оливі запобігати атмосферній корозії металевих деталей вузлів тертя машин та механізмів.

Крім перерахованих важливих експлуатаційних властивостей мастильні матеріали та оливи повинні мати низьку випаровуваність, піноутворюючу спроможність та емульгованість (утворення емульсій), не бути токсичними, не підлягати біодеструкції, не змінювати властивостей при зберіганні та регенерації, легко транспортуватись і не забруднювати навколишнє середовище.

Поряд з широко розповсюдженими на сьогодні основними показниками як: в'язкізно-температурними, антиокиснювальними, протизносними, захисними і протикорозійними, диспергуючими, стабілізуючими і протипінними вводяться нові показники – протипітингові, демпфуючі, що характеризують корозійно-механічний знос. Для створення мастил та оливи з перерахованими показниками розробляються нові технології виробництва базових оливи; при цьому все більше використовуються суміші нафтових і синтетичних оливи, розробляються принципово нові типи присадок.

В'язкізно-температурні властивості синтетичних продуктів, наприклад, поліолефінів, естерів і алкілбензолів, залежать від їх хімічного складу і будови молекул, тому за низьких температур вони суттєво переважають нафтові оливи [17–19], табл. 1.3–1.5.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Справочник по триботехнике. Теоретические основы / [под ред. проф. М. Хедбы, проф. А. В. Чичинадзе]. – М. : Машиностроение ; Варшава : ВКЛ, 1989. – Т. 1. – 397 с.
2. Хайнике Г. Трибохимия / Г. Хайнике ; [перевод с англ. д. х. н. М. Г. Гольдфельда]. – М. : Мир, 1987. – 582 с.
3. Бойченко С. В. Вступ до хімотології палив та олів / С. В. Бойченко, В. Г. Спиркін ; [заг. ред. І. Г. Фукса]. – Одеса : Астропринт, 2009. – Ч. 1. – 232 с.
4. Крагельский И. В. Коэффициенты трения / И. В. Крагельский, И. Э. Виноградова – М. : Гос. науч. технич. изд-во машиностр. лит., 1962. – 220 с.
5. Крагельский И. В. Трение и износ / И. В. Крагельский – М. : Машиностроение, 1968. – 480 с.
6. Крагельский И. В. Развитие науки о трении / И. В. Крагельский, В. С. Щедров – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 234 с.
7. Современные тенденции развития производства и потребления смазочных материалов за рубежом. – М. : ЦНИИТнефтехим., 1990. – 86 с.
8. Ранский А. П. Координационные соединения некоторых 3d-металлов с ароматическими и гетероциклическими тиамидами : дис. ... докт. хим. наук : 02.00.01 / Ранский А. П. – Днепропетровск, 2003. – 334 с.
9. Гаркунов Д. Н. О механизме взаимного атомарного переноса меди при трении бронзы по стали / Д. Н. Гаркунов, В. Н. Лозовский, А. А. Поляков // Докл. АН СССР. – 1960. – Т. 133, № 5. – С. 1128–1129.
10. Избирательный перенос при трении : библиографический указатель отечественной литературы за 1956 – 1980 г.г. – М. : АН СССР. Библиотека технической литературы, 1980. – 155 с.
11. А. с. 1027187 СССР, МКИ<sup>4</sup> С10С. Смазочная композиция / Г. Г. Чигоренко / Открытия. Изобретения. – 1983. – № 23. – С. 105.

12. Санин П. И. О полимерах трения и полимерообразующих присадках / П. И. Санин // Трение и износ. – 1980. – Т. 1, № 5. – С. 765–775.
13. Шпеньков Г. П. Физико-химия трения / [под ред. проф. Д. Н. Гаркунова]. – Минск : БГУ, 1978. – 204 с.
14. А. с. 1409643 СССР, МКИ<sup>4</sup> С07М 141/08. Смазочная композиция / Б. А. Бовыкин, А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. А. Митрохин, А. Я. Штанько, С. П. Суховой, В. Д. Седлецкий. – № 4029319/31-04 ; заявл. 26.02.1986 ; опубл. 15.07.1988, Бюл. № 26.
15. Гуреев А. А. Химмотология / А. А. Гуреев, И. Г. Фукс, В. Л. Лашхи. – М. : Химия, 1968. – 368 с.
16. Справочник по триботехнике. Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения / [под ред. проф. М. Хедбы, проф. А. В. Чичинадзе]. – М. : Машиностроение ; Варшава : ВКЛ, 1990. – Т. 2. – 411 с.
17. Смазочные масла на основе полиальфаолефинов / [О. Н. Цветков, В. М. Школьников, Ш. К. Богданов, Р. И. Топорищева] // Химия и хим. технология топлив и масел. – 1982. – № 10. – С. 42–44.
18. Белов П. С. Производство моторных масел на синтетической основе / П. С. Белов, А. Б. Виппер, К. Д. Коренев. – М. : ЦНИИТЭ Нефтехим, 1979. – 44 с.
19. Синтетические смазочные масла на основе алкилбензолов / [С. Л. Плясунова, Е. К. Иванова, Б. Р. Серебряков, В. М. Школьников] // Химическая промышленность. – 1983. – № 6. – С. 328–331.
20. Исследование эфиров в качестве основы моторных масел / [М. Т. Арсланов, А. Б. Виппер, В. Ф. Большаков, В. Л. Лахи] // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1986 – № 31. – С. 42–47.
21. Резников В. Д. Влияние сульфатных присадок на противоизносные свойства моторных масел / В. Д. Резников, Д. Г. Точильников, Я. Г. Гильман // Двигателестроение. – 1979. – № 2. – С. 34–35.
22. Многофункциональные присадки на основе алкенилсукцинимид диэтилэнтриамин / [В. П. Евстафьев, Г. И. Шор, Е. А. Иванова и др.] // Химия и технология топлив и масел. – 1984. – № 10. – С. 25–27.

23. Заславский Ю. С. Механизм противоизносных присадок к маслам / Ю. С. Заславский, Р. Н. Заславский. – М. : Химия, 1978. – 224 с.
24. Hubman A. Wechselbeziehungen zwischen Grundflüssing und Additiven / A. Hubman // Tribologie und Schmierungstechnik. – 1986. – Bd. 33. – № 2. – S. 78–83.
25. Виноградова И. Э. Противоизносные присадки к маслам / И. Э. Виноградова. – М. : Химия, 1972. – 272 с.
26. А. с. 525670 СССР, МКИ<sup>2</sup> C07C 155/08. Эфиры дизамещенной ди-тиокарбаминовой кислоты как противоизносные присадки к синтетическим смазочным маслам / П. С. Белов, Г. Т. Новосартов, К. Д. Коренев, Н. М. Барай, Н. С. Барай. – № 2105606/04 ; заявл. 17.02.75 ; опубл. 25.08.76, Бюл. № 31.
27. Пат. 3773815 США. МКИ C07F 7/24, 15/04. Antiwear and antiwelding additives for lubricants and compositions thereof / Enzo Rossi, San Donato Milanese, Guido Giusti, Luigi Imperato. – № 167436 ; 29.07.71 ; опубл. 20.11.73.
28. Кулиев А. М. Химия и технология присадок к маслам и топливам / А. М. Кулиев. – М. : Химия, 1972. – 360 с.
29. А. с. 941410 СССР, МКИ<sup>3</sup> C10M 1/48. Противозадирная присадка к смазочным маслам / А. М. Кулиев, М. Р. Сафарова, М. А. Кулиева. – № 2965719/2304 ; заявл. 22.12.80 ; опубл. 07.07.82, Бюл. № 25.
30. А. с. 941411 СССР, МКИ<sup>3</sup> C10M 1/48. Противоизносная и противозадирная присадка к трансмиссионным маслам / А. М. Кулиев, М. А. Кулиева, М. Р. Сафарова, Н. П. Мустафаев, Н. Н. Новоторжина. – № 2965725/23-04 ; заявл. 22.12.80 ; опубл. 07.07.82, Бюл. № 25.
31. А. с. 1004454 СССР, МКИ<sup>3</sup> C10M 1/28. Противоизносные присадки к минеральным маслам / А. И. Шерле, Е. Б. Гусарова, В. Р. Епштейн, О. Н. Пирогов, И. А. Васильев. – № 3299998/23-04 ; заявл. 27.03.81 ; опубл. 15.03.83, Бюл. № 10.
32. Присадки к маслам и допливам : труды научно-технического совещания. – М. : Гостоптехиздат, 1961. – 396 с.
33. А. с. 759578 СССР, МКИ<sup>3</sup> C10M 1/48. Смазочное масло / П. С. Белов, В. А. Парфенова, П. П. Заскалько, В. М. Фордер. – № 2579422/23-04 ; заявл. 15.02.78 ; опубл. 30.08.80, Бюл. № 32.

34. А. с. 863621 СССР, МКИ<sup>3</sup> С10М 1/34, С10М 1/46. Смазочная композиция / Г. И. Малюга, А. А. Петросянц, В. В. Вайшток, В. Ф. Пичугин, Н. С. Смирнова, М. И. Красковская. – № 2871887/23-04 ; заявл. 18.01.80 ; опубл. 15.09.81, Бюл. № 34.
35. А. с. 863622 СССР, МКИ<sup>3</sup> С10М 1/48. Смазочное масло / В. А. Парфенова, П. С. Белов, П. П. Заскалько, И. В. Блохина, В. А. Леснинова. – № 2874957/23-04 ; заявл. 25.01.80 ; опубл. 15.09.81, Бюл. № 34. – 3 с.
36. Эмануэль Н. М. Цепные реакции окисления углеводородов в жидкой фазе / Н. М. Эмануэль, Е. Т. Денисов, З. К. Майзус. – М. : Наука, 1965. – 376 с.
37. Присадки к смазочным маслам. Труды ИХП АН АзССР. – Баку : Изд. АН АзССР, 1967. – Вып. 1. – 298 с.
38. Кучук М. В. Розробка технології реагентної переробки пестицидів класу сим-триазинів : магістерська робота – Дніпропетровськ, 2006. – 147 с.
39. Пат. 3175974 США. Mineral lubricating oil compositions / Charanjit Rai, John B. Braunwarth. – № 135154 ; заявл. 31.08.61 ; опубл. 30.03.65.
40. Пат. 3252910 США. Lubricants containing metal compounds of N,N'-substituted dithiooxamides / Edward A. Oberright. – № 292132 ; заявл. 01.07.63 ; опубл. 24.05.66.
41. Пат. 3399041 США. Stabilization of hydrocarbon lubricating oils, greases and fuels / Leo J. McCabe. – № 522044 ; заявл. 21.01.66 ; опубл. 27.08.68.
42. Кулиев А. М. Химия и технология присадок к маслам и топливам / А. М. Кулиев. – М. : Химия, 1972. – С. 40 – 45.
43. Пат. 3232873 США. Cadmium and lead thiophosphate additives for lubricating oil compositions / Ernest V. Wilson, Henry R. Ertelt, Jack Rockett. – № 274951 ; заявл. 23.04.63 ; опубл. 01.02.66.
44. Моторные и реактивные масла и жидкости / Под. ред. К. К. Папок, Е. Г. Семенидо. – М. : Химия, 1964. – 704 с.



45. Пат. 3259579 США. Esters of dithiophosphoric acids and lubricating oil compositions containing same / Dilworth T. Rogers, William W. Rice. – № 3259579 ; заявл. 29.11.54 ; опубл. 05.07.66.
46. Кулиев А. М. Химия и технология присадок к маслам и топливам / А. М. Кулиев. – Л. : Химия, 1985. – С. 50–55.
47. Кулиев А. М. Химия и технология присадок к маслам и топливам / А. М. Кулиев. – М. : Химия, 1972. – С. 48–52.
48. Кулиев А. М. Химия и технология присадок к маслам и топливам / А. М. Кулиев. – Л. : Химия, 1985. – 311 с.
49. Масла, вырабатываемые предприятиями Минхимнефтепрома СССР : каталог-справочник / Под ред. В. М. Школьников, Н. А. Кузнецова. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1990. – 55 с.
50. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение : справочник / [И. Г. Анисимов, К. М. Бадыштова, С. Н. Бнатов и др.] ; под ред. В. М. Школьников. – М. : Издательский центр «Техинформ», 1999. – 596 с.
51. Некоторые свойства полиметакрилатных депрессорных присадок. [Л. А. Потоловский, Т. М. Боруш, Т. А. Бушуева, Л. А. Акишина] // Труды ВНИИ НП. – М., 1977. – Вып. 21. – С. 97–104.
52. Получение и свойства полиметакрилатных присадок к нефтяным маслам / [Л. А. Потоловский, Т. А. Бушуева, Ю. И. Зобнин и др.] // Химия и технология топлив и масел. – 1973. – № 12. – С. 10–14.
53. Волошинець В. А. Синтез та дослідження властивостей модифікованих багатофункціональних акрилових полімерів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра хім. наук : спец. 02.00.06 «Хімія високомолекулярних сполук» / Волошинець В. А. ; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – К., 2008. – 37 с.
54. Низкомолекулярные сополимеры этилена и пропилена как депрессорные присадки к дизельному топливу / [В. Н. Проняев, Е. В. Дуняшкина, В. И. Блохин и др.] // Химия и технология топлив и масел. – 2002. – № 6. – С. 14–15.
55. Островский Н. А. Влияние присадки ДАКС-Д на свойства нефтяных масел / Н. А. Островский, С. Т. Башкатова, И. А. Грицкова // Химия и технология топлив и масел. – 2000. – № 4. – С. 35–36.

56. Сополимеры этилена / [Е. В. Веселовская, Н. Н. Северова, Ф. И. Дунтов и др.] – Л. : Химия, 1983. – 224 с.
57. Пат. 2147591 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> C08F2 10/02. Способ получения сополимеров этилена с винилацетатом в многозонном трубчатом реакторе / Габутдинов М. С., Юсупов Н. Х., Черевин В. Ф., Зайцев Н. Ф., Ильясов А. Х., Давлетшин Р. Х., Иванчев С. С., Зернов В. С., Кондратьев Ю. Н., Ланчин Ф. В., Штамм С. Б., Южин В. М., Бакаютов Н. Г. ; заявитель и патентообладатель Казанское открытое акционерное общество «Органический синтез»; Открытое акционерное общество «Сэвилен»; Акционерное общество открытого типа «Пластполимер». – № 98123549/04 ; заявл. 15.12.98 ; опубл. 20.04.00.
58. Волошинець В. А. Особливості застосування полімерів у нафтопродуктах / В. А. Волошинець / Проблеми хімотології : III міжнар. наук.-техн. конф., 20 – 24 вересня 2010 р. : тези допов. – К., 2010. – С. 316–318.
59. Ахмедов А. И. Принципы синтеза вязкостных присадок типа полиалкилакрилатов / А. И. Ахмедов, И. А. Буният-Заде // Химия и технология топлив и масел. – 1993. – № 4. – С. 34–35.
60. Пат. 5810 А України МПК<sup>7</sup> C10M 119/08, 145/04. Спосіб отримання поліметакрилатної присадки до олив / Лазутіна О. М., Волошинець В. А., Стахурський О. Д., Македонський О. О. ; заявник і власник патенту нац. ун-т «Львівська політехніка», відкрите акціонерне товариство «Азовські мастила та оливи». – № 20040807182 ; заявл. 30.08.04 ; опубл. 15.03.05, Бюл. № 3.
61. Коваленко Т. П., Волошинець В. А. Тези доповідей VI Відкритої української конференції молодих вчених з високомолекулярних сполук «ВМС-2008» (30 вересня – 3 жовтня 2008 р.). – К. : Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 2008. – С. 85.
62. Пат. 2129587 Российской Федерации МПК<sup>6</sup> C10L 1/18, C10L 1/22. Состав жидкого топлива и концентрат присадок / Брайен Уильям Дэвис (GB), Кеннет Льюкас (GB), Алессандро Ломбарди (GB) ; заявитель и патентообладатель Эксон Кемикэл Пейтентс Инк. (US). – № 95113443/04 ; заявл. 21.10.93 ; опубл. 27.04.99.

63. Роль центров слабых межмолекулярных взаимодействий в формировании ассоциативных структур (мет)акрилатов / [Г. В. Королев, И. Н. Бойчук, А. А. Ильин, М. М. Могилевич] // Высокомолекулярные соединения. – 2001. – серия А, Т. 43, № 4. – С. 713–721.
64. Тугов И. И. Химия и физика полимеров : учебное пособ. для вузов / И. И. Тугов, Г. И. Кострыкина. – М. : Химия, 1989. – 432 с.
65. Чиртулов В. Г. Практическое руководство по физико-химии волокнуобразующих полимеров / В. Г. Чиртулов, А. А. Геллер, Б. Э. Геллер. – М. : Химия, 1996. – 432 с.
66. Коваленко Т. П. Синтез та властивості гребенеподібних полімерів на основі децилметакрилатів : автореф. дис... канд. хім. наук: 02.00.06. «Хімія високомолекулярних сполук» / Т. П. Коваленко ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Л., 2009. – 20 с.
67. Кулиев А. Б. Синтез и исследование некоторых фенилацетотиоамидов в качестве присадок к смазочным маслам / А. Б. Кулиев, М. М. Джавадов, Ф. А. Кулиев // Нефтехимия. – 1981. – Т. 21, № 2. – С. 299–302.
68. Тиобензамиды как присадки к смазочным маслам / [А. Б. Кулиев, М. М. Джавадов, Ф. А. Кулиев, Б. И. Абдуллаев] // Химия и технология топлив и масел. – 1982. – № 10 – С. 18–19.
69. Синтез и исследование некоторых метил-2-гидроксифенилтиоацетоамидов как присадок к смазочным маслам / [А. Б. Кулиев, П. А. Анев, Ф. А. Кулиев, Ш. Э. Мамедов] // Нефтехимия. – 1982. – Т. 22, № 5. – С. 709–711.
70. Кулиев А. Б. Синтез и исследование формамидов и тиоформамидов в качестве присадок к смазочным маслам / А. Б. Кулиев, М. И. Абдуллаева, Н. О. Ахадов // Журнал прикладной химии. – 1984. – Т. 57, № 8. – С. 1835–1838.
71. Органикум. – М. : Мир, 1979. – Т. 2. – 442 с.
72. Бобылев В. А. Непредельные тиоляты и их аналоги в реакциях циклоприсоединения / В. А. Бобылев, М. А. Петров, А. А. Петров // Журн. органич. химии. – 1982. – Т. 1985, № 3. – С. 274–277.

73. Кулиев А. Б. Производные тиобутанамидов как присадки к смазочным маслам / А. Б. Кулиев, М. И. Абдуллаева, Н. О. Ахадов // Нефтехимия. – 1985. – Т. 25, № 5. – С. 684–687.
74. п-Хлорфенилтиоацетамиды как присадки к смазочным маслам / [А. Б. Кулиев, М. М. Курбанов, Ф. Ю. Алиев, Ф. А. Кулиев] // Нефтехимия. – 1983. – Т. 23, № 2. – С. 268–271.
75. Феноксипропиотиоамиды в качестве присадок к маслам / [А. Б. Кулиев, Н. О. Ахадов, Ф. Ю. Алиев, С. А. Рустамов] // Нефтехимия. – 1993. – Т. 33, № 5. – С. 455–459.
76. Кулиев А. Б. Изобутилтиоацетамиды и изобутилтиоацетиоамиды – присадки к смазочным маслам / А. Б. Кулиев, М. И. Абдуллаева, Ф. Ю. Ахадов // Нефтехимия. – 1986. – Т. 26, № 5. – С. 708–713.
77. Органикум. – М. : Мир, 1979. – Т. 2. – С. 103.
78. Ранский А. П. Реакция ареналярилиминов и метилгетаренов с серой и ариламинами : дис. ... канд. хим. наук: 02.00.03 / Ранский Анатолий Петрович. – Днепропетровск, 1985. – 152 с.
79. Реакция серы с органическими соединениями / [под ред. М. Г. Воронкова]. – Новосибирск : Наука, 1979. – 367 с.
80. Оаэ Сигэру. Химия органических соединений серы / Сигэру Оаэ. – М. : Химия, 1975. – 511 с.
81. Синтез некоторых тиоацетоамидов по реакции Вильгеродта-Киндлера / [А. Б. Кулиев, П. А. Б. Анаве, Ф. А. Кулиев, Ш. Э. Мамедов] // Журнал органической химии. – 1982. – Т. 18, № 8. – С. 1709–1711.
82. Органикум. – М. : Мир, 1979. – Т. 1. – С. 267.
83. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии. – М. : Химия, 1968. – С. 232.
84. Органикум. – М. : Мир, 1979. – Т. 2. – С. 103.
85. N-Моно и N,N-диалкеноилацетамиды и их тиоаналоги как присадки к смазочным маслам / [А. Б. Кулиев, М. М. Джавадов, О. А. Мамедов, Т. Ш. Гасанова] // Нефтехимия. – 1989. – Т. 29, № 1. – С. 96–99.

86. Hoffmann A. W. Uber die Darstellung der geschwe felten Amine / A. W. Hoffmann // Berichte. – 1878. – № 11. – S. 338–340.
87. Hoffmann A. W. Uber das Product: der Einwirkung des Jods auf Thiobenzamides / A. W. Hoffmann, S. Gabriel // Berichte. – 1892. – № 25. – S. 1578–1601.
88. Петров К. А. Синтез тиоамидов / К. А. Петров, Л. Н. Андреев // Усп. химии. – 1969. – Т. 39, № 1. – С. 41–71.
89. Кулиев А. Б. N,N-диалкил(арил)-(N',N'-диэтилтиокарбамоилтио)-ацетамиды как присадки к смазочным маслам / А. Б. Кулиев, М. М. Джавадов, Б. А. Абушева // Журнал прикл. химии. – 1987. – № 1. – С. 147–177.
90. N-2-пиридилдиалкантиоамиды как присадки к смазочным маслам / [А. Б. Кулиев, Т. Ш. Гасанова, Н. О. Ахадова, С. А. Мамедов] // Нефтехимия. – 1988. – Т. 28, № 6. – С. 809–812.
91. Производные N-2-пиридилтиоамидов как присадки к смазочным маслам / [А. Б. Кулиев, Ф. Ю. Алиев, Н. О. Ахадов, С. А. Рустамов] // Нефтехимия. – 1993. – Т. 33, № 4. – С. 359–363.
92. N-алканоилтиобензамиды и N-тиоалканоилтиобензамиды как присадки к смазочным маслам / [А. Б. Кулиев, Н. О. Ахадов, Ф. Ю. Алиев, С. А. Рустамов] // Нефтехимия. – 1993. – Т. 33, № 5. – С. 451–454.
93. Brown E. V. The Willgerodt Reaction / E. V. Brown // Synthesis. – 1975. – №. 6. – P. 358–375.
94. Walter W. Synthesen von Thiocarbonsaureamiden / W. Walter, K. Bode // Angew. Chem. – 1966. – Bd. 78, №. 10. – S. 517–532.
95. Mayer R. Die Einwirkung von Schwefelkohlenstoff und Schwefel auf Enamine, Ketimine (Schiffsche Basen) und CH-acide Verbindnugen / R. Mayer, K. Gewalt // Angew. Chem. – 1967. – Bd. 79, № 7. – S. 298–307.
96. Kindler K. Reduktion von Amidem und Oxydation von Aminem / K. Kindler // Ann. Chim. – 1923. – Bd. 431. – S. 187–230.
97. Kindler K. Darstellung von Thioamiden aus arylamiden and Schwefels / K. Kindler // Chem. Zentr. – 1925. – Bd. 96, № 1. – S. 1529.

98. Carayon-Gentil A. Contribution a l'étude de la reaction de Willgerodt-Kindler / A. Carayon-Gentil, M. Minot, P. Chabrier // Bull. Soc. Chim. France. – 1964. – Vol. 25, №. 7. – P. 4420.
99. N-alkylthiobenzamides: Etude chimique et micro-biologique / [R. C. Morean, P. Loisean, J. Bernard et al.] // Eur. J. Med. Chem. – chim. ther. – 1974. – Vol. 14, №. 4. – P. 317–320.
100. Spasov A. Synthese symmetrischer und asymmetrischer Dithioamide der Pyridincarbonsauren / A. Spasov, E. Golovinsky // Докл. Болг. АН. – 1962. – Vol. 15, №. 2. – P. 171 – 174.
101. Vaculny M. N,N-Dialkil-3-alkoxy-4-hydroxybenzoic acid(thio)-amides / M. Vaculny, W. Obendorf, F. Asinger // Chem. Abstr. – 1970. – Vol. 73, №. 7. – P. 35079.
102. Compper R. N,N-Dialkyl(aryl)amino-3-methyl-mercapto-chinonmethide / R. Compper, R. R. Schmidt // Ber. – 1965. – Bd. 98. – S. 1385–1390.
103. Физер Л. Органическая химия. Углубленный курс. / Л. Физер, М. Фризер – М. : Химия, 1969. – Т. 1. – 1969. – 688 с.
104. Реакционная способность азометинов в реакции Вильгеродта-Киндлера / [Б. А. Бовыкин, А. П. Ранский, И. А. Занина, Е. П. Артюхова] // Вопросы химии и хим. технологии. – 1983. – Вып. 73. – С. 22–24.
105. Morean R. C. Preparation de N-monoalkyl thiobenzamides par la methode de Willgerodt-Kindler / R. C. Morean, P. Loisean // Ann. Pharm. Frans. – 1978. – Vol. 36, № 5/6. – P. 269–272.
106. Кульганек В. В. Реакция Вильгеродта-Киндлера с ароматическими альдегидами / В. В. Кульганек, Л. А. Яновская // Изв. АН СССР, сер. хим. – 1978. – № 11. – С. 2585–2586.
107. Ранский А. П. Синтез (тиоароил)-ариламидов / А. П. Ранский, В. Д. Седлецкий, Р. Э. Мохнач // Актуальные проблемы химии, науки и производства : республик. конф. молодых ученых : тез. докл. – К., 1984. – С. 9.
108. Emmert B. Die Einwirkung von Schwefel auf ein Gemisch methylierter Heterocyclen mit aromatischen Aminen oder Nitro-

Verbindungen / B. Emmert, M. Groll // Ber. – 1954. – Bd. 87, № 5. – S. 676–681.

109. Wegler R. Reaktionen des Schwefels mit araliphatischen sowie aliphatischen Verbindungen / R. Wegler, E. Kuhle, W. Schafer // Angew. Chem. – 1965. – Bd. 77. – S. 812–816.

110. The Mechanism of the Willgerodt Reaction / [W. G. Danben, J. C. Reid, P. E. Yankwich, M. Calvin] // J. Amer. Chem. Soc. – 1950. – Vol. 72, №. 1. – P. 121–124.

111. By-products of the Willgerodt reaction applied to sulfur and 2-picoline / [P. E. Miller, G. L. Oliver, J. P. Dann, J. W. Gates] // J. Organ. Chem. – 1957. – Vol. 22, №. 6. – P. 664–666.

112. Saikasi H. Synthetic studies on fungicidal agents. VII. Reaction of 2-picoline and primary aromatic amines (or aromatic nitro compounds) in the presence of sulfur / H. Saikasi, T. Hisano // Chem. Pharm. Bull. – 1959. – № 7. – P. 349–356.

113. Saikasi H. Synthetic studies on antituberculous agent. VIII. Reaction between 4-piroline and aromatic primary amines in the presence of sulfur / H. Saikasi, T. Hisano // Chem. and Pharmac. Bull. – 1959. – Vol. 7, No. 6. – P. 716–720.

114. Ютилов Ю. М. Тиопиколинанилид / Ю. М. Ютилов, И. А. Свертилова // Методы получ. хим. реактивов и препаратов. – 1969. – Вып. 20. – С. 189.

115. Porter H. D. The Willgerodt Reaction Applied to Aniline, Sulfur and Alkylpyridines / H. D. Porter // J. Amer. Chem. Soc. – 1954. – Vol. 76, № 1. – P. 127–128.

116. Martin K. V. Polymerization through Coordination / K. V. Martin // J. Amer. Chem. Soc. – 1958. – Vol. 80, № 1. – P. 233–236.

117. Исследование высокомолекулярных соединений производных пиридина. II. Тиоамиды и политиоамиды на основе некоторых алкилпиридинов / [А. П. Терентьев, Е. Г. Рухадзе, Г. В. Панова, И. Г. Мочалина] // Высокомол. соед. – 1963. – № 6. – С. 842–845.

118. Mansfield R. C. Preparation of some N-t-alkylthiopicolinamides / R. C. Mansfield // J. Org. Chem. – 1959. – V. 24, № 1. – P. 1111–1114.

119. Сычева Т. П. Биологически активные соединения / Т. П. Сычева, М. Н. Щукина. – Л. : Из-во АН СССР, 1965. – 42 с.
120. Saikachi H. Synthetic studies on fungicidal agents. IX. Reaction of guinaldine and aromatic primary amines in the presence of sulfur / H. Saikachi, T. Hisano // Chem. and Pharmac. Bull. – 1960. – Vol. 8, № 1. – P. 51–53.
121. Реакции и производные хинальдина / [О. Н. Чупахин, З. В. Пушкарева, З. Ю. Кокошко, М. И. Подгорная] // Ж. орг. химии. – 1965. – Т. 1, № 4. – С. 772–777.
122. Чупахин О. Н. Синтез и свойства некоторых бис- $\alpha$ -тио-хинальдинамидов / О. Н. Чупахин, З. В. Пушкарева, Е. П. Дариенко // Ж. общей химии. – 1963. – Т. 33, № 7. – С. 2401–2407.
123. Saikachi H. Synthetic studies on fungicidal agents. X. Reaction of 2-methylbenzothiazole and aromatic primary amines (or nitro compounds) in the presence of sulfur / H. Saikachi // J. Pharmac. Soc. Japan. – 1959. – Vol. 79, № 10. – P. 1305–1309.
124. Такудзо Хисано. Изучение органических соединений серы. I. Реакция между соединениями с активной метильной группой и орто-замещенными бифункциональными молекулами в присутствии серы / Хисано Такудзо, Когё Хироси // J. Pharmac. Soc. Japan. – 1971. – Vol. 91, № 2. – P. 180–186; РЖХ, 1971, 20Ж 341.
125. А. с. 541846 СССР, МКИ С 07. Способ получения 2-гетерил-замещенных бензимидазолов / Ю. М. Ютилов, Л. И. Ковалева. – № 2831927 ; заявл. 15.04.75 ; опубл. 30.05.77, Бюл. № 35.
126. А. с. 1121261 СССР, МКИ<sup>3</sup> С 07 Д 263/58. Способ получения ариламинов гетерилтиокарбоновых кислот / С. И. Бурмистров, А. П. Ранский, Л. Г. Романовская, Т. Я. Машенко. – № 3506165 ; заявл. 28.10.82 ; опубл. 30.10.84, Бюл. № 40.
127. Реакция 2-метилгетаренов с серой и ариламинами / [А. П. Ранский, Б. А. Бовыкин, В. И. Коляда, Е. П. Артюхова] // Вопросы химии и хим. технологии. – 1991. – Вып. 96. – С. 53–57.
128. Сычева Т. П. Взаимодействие 2-метилтиазола с серой и аминами / Т. П. Сычева, И. В. Лебедева, М. Н. Щукина // Журнал Всесоюзного химического общества – 1960. – Т. 5, № 2. – С. 234–235.



129. Ранский А. П. Химия тиоамидов. N-Арил-N-алкиламида бензтиазол-2-тиокарбоновой кислоты как присадки к смазочным маслам / А. П. Ранский, И. Г. Площенко, А. Г. Панасюк // Вопросы химии и хим. технологии. – 2003. – Вып. 6. – С. 177–181.
130. Панасюк О. Г. Синтез та спектрометричні методи дослідження N-заміщених амідів бензтіазол-2-тіокарбонової кислоти / О. Г. Панасюк, А. П. Ранський, А. Б. Шестозуб // Збірник наукових праць ДДТУ. – 2006. – С. 250–256.
131. Панасюк О. Г. Синтез та спектрометричні дослідження N-заміщених амідів гетарен-2-тіокарбонової кислоти / О. Г. Панасюк, А. П. Ранський, А. Б. Шестозуб // Збірник наукових праць ДДТУ. – 2006. – С. 244–250.
132. Панасюк А. Г. Синтез N-алкил- и N-арилбензимидазол-2-тиоамидов / А. Г. Панасюк, А. П. Ранский // Вопросы химии и хим. технологии. – 1999. – № 3. – С. 21–22.
133. Синтез гетаренальариламинов / [А. П. Ранский, Б. А. Бовыкин, Е. П. Артюхова, В. И. Коляда] // Укр. хим. журнал. – 1988. – Т. 54, № 5. – С. 528–539.
134. Ранский А. П. Комплексообразование меди(II), кобальта(II) и никеля(II) с N-арилтиобензамидами / А. П. Ранский, В. А. Бовыкин, В. И. Коляда // Координац. химия. – 1993. – Т. 19, № 3. – С. 232–234.
135. Ранский А. П. Синтез и исследование координационных соединений с тиоамидной группой / А. П. Ранский, Б. А. Бовыкин, В. И. Тихонов // XVI Всесоюзн. Чугаевское совещание по химии комплексных соединений : труды совещ. – Красноярск, 1987. – С. 216.
136. Комплексообразование меди(II), кобальта(II), никеля(II) с (тиоарил)-ариламидами / [А. П. Ранский, В. И. Коляда, Е. П. Артюхова, Л. Н. Шибитченко] // XVII Всесоюзн. Чугаевского совещание по химии комплексных соединений : труды совещ. – Минск, 1990. – С. 159.
137. Ануфриенко В. Ф. Изучение спектров ЭПР каталитически активных хелатных комплексов меди / В. Ф. Ануфриенко, Е. К. Мамаева, Н. П. Кейер // Докл. АН СССР. – 1966. – Т. 168, № 1. – С. 116–121.

138. Изучение спектров ЭПР  $\alpha$ -тиопикалинамида Cu (II) / [В. Ф. Ануфриенко, Е. К. Мамаева, Н. П. Кейер и др.] // Докл. АН СССР. – 1964. – Т. 159, № 5. – С. 1059–1063.
139. Юрченко Э. Н. Исследование превращений бис( $\alpha$ -тиопиколинанилидата)меди (II) методом ИК и ЭПР спектроскопии / Э. Н. Юрченко, Е. К. Мамаева, А. А. Шкляев // Журн. неорг. химии. – 1976. – Т. 12, № 4. – С. 1337–1340.
140. Коляда В. И. Синтез ариламидов пиридил-2-тиокарбоновой кислоты и их металл-хелатов / В. И. Коляда, В. А. Бовыкин, А. П. Ранский // Химия и технология пиридинсодержащих пестицидов : Всесоюзн. конф. : труды конф. – Черногоровка, 1988. – С. 61.
141. Бовыкин Б. А. Синтез гетерилтиоамидов и комплексов металлов на их основе в неводных средах / Б. А. Бовыкин, А. П. Ранский, Е. П. Артюхова // VI Всесоюзн. совещание по химии неводных растворов неорганических соединений : труды совещ. – Ростов-на-Дону, 1987. – С. 23.
142. Ranski A. P. Sinteze in lastnosti tioamidov. Bidentatni kovnski kelati heterociklicnih thioamidov / A. P. Ranski, B. A. Bovikin, V. I. Koljada // Soopst. IV. Jugoslovenski simpozijum o orga nskoj hemiji. – Beograd, 1987. – P. 232–233.
143. Комплексообразование меди(II) и никеля(II) с N-арилтиопиколинамидами / [А. П. Ранский, В. А. Бовыкин, В. Г. Карцев, З. Г. Алиев] // Изв. АН России. Сер. химическая. – 1993. – № 9. – С. 1545–1550.
144. Кристаллическая и молекулярная структура комплексов Cu(II) и Ni(II) с N-арилтиопиколинамидами / [З. Г. Алиев, Л. О. Атовмян, А. П. Ранский и др.] // Журн. структ. химии. – 1994. – Вып. 2. – С. 138–141.
145. Ранский А. П. Комплексообразование меди (II) с N-арилтиохинолинамидами / А. П. Ранский, В. А. Бовыкин, В. И. Коляда // Координац. химия. – 1993. – Т. 19, № 9. – С. 717–721.
146. Ранский А. П. Комплексообразование солей кобальта(II) с N-арилтиохинолинамидами / А. П. Ранский // Вопросы химии и хим. технологи. – 1998. – Вып. 2. – С. 16–19.

147. Barcza L. Dimerization of some substituted acetic and propionic acids in aqueous solution / L. Barcza, K. Mihalyi // *Z. Phys. Chem.* – 1977. – Vol. 104, № 4–6. – P. 213–218.
148. Метал-хелаты с бензимидазол-2-тиокарбоксариламидом / [Б. А. Бовыкин, А. П. Ранский, Е. П. Артюхова и др.] // *Вопросы химии и хим. технологи.* – 1983. – Вып. 73. – С. 22–24.
149. Ранский А. П. Координационные соединения ионов Co(II), Cu(II), Ni(II), Mn(II), Zn(II) с ариламидами бензимидазол-2-тиокарбоновой кислоты / А. П. Ранский, И. В. Захарова // *I Украинская научно-технич. конф. молодых учёных : труды конф.* – К., 1984. – С. 19.
150. Комплексні сполуки  $Cu(HL)X_2$  на основі солей міді(II) та ариламідів бензимидазол-2-тіокарбонової кислоти / [О. Г. Панасюк, А. П. Ранський, Л. Н. Шебітченко, С. А. Заведенко] // *Вопросы химии и хим. технологи.* – 1999. – Вып. 4. – С. 15–19.
151. Панасюк А. Г. Взаимодействие перхлората меди(II) с бензимидазол-2-N-фенилкарботиоамидом / А. Г. Панасюк, А. П. Ранский // *Вопросы химии и хим. технологии.* – 1999. – Вып. 2. – С. 19.
152. Исследования в ряду хелатных полимеров. IV. Полимеры 4,4'-бис( $\alpha$ -тиоалкилпиридин-амидо)дифенилов с металлами / [А. П. Терентьев, Е. Г. Рухадзе, В. В. Родэ, Г. В. Панова] // *Высокомолекулярные соединения.* – 1962. – Т. 4, № 4. – С. 566–570.
153. Дослідження впливу мідьвмісних комплексних сполук та їх лігандів на трибохарактеристики змащувально-охоложуючих рідин / [І. Г. Плошенко, А. П. Ранський, А. А. Митрохин, І. Л. Плаксієнко] // *Вопросы химии и хим. технологии.* – 2000. – № 2. – С. 200–205.
154. Исследование новых контактных материалов для ультразвукового контроля / [А. П. Ранский, А. Г. Панасюк, А. Ф. Шадов, Е. И. Степаненко] // *Вестник ОНУ. Сер. Хим.* – 2004. – Т. 9, № 2. – С. 59–66.
155. Панасюк А. Г. Синтез и кристаллическая структура трис[2-(N,N-диметилдитиокарбамоил)бензимидазолтио-1]кобальта(III) / А. Г. Панасюк, З. Г. Алиев, А. П. Ранский // *Координационная химия.* – 2006. – Т. 32, №4. – С. 278–281.

156. Gagliardi E. Uber das koordinations chemische Verhalten einiger Thioamide / E. Gagliardi, H. Zechmann // *Mikrochim. acta.* – 1976. – № 5. – S. 527–544.
157. Прямой синтез координационных соединений / [под ред. акад. В. В. Скопенко]. – К. : Вентури, 1997. – 172 с.
158. Ранский А. П. Концепция избирательного переноса, как саморегулирующегося процесса / А. П. Ранский. – К., 1992. – 27 с. – Деп. в Укр ИНТЭИ, № 1821-Ук-92.
159. Химическое модифицирование поверхности трения присадками на основе действующих веществ невостробованных пестицидов / [О. В. Побирченко, А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. С. Мамонтов] // *Вопросы химии и хим. технологии.* – 1998. – Вып. 4. – С. 27–29.
160. Исследование триботехнических характеристик смазочных композиций ПМ-ДХТИ / [А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. А. Митрохин, Б. А. Бовыкин] // *Научно-технический прогресс в химмотологии топлив и смазочных материалов : Всесоюзн. научно-практич. конф. : труды конф.* – Днепропетровск, 1990. – С. 76.
161. Митрохин А. А. Повышение эксплуатационной надежности пар трения путем инициирования избирательного переноса металлоорганических соединений / А. А. Митрохин, И. Г. Плошенко, А. П. Ранский // *Теория и практика создания, испытания и эксплуатации триботехнических систем : Всесоюзн. научно-практич. конф. : труды конф.* – М., 1986. – С. 195–196.
162. Повышение эксплуатационной надежности машин и установок нефтедобывающей промышленности / [А. А. Митрохин, В. И. Коляда, А. П. Ранский, И. Г. Плошенко] // *Машины и установки для добычи и транспортировки нефти, газа и газового конденсата : научно-технич. конф. : труды конф.* – Сумы, 1988. – С. 73–74.
163. Ранский А. П. Серосодержащие присадки, улучшающие свойства масел / А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, Б. А. Бовыкин // *Научно-технический прогресс в химмотологии топлив и смазочных материалов : Всесоюзн. научно-практич. конф. : труды конф.* – Днепропетровск, 1990. – С. 98.

164. Ранский А. П. Новые аспекты обоснования выбора органических добавок к индустриальным маслам / А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. А. Митрохин // Улучшение качества и увеличение производства индустриальных масел : отраслевая школа : труды шк. – Новокуйбышевск, 1991. – С. 33–34.
165. Митрохин А. А. Исследование работы торцовых уплотнений в среде минеральных масел с противоизносными и антифрикционными присадками / А. А. Митрохин, И. Г. Плошенко, А. П. Ранский // Улучшение качества и увеличение производства индустриальных масел : отраслевая школа : труды шк. – Новокуйбышевск, 1991. – С. 40–41.
166. Ранский А. П. Симметричные ариламины дитиокарбоновых кислот, как действующие вещества присадок к индустриальным маслам / А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. А. Митрохин // Улучшение качества и увеличение производства индустриальных масел : отраслевая школа : труды шк. – Новокуйбышевск, 1991. – С. 39.
167. Ранский А. П. Полимерные металл-хелаты, как действующие вещества смазочных композиций / А. П. Ранский, Б. А. Бовыкин, В. Д. Седлецкий // Улучшение качества и увеличение производства индустриальных масел : отраслевая школа : труды шк. – Новокуйбышевск, 1991. – С. 38.
168. Виноградова В. Г. К вопросу о механизме ингибирования реакций окисления углеводородов бис-( $\alpha$ -тиопиколинамидами) меди / В. Г. Виноградова, З. К. Майзус // Нефтехимия. – 1970. – Т. 10, № 5. – С. 717–722.
169. Виноградова В. Г. Образование промежуточных комплексов при взаимодействии гидроперокси-фенилэтила с бис-( $\alpha$ -тиопиколин-амидом) меди / В. Г. Виноградова, З. К. Майзус // Кинетика и катализ. – 1971. – Т. 12, № 5. – С. 1322–1324.
170. Влияние строения хелатного узла комплексов Cu(II) на их ингибирующую активность в процессе окисления / [В. Г. Виноградова, Н. К. Кулькова, З. К. Майзус, Н. М. Эмануэль] // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1972. – № 9. – С. 2118–2120.
171. Виноградова В. Г. Изучение методом ЭПР комплексов бис-( $\alpha$ -тиопиколинамида) Cu(II) с электронными молекулами / В. Г. Виногра-

дова, К. И. Замараев // Теорет. и эксперимент. химия. – 1973. – Т. 9, № 2. – С. 278–281.

172. Виноградова В. Г. Влияние температуры на ингибирующую активность серосодержащих хелатов Си в процессе окисления / В. Г. Виноградова, Н. К. Бондарева, З. К. Майзус // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1976. – № 8. – С. 1741–1745.

173. Химия тиоамидов. Сообщение III. Синтез и исследования некоторых тиоамидов как присадок к смазочным материалам / [А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. Г. Панасюк, М. Ю. Вакуленко] // Вопросы химии и хим. технологии. – 2003. – № 4. – С. 150–153.

174. Химия тиоамидов. Сообщение IV. Арил-, алкиламида бензтиазол-2-тиокарбоновой кислоты как присадки к смазочным маслам / [А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. Г. Панасюк, М. Ю. Вакуленко] // Вопросы химии и хим. технологии. – 2003. – № 6. – С. 177–181.

175. Ранский А. П. Химия тиоамидов. Сообщение V. Арил-, алкиламида бензимидазол-2-тиокарбоновой кислоты как присадки к смазочным маслам / А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. Г. Панасюк // Вопросы химии и хим. технологии. – 2004. – № 4. – С. 42–46.

176. Ранский А. П. Химия тиоамидов. Сообщение VI. Аддукты N-алкил-N-арилтиоамидов с галогенкарбоновыми кислотами как присадки к промышленным маслам / А. П. Ранский, А. Г. Панасюк // Вопросы химии и хим. технологии. – 2005. – № 2. – С. 139–141.

177. Ранский А. П. Химия тиоамидов. Сообщение VIII. Смешанолигандные комплексы меди(II) ариламида бензимидазол-2-тиокарбоновой кислоты как присадки к смазочным маслам / А. П. Ранский, А. Г. Панасюк // Вопросы химии и хим. технологии. – 2005. – № 5. – С. 47–50.

178. Ранский А. П. Химия тиоамидов. Сообщение X. Синтез медных комплексов алкиламида бензимидазол-2-тиокарбоновой и галогенсодержащих кислот и их исследование как присадок к смазочным маслам / А. П. Ранский, А. Г. Панасюк, А. А. Митрохин // Вопросы химии и хим. технологии. – 2006. – № 4. – С. 36–41.

179. Ранский А. П. Химия тиоамидов. Сообщение VII. Взаимодействие трихлорацетата меди(II) с ариламидами бензимидазол-2-

тиокарбоновой кислоты / А. П. Ранский, А. Г. Панасюк // Вопросы химии и хим. технологии. – 2005. – № 4. – С. 45.

180. А. с. 1547299 А1 СССР, МКИ<sup>5</sup> С10М 135/20. Смазочная композиция / И. Г. Плошенко, Б. А. Бовыкин, А. П. Ранский, В. И. Коляда, А. А. Митрохин, В. И. Опаренко, О. В. Коваленко. – № 4465510/31-04 ; заявл. 26.07.88.

181. А. с. 938546 СССР, МКИ С07С 153/05, А01N 31/04. Способ получения (тиоароил)ариламидов / С. И. Бурмистров, Л. Г. Романовская, А. П. Ранский, Т. Я. Мащенко. – № 2975676/23-04 ; заявл. 21.08.80.

182. Пат. 20133А Україна, МПК<sup>6</sup> В09В 3/00. Спосіб переробки високотоксичних речовин / Ранський А. П., Сухий М. П., Овчаров В. І., Шаповалова Л. В., Рябченко І. В., Орел О. М. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 95083672 ; заяв.; 04.08.95 ; опубл. 25.12.97, Бюл. № 6.

183. Пат. 5291, Україна МКИ<sup>5</sup> С08G 12/12. Спосіб одержання карбамідоформальдегідної смоли, яка містить неорганічну сполуку / Виходцев С. І., Мельников Б. І., Ранський А. П. – № 4917795/05 ; заявл. 06.03.91 ; опубл. 28.12.94, Бюл. № 7-1.

184. Панасюк А. Г. Синтез N-алкил и N-арилбензимидазол-2-карботиоамидов / А. Г. Панасюк, А. П. Ранский // Вопросы химии и хим. технологии. – 1999. – № 3. – С. 15–17.

185. Справочник по триботехнике. Теоретические основы / [под ред. проф. М. Хедбы, проф. А. В. Чичинадзе]. – М. : Машиностроение ; Варшава : ВКЛ, 1989. – Т. 1. – С. 295–298.

186. А. с. 1471550 А1 СССР, МКИ<sup>4</sup> С10М 159/18. Смазочная композиция / И. Г. Плошенко, Б. А. Бовыкин, А. П. Ранский, А. А. Митрохин, О. В. Коваленко, В. И. Коляда. – № 4149298/31-04 ; заявл. 24.10.86.

187. А. с. 1642752 А1 СССР, МКИ<sup>5</sup> С10М 135/14. Смазочная композиция / И. Г. Плошенко, Б. А. Бовыкин, А. П. Ранский, А. А. Митрохин, В. И. Коляда, С. М. Волков, С. Ю. Заседателев, В. В. Харитонов, П. Н. Узункоян, Э. Б. Иванкина, Н. Г. Кожаева. – № 4718936/04 ; заявл. 11.07.89.

188. Дерягин Б. В. Исследование жидкокристаллического состояния, возникающего под действием поверхностных сил / Б. В. Дерягин,

Ю. М. Поповский, В. А. Алтоиз // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 262. – № 3. – С. 863–865.

189. Барчан Г. П. Жидкокристаллическое состояние межфазных слоев / Г. П. Барчан // Докл. АН СССР. – 1981. – Т. 258. – № 1. – С. 86–190.

190. Прокофьев К. В. Отчет исследования опытных присадок ДХТИ в составе промышленных масел / К. В. Прокофьев // КФ ВНИИ НП. – Новокуйбышевск, 1988. – 17 с.

191. Шатенштейн А. И. Теории кислот и оснований / А. И. Шатенштейн. – Л. : Госхимиздат, 1949. – 315 с.

192. Бек М. Химия равновесий реакций комплексообразования / М. Бек. – М. : Мир, 1973. – 359 с.

193. Исследование структуры граничного слоя и влияния комплексообразующих присадок на триботехнические свойства пары трения медный сплав – сталь / [А. С. Кужаров, В. В. Чуваев, Б. В. Меринов и др.] // Трение и износ. – 1987. – Т. 7, № 5. – С. 851–861.

194. Санин П. И. О полимерах трения и полимерообразующих присадках / П. И. Санин // Трение и износ. – 1980. – Т. 1, № 6. – С. 765–775.

195. Полищук А. П. Жидкокристаллические металлосодержащие фазы / А. П. Полищук // Успехи химии. – 1993. – Т. 62, № 4. – С. 319–350.

196. Пат. 48144 Україна МПК<sup>8</sup> В 09 В 3/00. Спосіб переробки пестицидних препаратів на основі похідних хлорвмісних алкілкарбонових кислот / Ранський А. П., Гордієнко О. А., Євсєєва М. В. ; заявник і власник патенту ВНТУ. – № u200909019 ; заяв. 31.08.09; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.

197. Утилізація хлорвмісних пестицидних препаратів / [А. П. Ранський, О. А. Гордієнко, М. В. Євсєєва, Т. М. Авдієнко] // Вопросы химии и хим. технологии. – 2010. – № 6. – С. 121–124.

198. Альберт А. Константы ионизации кислот и оснований / А. Альберт, Е. Сергент. – М., Л. : Химия, 1964. – 178 с.

199. Нечаев Е. А. Хемосорбция органических веществ на оксидах и металлах / Е. А. Нечаев. – Харьков : Вища шк., 1989. – 143 с.

200. Куприн В. П. Адсорбция органических соединений твердой поверхности / В. П. Куприн, А. Б. Щербаков. – К. : Наук. думка, 1996. – 156 с.



201. Ковтун Г. А. Металлосодержащие антиоксиданты к нефтепродуктам / Г. А. Ковтун, А. С. Беренблум, И. И. Моисеев. – М. : ЦНИИТЭ-нефтехим. – 1978. – 50 с.
202. Ковтун Г. А. Комплексы переходных металлов в катализе обрыва цепей окисления / Г. А. Ковтун, И. И. Моисеев // Координац. химия. – 1983. – Т. 9, № 9. – С. 1155–1181.
203. Ковтун Г. А. Новые пути создания антиокислительных присадок к нефтепродуктам / Г. А. Ковтун // VII Нефтехим. симпозиум : труды симпозиума. – К., 1990. – С. 17.
204. Сытар В. И. Конструкционные триботехнические материалы на основе термостойких ароматических полиамидов / В. И. Сытар // Вопросы химии и хим. технологии. – 2000. – № 1. – С. 325–327.
205. Технология пластических масс / [под ред. В. В. Коршака]. – М. : Химия, 1972. – 656 с.
206. Шур А. М. Высокмолекулярные соединения./ А. М. Шур. – М. : Высш. школа, 1981. – 656 с.
207. Разработка и исследование антифрикционных покрытий на основе ароматического полиамида фенилона, модифицированного комплексными соединениями гетероциклических тиоамидов / [В. И. Сытар, А. В. Стовпник, А. П. Ранский и др.] // Вопросы химии и хим. технологии. – 2007. – № 1. – С. 118–121.
208. The Development of a ntifrication coatings based on aromatic polyamide phenilon modified with the complex heterocyclic compounds of thioatides / [Syтар V. I., Burya A. I., Stowpnyk O. V. et al.] // Energy and environmental aspects of tribology: Insycont'06. – Cracow. Poland. – 2006. – P. 371–376.
209. Пат. 81354 Україна, МПК<sup>6</sup> C07F 1/00, C08K 5/00, C08K 13/02, C08L 77/00, C09D 7/12, C09D 177/00, C10M 125/02, C10M 139/00, C10M 141/00. Комплексна сполука міді(II) на основі N-арил або N-алкіламіду бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти та склад для антифрикційного покриття / Ситар В. І., Ранський А. П., Стовпник О. В., Панасюк О. Г. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № а200603012 ; заявл. 21.03.06 ; опубл. 25.12.07, Бюл. № 21.

210. Ранский А. П. Химия тиамидов. Сообщение IX. Синтез комплексных соединений N,N-диалкиламидов бензимидазол-2-тиокарбоновой кислоты с неорганическими солями меди(II) / А. П. Ранский, А. Г. Панасюк, А. А. Митрохин // Вопросы химии и хим. технологии. – 2006. – № 3. – С. 38–43.
211. Пат. 33393 Україна, МПК<sup>6</sup> C08L 77/00. Застосування комплексних сполук міді(II) на основі N-арил, N-алкіламідів бензимидазол-2-тіокарбонової кислоти як модифікуючої домішки до ароматичних поліамідів / Ситар В. І., Ранський А. П., Стовпник О. В., Панасюк О. Г. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № u200800397 ; заявл. 11.01.08 ; опубл. 25.06.08, Бюл. № 12.
212. Copper thioamide complex. Syntheses and structures of di- $\mu$ -chlorobis-[N-(pyridin-2-yl)benzenecarbotioamide-S,N]dicopper(I) and bis[N-(pyridin-2-yl)benzenecarbotioamide-S,N']copper(I) chloride, complexes containing tetrahedrally coordinated copper centers / M. W. Fuller, V. Costonzo, K. S. Murray [et al.] // Austral. J. Chem. – 1985. –V. 38, № 6. – P. 865–878.
213. Пат. 78947 Україна. МПК<sup>6</sup> C07F 1/00, C08L 77/00. Комплексна сполука ариламиду бензімедазол-2-тіокарбонової кислоти з сіллю міді(I) / Ранський А. П., Ситар В. І., Панасюк О. Г., Стовпник О. В. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 200603030 ; заявл. 21.03.06 ; опубл. 25.04.07, Бюл. № 5.
214. Пат. 81533 Україна, МПК<sup>6</sup> C07F 1/00, C08K 5/00, C08L 77/00, C09D 177/00, C10M 141/00. Комплексна сполука міді(II) на основі N-алкіл- або N-ариламіду бензімедазол-2-тіокарбонової кислоти та склад для антифрикційного покриття / Ситар В. І., Ранський А. П., Стовпник О. В., Панасюк О. Г. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № a200603035 ; заявл. 21.03.06 ; опубл. 15.06.06, Бюл. № 6.
215. Пат. 34884 А Україна, МПК<sup>7</sup> C10M 105/78, C10M 135/14. Контактне мастило для ультразвукових вимірювальних приладів / О. Г. Панасюк, А. П. Ранський, Л. Н. Шибітченко, В. Й. Гронський, В. В. Селянин, Є. І. Степаненко, А. Ф. Шадов ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 99074046 ; заявл. 15.07.99 ; опубл. 15.03.01, Бюл. № 2.

216. Диндойн В. Й. Изучение методом спектроскопии взаимодействия гидразина с медными комплексами на основе тиопиколинанилидов / В. Й. Диндойн, Н. П. Кейер // Кинетика и катализ. – 1967. – Т.8, № 3. – С. 632–639.
217. Пат. 80065 Україна, МПК<sup>6</sup> C07F 1/00, C08L 77/00, C10M 135/00, C10M 139/00. Метал-хелати міді(II) з ариламидами бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти та склад для антифрикційного покриття / Ситар В. І., Ранський А. П., Стовпник О. В., Панасюк О. Г. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № а200603014 ; заявл. 21.03.06 ; опубл. 17.07.06, Бюл. № 7.
218. Чупахин О. Н. Исследование реакций и производных хинальдина. IV. Хелатные полимеры на основе бис- $\alpha$ -тио-хинальдинамидов / О. Н. Чупахин, З. В. Пушкарева, Е. И. Крылов // Вестн. АН Казахской ССР. – 1963. – № 9. – С. 85–91.
219. Пат. 80636 Україна, МПК<sup>6</sup> C07F 1/00, C08G 79/00, C08K 13/02, C08L 77/00, C09D 7/12, C09D 177/00, C10M 139/00, C10M 141/00, C10M 155/00, C10M 161/00. Полімерні метал-хелати міді(II) на основі біс-тіоамідів – похідних бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти та склад для антифрикційного покриття / Ситар В. І., Ранський А. П., Панасюк О. Г., Стовпник О. В. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № а200603056 ; заявл. 21.03.06 ; опубл. 15.06.06, Бюл. № 6.
220. Пат. 81834 Україна, МПК<sup>6</sup> C07F 1/00, C08L 77/00, C10M 139/00, C10M 141/00, C10M 13/02, C08K 13/02, C08K 5/00, C09D 7/12, C09D 177/00. Змішанолігандні комплексні сполуки міді(III) з ариламидами бензімідазол-2-тіокарбонової кислоти як модифікуюча добавка до ароматичних поліамідів та склад для антифрикційного покриття / Ситар В. І., Ранський А. П., Панасюк О. Г., Стовпник О. В. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № а200603053 ; заявл. 21.03.06 ; опубл. 11.02.08, Бюл. № 3.
221. Дуров В. А. Термодинамическая теория растворов неэлектролитов / В. А. Дуров, В. П. Агеев. – М. : МГУ, 1987. – 245 с.
222. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов / И. Пригожин. – М. : ИЛ, 1960. – 127 с.

223. Пригожин И. Мы только начинаем понимать природу / И. Пригожин // Химия и жизнь. – 1984. – № 2. – С. 41–44.
224. Пригожин И., Николис Ж. Биологический порядок, структура и неустойчивость / И. Пригожин, Ж. Николис // Успехи физич. наук. – 1973. – Т. 103, вып. 2. – С. 517–544.
225. Гленсдорф П. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций / П. Гленсдорф, И. Пригожин. – М. : Мир, 1973. – 152 с.
226. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных процессах / Г. Николис, И. Пригожин. – М. : Мир, 1973. – 94 с.
227. Пригожин И. От существующего к возникающему / И. Пригожин. – М. : Наука, 1985. – 328 с.
228. Кузнецов В. И. Общая химия. Тенденции развития / В. И. Кузнецов. – М. : Высшая школа, 1989. – 283 с.
229. Стыщенко В. Д., Проблемы и перспективы процессов гидрирования и дегидрирования на поверхностно модифицированных биометаллических катализаторах / В. Д. Стыщенко, А. Я. Розовская // VIII Нефтехим. симпозиум, октябрь, 1990 г. : тез. докл. – К., 1990. – С. 131.
230. Павленко Н. В. Каталитический синтез органических продуктов путем селективного гидрирования и гидроконденсации карбонильных и нитрильных соединений / Н. В. Павленко, Г. П. Голодец // VIII Нефтехим. симпозиум, октябрь, 1990 г. : тез. докл. – К., 1990. – С. 49.
231. Дерягин Б. В. Исследование структурных характеристик эпитропных ЖК-Фаз некоторых органических жидкостей / Б. В. Дерягин, Б. А. Алтоиз, И. И. Никитенко // Докл. АН СССР. – 1988. – Т. 300, № 2. – С. 377–380.
232. Барчан Г. П. Исследование избирательного переноса в среде сложных эфиров монокарбоновых кислот / Г. П. Барчан, Г. Г. Чигаренко, А. Г. Пономаренко // Химия и техн. топлив и масел. – 1978. – № 10. – С. 59–61.
233. Барчан Г. П. Влияние строения сложных эфиров на процесс ИП / Г. П. Барчан, Г. Г. Чигаренко, А. Г. Пономаренко // Химия и техн. топлив и масел. – 1979. – № 7. – С. 36–39.

234. Радикальные процессы при трении в сложных эфирах / [Г. П. Барчан, Г. Г. Чигаренко, А. Г. Пономаренко и др.] // Трение и износ. – 1983. – Т. 4, № 2. – С. 194–201.
235. Пономаренко А. Г. О механизме образования полимеров трения в смазочных маслах / А. Г. Пономаренко, Г. Г. Чигаренко, Г. П. Барчан // Трение и износ. – 1981. – № 9. – С. 43–45.
236. Карасев В. В. Измерение граничной вязкости по кинетике утоньшения смачивающих пленок жидкостей в процессе сдвигания / В. В. Карасев, Б. В. Дерягин // ЖФХ. – 1959. – Т. 33, № 1. – С. 100–108.
237. Исследование химического состава и структуры зоны деформации сплава Cu – Al – Mn при трении / [И. В. Крагельский, Л. М. Рыбаков, М. И. Куксенова и др.] // Трение и износ. – 1982. – Т. 3, № 2. – С. 204–211.
238. Исследование структурных изменений в поверхностных слоях алюминиевых бронз при трении / [Л. И. Куксенова, В. М. Самилкин, В. И. Толоконников, Л. М. Рыбакова] // Трение и износ. – 1984. – Т. 5, № 2. – С. 227–232.
239. Пичугин В. Ф. Исследование медной пленки на стальном образце, полученной при реализации эффекта избирательного переноса, методом фотоэлектронной спектроскопии // В. Ф. Пичугин // Трение и износ. – 1982. – Т. 3, № 2. – С. 352–355.
240. Пичугин В. Ф. О механизме избирательного переноса при изнашивании пары медный сплав – сталь / В. Ф. Пичугин // Трение и износ. – 1984. – Т. 5, № 2. – С. 284–294.
241. Заславский Ю. С. Трибология смазочных материалов / Ю. С. Заславский – М. : Химия, 1991. – 240 с.
242. Фукс Г. И. Адсорбция и смазочная способность масел / Г. И. Фукс // Трение и износ. – 1983. – Т. 4, № 3. – С. 398–414.
243. Химия комплексов «гость – хозяин» / [под ред. В. В. Сергиевского. – М. : Мир, 1988. – 511 с.
244. Weber E. Classification and nomenclature of coronands, cryptands and of their complexes / E. Weber, F. Vogtle // Inorg. Chim. Acta. – 1980. – Vol. 45, № 3. – P. 65–67.

245. Овчинников Ю. А. Мембранноактивные комплексы / Ю. А. Овчинников, В. Т. Иванов, А. М. Шкроб. – М. : Наука, 1974. – 357 с.
246. Rapphofer W. Complexes of noncyclic crown-type polyethers with thiourea and urea / W. Rapphofer, F. Vogtle // *Tetrahedron Lett.* – 1978. – № 3. – P. 309–312.
247. Selective extraction of alkali cations by a photoresponsive bis(crown ether) / [S. Shinkai, T. Ogawa, Y. Kusano, O. Manabe] // *Chem. Lett.* – 1980. – № 3. – P. 283–286.
248. Photoresponsive crown ethers. 2. Photocontrol of ion extraction and ion transport by a bis(crown ether) with a butterflylike motion / [S. Shinkai, T. Nakaji, T. Ogawa et al.] // *J. Amer. Chem. Soc.* – 1981. – Vol. 103, № 1. – P. 111–115.
249. Photoresponsive crown ethers. 5. Light-driven ion transport by crown ethers with a photoresponsive anionic cap / [S. Shinkai, T. Minami, Y. Kusano, O. Manabe] // *J. Amer. Chem. Soc.* – 1982. – Vol. 104, № 7. – P. 1967–1972.
250. Redox-switched crown ethers. 3. Cyclic-acyclic interconversion coupled with redox between dithiol and disulfide and its application to membrane transport / [S. Shinkai, K. Inuzuka, O. Miyazaki, O. Manabe] // *J. Amer. Chem. Soc.* – 1985. – Vol. 107, № 13. – P. 3950–3955.
251. A new «switched on» crown ether which exhibits a reversible all-or-none ion-binding ability / [S. Shinkai, T. Minami, Y. Kusano, O. Manabe] // *Tetrahedron Lett.* – 1982. – № 23, № 25. – P. 2581–2584.
252. Synthesis of polymeric crown ethers and thermoregulated ion complexation effect / N. Kahana, A. Deshe, A. Wagahawsky // *J. Polym. Sci.: Polym. Chem. Ed.* – 1965. – Vol. 23, № 1. – P. 231–253.
253. Photoinduced ion permeation through tertiary composite membrane composed of polymer / Liquid crystal/ azobenzenebridged crown ether / [A. Kumano, O. Niwa, M. Kajianagi et al.] // *Chem. Lett.* – 1983. – № 8. – P. 1327–1330.
254. Кужаров А. С. Влияние ароматических оснований Шиффа на триботехнические свойства медьсодержащих пластичных смазок в паре трения сталь – сталь // А. С. Кужаров, Н. Ю. Онищук // *Трение и износ.* – 1987. – Т. 8, № 6. – С. 1105–1110.

255. Ранский А. П. Взаимодействие тиобензанилида с хлоридом меди(II) / А. П. Ранский, Б. А. Бовыкин, В. И. Коляда // Координационная химия. – 1991. – Т.17, Вып. 9. – С. 1237–1240.
256. Воронцов В. Д. Состояние и перспективы использования эффекта избирательного переноса при трении в химическом оборудовании / В. Д. Воронцов, В. Г. Шадрин, И. В. Петрова // Химическое и нефтехимическое машиностроение. Серия ХМ-1 ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1985. – 34 с.
257. Воронцов В. Д. Применение избирательного переноса в узлах трения химического оборудования / В. Д. Воронцов, В. Г. Шадрин // Применение избирательного переноса в узлах трения машин // М. : ВИСМ Госстандарта СССР, 1976. – Т. 1. – С. 112–115.
258. Воронцов В. Д. Избирательный перенос при трении коррозионно-активной среде / В. Д. Воронцов, Б. И. Лебедев // Электрохимические процессы при трении и использование их для борьбы с износом. – Одесса : КМБ ВСНТО, 1973. – С. 136–137.
259. Затрочимски Т. Проникновение электролитического водорода в железо и стали и его влияние на механические свойства металла (современное состояние исследований и перспективы развития) / Т. Затрочимски // Защита металлов. – 1983. – Т. 19, № 5. – С. 733–739.
260. Шаповалов В. И. Влияние водорода на структуру и свойства железоуглеродистого сплава / В. И. Шаповалов. – М. : Metallurgiya, 1982. – 229 с.
261. Шпеньков Г. И. Физикохимия трения (применительно к избирательному переносу и водородному износу) / Г. И. Шпеньков. – Минск : БГУ, 1987. – 153 с.
262. Куприн В. П. Избирательная адсорбция органических веществ на металлах и подготовка поверхности перед нанесением покрытий : дис. ... докт. хим. наук : 02.00.05 / Куприн Виталий Павлович. – Днепропетровск, 1993. – 323 с.
263. Механізм вибіркового перенесення з точки зору резонансного потенціалу за Нечаєвим / [А. П. Ранський, Н. О. Діденко, Т. С. Тітов, І. І. Безвозюк] // Наукові праці ВНТУ. – 2010. – № 4. – Режим доступу до журн. : [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2010\\_4/2010-4.htm](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2010_4/2010-4.htm)

264. Избирательный перенос в узлах трения / [под общ. ред. Д. Н. Гаркунова]. – М. : Машиностроение, 1982. – 207 с.
265. Гаркунов Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов . – М. : Машиностроение, 1985. – 424 с.
266. Избирательный перенос при трении / [под общ. ред. Д. Н. Гаркунова, Ю. С. Симакова]. – М. : Наука, 1975. – 84 с.
267. Митрохин А. А. Повышение герметичности и срока службы торцовых уплотнений путем реализации избирательного переноса : дис. ... канд. техн. наук: 05.02.04 / Митрохин Александр Анатольевич. – Ростов-на-Дону, 1992. – 237 с.
268. Лихман В. И. Влияние поверхностно-активной среды на процессы деформации металлов / В. И. Лихман, П. А. Ребиндер, Г. В. Карниенко. – М. : Изд-во АН СССР, 1954. – 208 с.
269. Гаркунов Д. Н. Исследование атомарного выделения меди в паре электролитический хром – бронза / Д. Н. Гаркунов, А. А. Марков // Новое в теории трения. – М. : Наука, 1966.
270. Гаркунов Д. Н. О связи окислительно-восстановительных реакций в парах трения с контактной разностью потенциалов / Д. Н. Гаркунов, А. А. Марков, Г. А. Голиков // Теория смазочного действия и новые материалы. – М. : Наука, 1965.
271. Фрумкин А. Н. Сборник работ хим. инст. им. Л. Я. Карнова / А. Н. Фрумкин. – 1926. – С. 3–5.
272. Гаркунов Д. Н. Избирательный перенос в узлах трения / Д. Н. Гаркунов, И. В. Крагельский, А. А. Поляков. – М. : Транспорт, 1969. – 104 с.
273. Томашев Н. Д. Теория коррозии металлов / Н. Д. Томашев . – М. : Металлургиздат, 1952.
274. Поляков А. А. Механизм избирательного переноса / А. А. Поляков. – М. : Машиностроение, 1977. – С. 5–17.
275. Трение, изнашивание и смазка : справочник / [под ред. И. В. Крагельского, В. В. Алисина]. – М. : Машиностроение, 1979. – Кн. 1. – 358 с.



276. Ахматов А. С. Молекулярная физика граничного трения. – М. : Физматиздат, 1963. – 472 с.
277. Шпеньков Г. П. К вопросу о механизме схватывания при трении в условиях избирательного переноса / Г. П. Шпеньков, А. Н. Подалов // Избирательный перенос в узлах трения. – М. : Изд. МАНТП, 1971. – С. 44–55.
278. Окислительно-восстановительные процессы в режиме избирательного переноса / [Ю. С. Симаков, Н. М. Махин, М. Н. Добычин и др.] // Электрохимические процессы при трении и использование их в борьбе с износом. – Одесса, 1973. – С. 179–181.
279. Рыжов Э. В. Экспериментальные исследования шероховатости поверхности в условиях избирательного переноса / Э. В. Рыжов, В. С. Харченков, В. М. Хохлов // Применение избирательного переноса в узлах трения машин. – М., 1976. – Ч. 1. – С. 29–34.
280. Шпеньков Г. П. Электрические процессы в режиме избирательного переноса / Г. П. Шпеньков // Повышение износостойкости на основе избирательного переноса. – М. : Машиностроение, 1977. – С. 31–43.
281. Шпеньков Г. П. К механизму «схватывания» при избирательном переносе / Г. П. Шпеньков // Применение избирательного переноса в узлах трения машин. – М., 1976. – Ч. 1. – С. 67–71.
282. Духин С. С. Электрофорез / С. С. Духин, Б. В. Дерягин – М. : Наука, 1967. – 327 с.
283. Поляков А. А. Проявление эффекта безизносности в условиях избирательного переноса / А. А. Поляков, Д. Н. Гаркунов, И. В. Крагельский // Избирательный перенос в узлах трения : материалы семинара. – М : МДНТП, 1971. – С. 4–8.
284. О влиянии температуры на эффект избирательного переноса / [Ю. С. Симаков, И. М. Мельниченко, А. А. Поляков, Д. Н. Гаркунов] // Избирательный перенос при трении. – М. : Наука, 1975. – С. 24–28.
285. Мельниченко И. М. Исследование некоторых физико-химических закономерностей избирательного переноса : дис. ... канд. техн. наук: 05.02.04 / Мельниченко И. М., – Гомель, 1975. – 232 с.

286. Луценевич Л. Т. Влияние состава смазки на возникновение избирательного переноса в паре трения сталь – бронза / Л. Т. Луценевич // Пластичные смазки – М. : ЦНИИТЭНефтехим, 1982. – С. 44–49.
287. Лебедь В. М. Повышение износостойкости резиновых деталей машин на основе избирательного переноса / В. М. Лебедь // Долговечность трущихся деталей машин. – М. : Машиностроение, 1986. – Вып. 2. – С. 44–57.
288. Курлов О. Н. Исследование механизма избирательного переноса с учетом кинематики и геометрии трущихся пар / О. Н. Курлов, А. А. Поляков // Применение избирательного переноса в узлах трения машин : тез. семинара. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – С. 50–61.
289. Курлов О. И. Влияние физико-химических свойств конструкционных и смазочных материалов на процесс избирательного переноса / О. И. Курлов // Долговечность трущихся деталей машин. – М. : Машиностроение, 1986. – Вып. 2. – С. 57–69.
290. Лышко Г. П. Эффективность применения теории избирательного переноса в создании новых металлоплакирующих смазок для тяжело-нагруженных узлов трения / Г. П. Лышко, С. И. Кобылянский // Теория и практика создания, испытания и эксплуатации триботехнических систем : Всесоюзная научно-практич. конф. : тез. докл. – Андропов, 1986. – С. 196–198.
291. Прокопенко А. К. Новые методы повышения износостойкости технологического оборудования и машин бытового назначения на основе избирательного переноса / А. К. Прокопенко // Теория и практика создания, испытания и эксплуатации триботехнических систем : Всесоюзная научно-практич. конф. : тез. докл. – Андропов, 1986. – С. 201–202.
292. Кужаров А. С. Образование координационных соединений на трущихся поверхностях металлов / А. С. Кужаров, В. С. Болотников // Журнал физ. химии. – 1979. – Т. III, № 10. – С. 2639–2641.
293. Кужаров А. С. Новые антифрикционные материалы, работающие в режиме избирательного переноса и механизм их смазочного действия / А. С. Кужаров // Теория и практика создания, испытания и эксплуата-

ции триботехнических систем : Всесоюзная научно-практич. конф. : тез. докл. – Андропов, 1986. – С. 207–209.

294. Пичугин В. Ф. Применение металлосодержащих присадок к моторным маслам для повышения работоспособности двигателя внутреннего сгорания / В. Ф. Пичугин, М. А. Григорьев, А. Н. Первушин // Теория и практика создания, испытания и эксплуатации триботехнических систем : Всесоюзная научно-практич. конф. : тез. докл. – Андропов, 1986. – С. 210–211.

295. Мельниченко И. М. Исследование и применение антифрикционной смазочной композиции для герметизированных опор буровых долот / И. М. Мельниченко, И. А. Цильков // Долговечность трущихся деталей машин. – М. : Машиностроение, 1965. – Вып. 2. – С. 92–96.

296. Финишное формирование трущихся поверхностей трибомеднением / [А. П. Ранский, И. Г. Плошенко, А. А. Митрохин и др.] // Вопросы химии и хим. технологи. – 2001. – № 3. – С. 118–122.

297. Пат. 22286 А Україна, МПК<sup>6</sup> С10М 105/00. Масильна композиція / Плошенко І. Г., Побірченко О. В., Ранський А. П., Моносов О. Б., Панасюк О. Г. ; заявник і власник патенту УДХТУ. – № 97052474 ; заяв. 28.05.97 ; опубл. 03.02.98.

298. Пат. 52311 А , Україна : МПК<sup>7</sup> С 23 С 22/02. Спосіб фінішної обробки металевих поверхонь деталей машин та механізмів Ранський А. П., Плошенко І. Г., Митрохін О. А., Гайдідей О. В., Панасюк О. Г. – № 2002042740 ; заяв. 05.04.2002 ; опубл. 16.12.2002, Бюл. № 12.

299. Поляков А. А. О механизме избирательного растворения и переноса при трении меди и медных сплавов со сталью в глицерине / А. А. Поляков, Д. Н. Гаркунов // Контактное взаимодействие твердых тел и расчет сил трения износа. – М. : Наука, 1971.

300. Рыбакова Л. М. Структура сервовитной пленки / Л. М. Рыбакова // Повышение износостойкости на основе избирательного переноса. – М. : Машиностроение, 1977. – С. 17–26.

301. Поляков А. А. Некоторые вопросы применения избирательного переноса в узлах трения / А. А. Поляков // Избирательный перенос

при трении и его экономическая эффективность. – М. : Наука, 1972. – С. 22–28.

302. Гаркунов Д. Н. Повышение износостойкости деталей самолетов / Д. Н. Гаркунов. – М. : Оборонгиз, 1960.

303. Маллин Дж. В. Кристаллизация / Дж. В. Маллин. – М. : Металургиздат, 1965. – 150 с.

304. Лихтман В. И. Физико-химическая механика металлов / В. И. Лихтман, Е.Д. Щукин, П. А. Ребиндер. – М. : Из-во АН СССР, 1962. – 300 с.

305. Поляков А. А. Полимеризация на контакте в процессе трения / А. А. Поляков // Электрохимические процессы при трении и использование их для борьбы с износом. – Одесса, 1973. – С. 122–125.

306. Рыбакова Л. М. Об изменении периода кристаллической решетки в поверхностных слоях меди и латуни при трении / Л. М. Рыбакова, Л. И. Куксенова // ФМЖ. – Т. 39, Вып 2. – 1975. – С. 362–366.

307. Рыбакова Л. М., Куксенова Л. И. Рентгеноструктурный анализ поверхностного слоя металла при трении в условиях избирательного переноса / Л. М. Рыбакова, Л. И. Куксенова // Избирательный перенос при трении и его экономическая эффективность. – М., 1972. – С. 29–31.

308. ОСТ 26-01-77. Опоры концевых вертикальных валов аппаратов с перемешивающими устройствами. Типы, параметры конструкций и основные размеры. – Л., 1977. – 53с.

309. Воронков Б. Д. Избирательный перенос при трении в коррозионно-активной среде / Б. Д. Воронков, Б. И. Лебедев // Электрохимические процессы при трении и использование их для борьбы с износом. – Одесса: КМБ ВСНТО, 1973. – С. 136–137.

310. Воронков Б. Д. Опора вала аппарата с перемешивающим устройством / Б. Д. Воронков // Химическое и нефтяное машиностроение : научно-технич. реф. сб. – М. : ЦИНТИ химнефтемаш. – 1981. – № 5. – С. 5–6.

311. Крагельский И. В. Протекторный метод подавления износа в морской воде / И. В. Крагельский, М. Б. Рубин, В. М. Зиновьев // Надеж-

ность и контроль качества. – М. : Издательство стандартов, 1975. – № 8. – С. 49–55.

312. Идельсон А. А. Шестеренные устройства для выгрузки растворов и расплавов полимеров из реакционной аппаратуры / А. А. Идельсон // Оборудование для синтеза и обработки пластических масс и синтетических каучуков : сб. науч. трудов НИИ химмаш. – М. : 1980. – С. 95–101.

313. Чиженко Д. Л. Модельные срезы для экспериментальных исследований при создании оборудования для производства полимерных материалов / Д. Л. Чиженко, И. П. Иванов // Оборудование для синтеза и обработки пластических масс и синтетических каучуков : сб. науч. трудов НИИ химмаш. – М. : 1980. – С. 84–94.

314. Присадки к маслам, иницирующие ИП / Митрохин А. А. [и др.] // Триботехника машиностроения : III Московск. науч.-техн. конф. : тез. док. – М., 1987. – С. 717–722.

315. Бондарь А. Г. Планирование эксперимента в химической технологии / А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха. – К.: Вища школа, 1976. – 184 с.

316. Сборник научных программ на Фортране, руководства программиста. – М. : Статистика, 1973. – 420 с.

317. Методика прогнозирования триботехнических характеристик антифрикционных материалов / [Чичинадзе А. В., Пистунов И. Н., Мамон Л. И. и др.] // Теория и практика создания, испытания и эксплуатации триботехнических систем : Всесоюзная научно-практич. конф. : тез. докл. – Андропов, 1986. – С. 116–117.

318. Гаркунов Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.

319. Рыжов Э. В. Технологические методы повышения износостойкости деталей машин / Э. В. Рыжов. – К. : Наукова думка, 1984. – 272 с.

320. Фролов К. В. Износостойкость и ресурс машин / К. В. Фролов // Долговечность трущихся деталей машин. – М. : Машиностроение, 1986. – Вып. 1. – 264 с.

321. Повышение износостойкости на основе избирательного переноса / [под ред. Д. Н. Гаркунова]. – М. : Машиностроение, 1977. – 215 с.

322. Куксенова Л. И. Структура поверхности твердых тел и ее роль в реализации избирательного переноса / Л. И. Куксенова, Л. М. Рыбакова // Долговечность трущихся деталей машин. – М : Машиностроение, 1985. – Вып. 1. – С. 13–38.
323. Прокопенко А. К. Повышение износостойкости деталей машин бытового назначения на основе самоорганизующихся систем фрикционного контакта / А. К. Прокопенко // Трение, износ и смазочные материалы : междунар. научн. конф., май 1985 г. : труды конф. – Ташкент. – Том 2. – С. 341–344.
324. Плошенко И. Г. Аналитическое описание процесса герметизации контактных уплотнений штоков химико-технологического оборудования, работающих в режиме избирательного переноса / И. Г. Плошенко // Вопросы химии и хим. технологии. – 1988. – № 1. – С. 59–62.
325. Демкин Н. Б. Качество поверхности и контакт деталей машин / Н. Б. Демкин, Э. В. Рыжов. – М. : Машиностроение, 1981. – 244 с.

*Наукове видання*

**Ранський Анатолій Петрович  
Бойченко Сергій Валерійович  
Гордієнко Ольга Анатоліївна  
Діденко Наталя Олександрівна  
Волошинець Владислав Антонович**

**КОМПОЗИЦІЙНІ МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ НА  
ОСНОВІ ТІОАМІДІВ ТА ЇХ КОМПЛЕКСНИХ СПЛУК  
СИНТЕЗ. ДОСЛІДЖЕННЯ. ВИКОРИСТАННЯ**

Монографія

Редактор Н. Мазур

Оригінал-макет підготовлено О. Гордієнко

Підписано до друку 29.03.2012 р.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 18,94  
Наклад 100 прим. Зам № 2012-037

Вінницький національний технічний університет,  
КІВЦ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті,  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-81-59  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.