

9. БЕЗРОЗБІРНЕ ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛІВ І АГРЕГАТІВ

- 9.1. Загальні відомості*
- 9.2. Реметалізанти (металоплакуючі композиції)*
- 9.3 Препарати, що вміщують полімер*
- 5.4. Геомодифікатори*
- 9.5. Кондиціонери (рекондиціонери) поверхні*
- 9.6. Шаруваті добавки*
- 9.7. Особливості проведення безрозбірного відновлення*

9.1. Загальні відомості

В класичному розумінні процес відновлення деталі, з'єднання або автомобіля в цілому має на увазі проведення технічних заходів, спрямованих на зміну або їх геометричних розмірів до номінальних, або ремонтних, або працездатності до нормативних показників. Однак має сенс проводити ремонтні роботи навіть у тому випадку, якщо спостерігається тільки часткове (неповне) виконання цих вимог.

Наприкінці ХХ століття в автохімічну промисловість прийшли вчені й практики з фірм-розроблювачів і виробників препаратів класу «Н1 ТЕСН» (високих технологій), які раніше працювали тільки у військовій і космічній промисловості. Ними були створені методи й засоби для безрозбірного відновлення (ремонту) тертьових з'єднань автомобіля, так звані «SMART SELF TECHNOLOGY», що можна перевести як «інтелектуальні (розумні) технології самовідновлення».

В той же час, так звана «підкапотна автохімія» як галузь хімічної промисловості зародилася в США в середині минулого століття, коли в роздрібний продаж у м.Чикаго в 1942 році вперше надійшла банка із присадкою до моторного масла, розроблена й виготовлена компанією CD-2 за замовленням автомобільного концерну General Motors.

Довгий час провідні виробники мастильних матеріалів, особливо моторних і трансмісійних масел, украй негативно відгукувалися про застосування додаткових присадок до їхньої продукції. Однак останнім часом багато провідних фірм, такі як Shell, Marly, SCT-Vertibs та ін. самі приступили до випуску спеціальних препаратів для відновлення технічних характеристик двигунів, трансмісій й інших деталей авотранспортної техніки. Одночасно колишні розроблювачі різних присадок, у свою чергу, усе активніше починають просувати на ринок власні спеціальні мастильні матеріали, які містять у своєму складі комплекс ремонтно-відновлювальних добавок.

Саме розроблювачі препаратів підкаотної автохімії, які активно розробляють і випускають різні присадки, що дозволяють істотно підвищити ресурс, як мастильних матеріалів, так і агрегатів і вузлів, що змазуються природно, змусили передові нафтохімічні концерни розробити новітні моторні масла з інтервалами заміни до 160 000 км, що ще 10 років тому ними категорично відкидалися.

Слід визнати, що мастильні матеріали передових нафтових компаній, наприклад, такої як «Chevron Техасо» (США), без будь-яких додаткових присадок дозволяють експлуатувати нові двигуни без ремонту майже до 2 000 000 км пробігу. Так в 1989 р. був зареєстрований пробіг в 1000000 миль без ремонту двигуна Caterpillar 3405B, а 1996 р. – двигунів Cummins і Detroit Corporation (трьох основних виробників двигунів США) при роботі на маслах цієї фірми.

На трибологічному симпозіумі «INTERTRIBO-2002» у Високих Татрах (Словаччина) доктор Стефан Корчак, що представляє Науково-дослідну лабораторію автогіганта «Форд»

(м. Дерборн, США), у доповіді «Моторні масла в 21-ому столітті», а також у дискусії після виступу заявив, що вони також негативно ставляться до застосування у своїх автомобілях мастильних матеріалів з додатковими присадками. Так на питання: «Що ж робити з автомобілями, що мають великий пробіг, коли спостерігається підвищена витрата паливно-мастильних матеріалів і викид шкідливих речовин, зниження потужності й інших техніко-економічних характеристик при їхній експлуатації?» - пан Корчак відповів, що такий автомобіль повинен бути відправлений в утиль, а замість нього варто купити новий.

З погляду представника автомобільного концерну «Форд» – це, безсумнівно, правильне рішення, однак для російського автомобіліста, та й вітчизняної економіки в цілому, таке рішення в цей час варто визнати нездійсненним. Справа в тому, що такі автомобілі (потребуючі відправлення на звалище) як вітчизняні, так і імпорتنі, у цей час усе більше заповнюють вулиці наших міст. В умовах недоліку фінансових засобів у більшості населення, певного дефіциту доступних якісних паливно-мастильних матеріалів проблема підтримки в працездатному стані вітчизняної й старої імпоротної техніки може бути можлива тільки із застосуванням спеціальних ремонтно-відновлювальних препаратів і технологій.

Відомі в цей час ремонтно-відновлювальні препарати за компонентним складом, фізико-хімічним процесом їхньої взаємодії з поверхнями тертя, властивостям одержуваних покриттів (захисник плівок), а також механізму функціонування в процесі їхньої подальшої експлуатації в основному можна розділити на три основні групи: металоплакуючі композиції, полімерозмістовні речовини, геомодифікатори.

До відновлювачів за критерієм підвищення техніко-економічних показників обробленої техніки, варто умовно віднести також кондиціонери (рекондиціонери) металу й шаруваті добавки.

9.2. Реметалізанти (металоплакуючі композиції)

Вважалося, що тертя в рухливих з'єднаннях – тільки руйнівний процес, що приводить до відмови вузла або машини в цілому й у зв'язку із цим - до величезних матеріальних витрат. Відкриття вибірного переносу (ВП), або так званого «ефекту беззносності», зроблене радянськими вченими Д.Н.Гаркуновим та І.В.Крагельським в 1956 році, а також ряд інших відкриттів і практичних досягнень дозволило змінити сформоване уявлення про механізм зношування й тертя.

Ними було виявлено раніше невідоме явище мимовільного утворення тонкої плівки міді в парах тертя «бронза-сталь» деталей літаків в умовах змазування їх спиртогліцериновим середовищем, а пізніше й консистентним змащенням ЦИАТИМ-201. Особливістю ефекту було те, що плівка покривала не тільки бронзову деталь, але й сполучену з нею сталеву поверхню. При цьому мідна плівка, що утворилася, товщиною всього 1...2 мкм знижувала зношування й зменшувала силу тертя в з'єднанні в 10 і більше разів. Дана авторами назва – «сервовитна» (плівка) – походить від латинського *servo vitte* – рятувати життя, що має на увазі порятунок тертьових поверхонь від зношування.

Ученим стали зрозуміло, чому компресори холодильних установок десятиліттями працюють у найтяжких умовах пуску - зупинки без виходу з ладу й, отже, без ремонту, та й практично без будь-якого технічного обслуговування. У них утвориться певна система, що самоорганізовується, і яка сама регулює процеси зношування й регенерації поверхонь тертя. Отже, можна створити умови не тільки для беззносності тертьових з'єднань, але й для відновлення зношених деталей машин без їх розбирання. Так само як високо еволюційний організм тварини намагається якнайшвидше залікувати на своєму тілі ранки, так і поверхні тертя при вибірному переносі прагнуть до самовідновлення («заліковування») дефектів, що утворилися.

Утворення сервовитних плівок може відбуватися й у з'єднаннях, не утримуючих мідних або інших пластичних сплавів

(наприклад, цинку, олова, срібла, заліза, хрому, золота, палладія й ін.). Для цього необхідні компоненти повинні бути уведені в мастильний матеріал або інші технологічні середовища, наприклад, паливо, промивні, охолоджуючі або інші технологічні рідини й середовища. Такий принцип лежить в основі розробки й застосування «металоплакуючих присадок».

У класичному виді **металоплакуючі присадки** (МПП) – це добавки до мастильних матеріалів (ММ), за своїми фізико-хімічними і трибологічними властивостями, спрямованими на реалізацію ефекту беззносності – вибіркового переносу при терті. Вони містять суміш жирних органічних кислот, їхніх солей металів і гліцерину. Тому в деяких випадках їх ще називають металоорганічними (МОП).

Під дією жирних кислот і інших органічних компонентів поверхні тертя пластифікуються (ефект Ребиндера), що сприяє швидкому створенню оптимальних шорсткостей поверхонь тертя. При відносно високих температурах порядку $T=423...477^{\circ}\text{K}$ на них утворюються тонкі мідні структури, що отримали назву «сервовитної» плівки. Під дією органічних елементів, що втримуються в присадці, і компонентів СМ на поверхні «сервовитної» плівки утвориться полімерна плівка - «серфінг-плівка» (рис.9.1).

Вперше присадку, що утворює у процесі роботи на поверхнях тертя мідну плівку, розробили в Московському технологічному інституті під керівництвом Ю.С.Симакова та Д.Н. Гаркунова. Вона складалася із продуктів взаємодії 50 % олеїнової кислоти й 50 % олеата міді. Ця присадка послужила прототипом МПП МКФ-18, а згодом - цілої групи присадок цієї серії, таких як МКФ-18В, а також «Ніка», «Стимул-1», «Урал» (виробництва ТОВ «Кристал» м. Єкатеринбург), МКФ-18Е (що випускався на Єлецькому ремонтно-технічному підприємстві (РТП) і що має торговельне найменування «Велап» для масел і «Сомет» для мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ (СОТС) при реалізації її через підприємства «Квант», «Рем-Авто» і «Російський центр»), МКФ-18Х (для холодильного

устаткування, випуску Новокуйбишевського нафтозаводу), «Ерфолг» - розробки д.т.н., проф. В.І.Балабанова й ряду інших розробок.

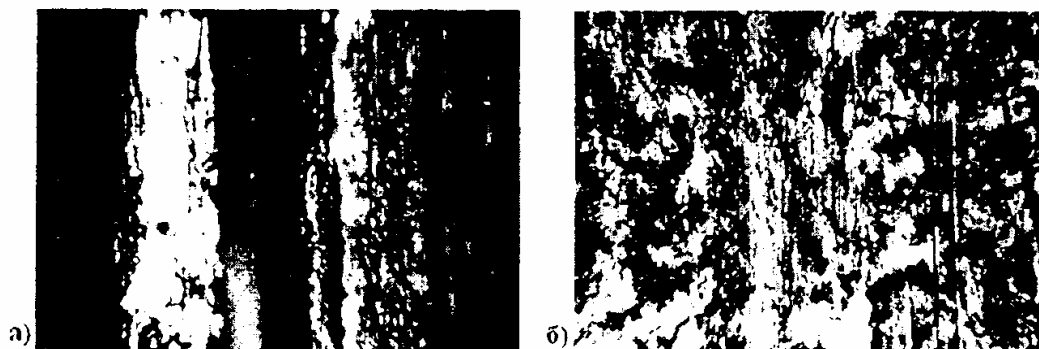


Рис.9.1. Поверхня тертя сталі 45 ((20) після випробувань:
а) на чистому моторному маслі (білі смуги - ділянки "намазування"
алюмінієвого сплаву АТ- 20-1); б) на моторному маслі з металоплакуючою
присадкою "Ерфолг" (темні ділянки - сербовитна плівка)

Термін «металоплакуюча» (від французького *plaguer* – покривати) був введений Д.Н.Гаркуновим, В.Г.Шимановським і В.Н.Лозовським у зв'язку з винаходом ними мастильного матеріалу, що реалізує ефект вибірного переносу при терті (авторське посвідчення СРСР № 179609 від 14 травня 1962 року.).

Металоплакуючі композиції розділяються на порошкові й іонні. Порошкові металоплакуючі препарати, як основний компонент, містять ультродисперсні порошки, а іонні – повністю маслорозчинні солі пластичних металів і органічні кислоти. Слід зазначити, що в якості плакуючих металів використовують мідь, хром, алюміній, олово, цинк, залізо, свинець і срібло, а в якості органічних кислот – композицію ряду жирних органічних кислот. Так, використовувана для виготовлення присадок типу МКФ-18 технічна олеїнова кислота марки Б-115 ТУ 172-4731297-94 (виробництва ТОВ «Миловарний Завод» м.Москва), містить цілий спектр різних жирних кислот (табл.9.1).

Швейцарська компанія Actex S.A. в 1979 році однією з перших розпочала серійне виробництво металоплакуючих порошкових препаратів марки Lubrifilm, що дозволяє на практиці реалізувати «ефект беззносності». Через майже 13 років, в 1992

році, Lubrifilm metal одним з перших препаратів західної автохімії цього класу був офіційно сертифікований НАМІ (Науковий автотехнічний інститут м. Москва) і схвалена АвтоВАЗом.

Таблиця 9.1.

Склад технічної олеїнової кислоти марки Б-115

	Найменування жирних кислот	Частка жирної кислоти, % мас. до суми жирних кислот
C16:0	Пальмітинова	3,3 – 6,0
C16:1	Пальмітолеїнова	Сліди
C18:0	Стеаринова	1,5 – 3,0
C18:1	Олеїнова	57,5 – 65,0
C18:2	Линолева	18,0 – 20,0
C18:3	Ліноленова	8,0 – 12,0
C22:1	Ерукова	1,8 – 8,0

Новими розробками компанії Actex S.A. є реметалізанти Mettalyz 6 і Mettalyz 8. Зараз вони використовуються як один з компонентів моторного масла «Уфалюб» Уфимського нафтозаводу.

Lubrifilm metal (Mela1yг) являє собою ультрадисперсний порошок, що складається із часток свинцю, включених у кристалічну матрицю мідно-срібного сплаву й покритих спеціальною захисною оболонкою, що дозволяють виключити їхнє окислення. Застосовується у вигляді добавки до моторного масла для створення в зоні високих питомих навантажень металеві композиційної плівки.

Спосіб застосування, описаний в інструкції, наступний:

- зробити заміну моторного масла й масляного фільтра.
- пустити двигун й протягом 5 хвилин його розігріти.
- зупинити двигун і зняти пробку маслозаливної горловини, струснути тубу і вміст вилити в горловину.

– закрити пробку й приблизно через 5 хвилин зробити запуск двигуна.

Компанія Actex S.A. пропонує добавку в трансмісійне масло Lubrifilm metal B2 для відновлення працездатності коробки передач і диференціалів, зниженню шуму й запобігання їхнього подальшого зношування, а також металоплакуюче змащення Lubri Grease на основі літію й свинцево-срібно-мідного сплаву для високонавантажених вузлів – маточин, приводів і т.д.

Російськими аналогами Lubrifilm metal за складом і технологічними властивостями є реметалізанти Римет, Римет-Т, Motor Healer розроблені в 1987-2001 рр. Інститутом металургії Уральського відділення РАН, а також група реметалізаторів типу Суперпозначок.

У рекламних проспектах фірми «ВМП» (м. Єкатеринбург) вказується, що реметалізанти РиМет також складаються з вискодисперсних порошків (розміром часток до 0,1 мкм) сплаву міді, олова й срібла в базовій нейтральній основі. Порошковий сплав одержують із металевого газу в умовах глибокого (космічного) вакууму.

Останнім часом незалежна фірма «ВМПАВТО» (колишній офіційний представник «ВМП» у м. Санкт-Петербурзі) випустила декілька металоплакуючих препаратів, таких як «Ресурс» (власного виробництва), а також, як нею зазначено, продукт комплексної металоплакуючої та кондиціонуючої дії – Remetall.

Фахівці «ВМПАВТО» заявили також про застосування ними у своїй розробці «РЕСУРС» пористого або каналчатого хрому.

Найбільш відомими іонними металоплакучими композиціями є препарати з вмістом міді типу МКФ-18 (у роздрібний продаж не надходять), а також з вмістом олова СУРМ (виробництва ТОВ «Питер» м. Санкт-Петербург).

Зеленоградська фірма «Лабораторія триботехнологія» також приступила до випуску повністю маслорозчинної металоорганічної композиції (присадки) до моторного (Renom Engine) і трансмісійним маслам (Renom Transmission).

При застосуванні препаратів на основі ультрадисперсних порошкових матеріалів необхідно враховувати, що ряд часток, введених у ММ у вигляді добавок (суспензій), наприклад, реметалізаторів РиМЕТ, Ресурс, Lubrifilm, Супермет і ін. можуть бути центрифуговані як фільтрами тонкого очищення (центрифугами дизелів), так і колінчастим валом, що може призвести до забивання основної масляної магістралі двигуна (каналів колінчастого вала). Тому найбільш прогресивний напрямок іонних металоплакуючих препаратів, як найбільш безпечних і стабільних за своїми властивостями, навіть при потраплянні в базове масло палива й води, що саме найбільше актуально на зношених автомобілях.

Таблиця 9.2

Характеристики найбільш відомих реметалізаторів

Препарат	Виробник, країна, регіон, ТМ – торго- вельна марка	Призначення	Склад, коментарі
1	2	3	4
Reme- tallisant Moteur	Schell Car Care Internaional Ltd, Великобританія, Манчестер ТМ – "Blue Coral"	Часткове віднов- лення та зниження в подальшому інтенсивності зношування й втрат на тертя в тертьових деталях ДВС	Повністю маслорозчинний препарат, що утворить на поверхнях тертя захисні плівки
Metalyz 6/8, Lubrifilm Motor Active	Actex S.A., Швейцарія, Женева	Відновлення й запобігання подальшого зношу- вання деталей (ци- ліндрів, вкладишів колінчастого вала, підшипників) двигуна створенням металічної композиційної плівки й т.д.	Порошкова мідно-свинцево- срібна добавка в моторне масло для двигунів з обсягом від 3 до 6 л і пробігом від 50000 до 150000 км

Розділ 9. Безрозбірне відновлення автомобілів і агрегатів

<i>Продовження табл. 9.2</i>			
1	2	3	4
Lubrifilm – Mettall B2	Actex S.A., Швейцарія, Женева	Відновлення працездатності ручних коробок передач і диференціалів, зниженню шуму й запобігання їхнього подальшого зношування й т.д.	Металоплакуюча порошкова мідно-свинцево- срібна добавка в трансмсійне масло
Lubri Grease	Actex S.A., Швейцарія, Женева	Відновлення мікроефектів і зниження зношування деталей високонавантажених вузлів – підшипників маточин, приводів і т.д.	Порошкове мідно-свинцево- срібне змащення на літєвій основі, що витримує високі температури
Римет, Римет-Т, Motor Healer	ТОВ НПП "ВМП", Росія, Єкатеринбург	Відновлення й захист від зношування деталей бензинових, дизельних двигунів і трансмісії легкового, вантажного транспорту, сільгосптехніки, судів і т.д.	Добавка до масел на основі ультродисперсного мідно- олов'янисто- срібного порошку
МС Вимпел	ТОВ НПП "ВМП", Росія, Єкатеринбург	Відновлення мікроефектів і зниження зношування всіх видів підшипників маточин, коліс, ШРУСів, хрестовин, кульових опор, наконечників кермових тяг і ін.	Металоплакуюче змащення, що виключає виникнення задирів і схоплювання тертьових поверхонь

<i>Продовження табл. 9.2</i>			
1	2	3	4
Ресурс, Ресурс-Т	ТОВ НПК "ВМПАВТО", Росія, Санкт- Петербург	Для відновлення й захисту від зношування карбюраторних, інжекторних і дизельних двигунів, зниження інтенсивності зношування, шуму, вібрації й т.д.	Добавка до моторного й трансмісійними на основі ультродисперсних порошків міді, олова, хрому
Remetall, Remetall-T	ТОВ НПК "ВМПАВТО", Росія, Санкт- Петербург	Відновлення деталей двигуна й трансмісії, створенням у зоні тертя маслоутримуючої пористої структури, що захищає деталі від зношування	Добавка до моторних і трансмісійних масел на основі порошків міді, хрому й олова
МС-1000	ТОВ НПК "ВМПАВТО", Росія, Санкт- Петербург	Повільне зношування, хрестовин, підшипників маточин, кульових опор, наконечників кермових тяг і інших деталей, що працюють у режимі граничного змащення й т.д.	Пластичне металоплакуюче змащення, що включає порошки цинку й дисульфиду молібдену
СУРМ-ВК, СУРМ-ТрВ	ТОВ "ПИОТР", Росія, Санкт- Петербург	Відновлення компресії й тиску масла у двигуні, а також працездатності деталей трансмісії без їхнього розбирання й т.д.	Олово – і мідь – утримуючі компоненти. Можуть застосовуватися введенням безпосередньо в камеру згорання ЦПГ

Розділ 9. Безрозбірне відновлення автомобілів і агрегатів

Продовження табл. 9.2			
1	2	3	4
Renom Engine, Renom Transmision	ТОВ НПФ "Лабораторія триботехнології", Росія, Зеленоград	Відновлення компресії у двигуні, а також працездатності деталей трансмісії без їх розбирання, підвищення якості та скорочення тривалості припрацювання, зниження витрат на зміст оброблених агрегатів	Повністю маслорозчинний комплекс пластичних металів, не затримується фільтруючими пристроями та не випадає в осад

9.3 Препарати, що вміщують полімер

Групу товарів, так званої «підкапотної автохімії», що містять у своєму складі політетрафторетилен («тефлон»), перфторполіефір карбонової кислоти («епілам»), фторопласт-4, перфторпропиленоксид, силікон і деякі ін., можна назвати препаратами з вмістом полімеру.

Наприкінці п'ятдесятих років минулого століття Х.В.Германсом і Т.Ф.Іганом було відкрите явище утворення органічних відкладень (забруднень) на релейних контактах телефонного й телеграфного зв'язку. На підставі спеціальних високоточних експериментів ними було встановлено, що відкладення в зоні контакту утворюються внаслідок хімічних перетворень парів органічних речовин, які виділяються деякими ізоляційними матеріалами. У всіх випадках відкладення, що утворилися, знижували коефіцієнт тертя в контактній парі. Тому ці з'єднання вони запропонували називати «полімерами тертя» (frictional polymers).

Наприкінці минулого століття за кордоном одержала популярність і мала досить тривале й широке застосування спеціальна рідина SLIK-50, розроблена Нейлом Греттоном і яка

вироблялася у Великобританії. У цей час вийшла більш сучасна розробка – SLIDER 2000 PTFE. Як зазначено в рекламних проспектах фірми-виробника, вона дозволяє істотно підвищити надійність оброблених вузлів і агрегатів і може застосовуватися як добавка до масел двигунів, верстатів і т.д., а також вводиться у впускний колектор ДВС у вигляді аерозолів.

Однак, діставши права на SLIK 50, фірма Shell знову випустила на ринок автохімії серію препаратів під даною торговельною маркою, які були продемонстровані на MIMS-2004 (Московській міжнародній автомобільній виставці «Мотор-Шоу»).

Зараз найпоширеніші препарати цієї групи на основі політетрафторетилена (ПТФЕ). Застосування ПТФЕ (PTFE) обумовлене тим, що він занесений у Книгу рекордів Гінеса, як самий слизький матеріал у світі. Розроблювачем, власником зареєстрованої торговельної марки «Teflon» і одним з перших виробників тефлонових препаратів для автохімії (DLX-600 і ін.) є американська фірма «DuPont de Neumours & Company» (Дюпон), але вона нині припинила випуск препаратів цього класу.

За рекламним даними виготовлювачів, у процесі обробки ПТФЕ покриває поверхні тертя деталей, що заміняє тертя металу по металу тертям полімера по полімеру. Наведені в рекламних проспектах (SLIDER 2000 PTEF treatment team (Великобританія), Аспект-Модифікатора й «Супер Форуму» (Росія), NU-POWER і Antifriction PTFE (США) і ін. дані вказують на значне збільшення термінів служби обробленої полімерами техніки, зниження витрати палива й мастильних матеріалів на інші позитивні фактори.

Однак, незважаючи на представлені позитивні результати випробувань препаратів – відновлювачів на основі ПТФЕ, є цілий комплекс серйозних проблем з їхнім застосуванням. Так, триботехнічні дослідження й тривалі експлуатаційні випробування препарату «SLIDER 2000 PTEF», проведені в

Інституті автомобілів і причепів у м.Радоме (Польща), виявили ряд негативних наслідків використання даного відновлювача.

Тефлонове покриття на поверхнях тертя може поступово насичуватися дрібнодисперсними частками зношування й абразиву. У результаті утвориться подоба абразивного кола із пластичною матрицею з полімеру й різального інструменту із застряглих у ній надтвердих сплавів металів, що утворилися при схоплюванні тертьових поверхонь. Тертя полімер по полімеру може перейти до тертя в режимі абразивне коло - деталь.

Відзначається також, що застосування «SLIDER 2000 PTEF» сприяє утворенню смолистих відкладень із білим нальотом і нагару на днищах поршнів і поршневих кілець. Досить висока концентрація препарату в маслі, за даними розроблювачів, близько 4 % мас, може також приводити до зміни фізико-хімічних властивостей базового ММ.

Мали місце спроби створення подібного з'єднання на основі ПТФЕ і у Росії. Широку рекламну компанію вели автори препарату «Аспект-Модифікатор» на основі перфторпропиленоксиду, а також «Універсальний модифікатор», вироблених російськими фірмами «Амтек», «Автоконинвест», які пропонувалося вводити в моторні й трансмісійні масла.

Компанія «Форум» випускала групу спеціальних протизносних препаратів марки «Супер Форум», що містили поверхово активований фторопласт-4, розроблених в Інституті хімії Далекосхідного відділення РАН. Перевагою даного препарату можна вважати його невисоку вартість, у порівнянні із західними аналогами. Наприклад, англійський Slik-50R коштував у США від 25 дол., у Японії від 150 дол. Мінімальний розмір часток ПТФЕ становить менш 1 мкм, що дозволяє безперешкодно проходити через осередки масляного фільтра (діаметр близько 10 мкм) автомобіля й довгостроково втримуватися в мастильному матеріалі у зваженому стані.

Ряд фірм заявляють про застосування у своїх препаратах епіламних з'єднань («Універсальний модифікатор-2», ENERGIE 3000 і деякі інші). Найбільш відомий епілам марки 6-СФК-180

(ТУ 02-1229-82), що представляє собою 0,5-процентний розчин перфторполіефіра карбонової кислоти загального виду $RfCOOH$ (де Rf – радикал з вмістом фтору) у хладоні 113 (ГОСТ 23344-79).

Відзначено, що в процесі застосування епіламних препаратів вони можуть утворювати так звані структури Ленгмюра у вигляді спіралей, перпендикулярно орієнтованих до поверхонь тертя (рис.9.2).

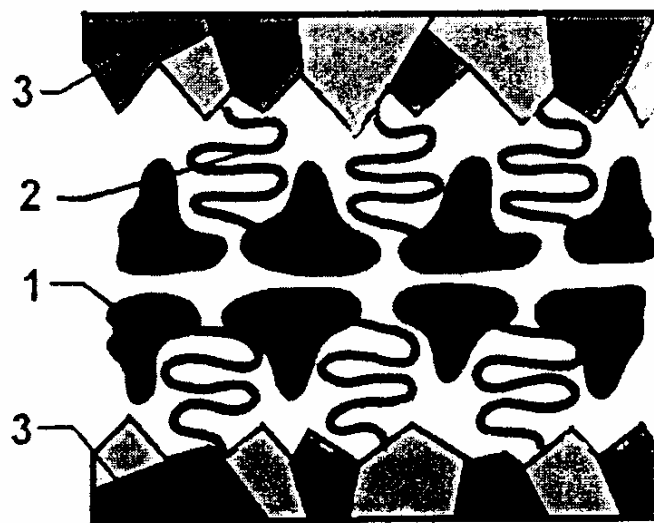


Рис.9.2. Фрагменти структури Ленгмюра на поверхнях тертя:

1 - мастильний матеріал; 2 - спіралевидні молекули епілама;
3 – поверхні тертя.

Такі структури, за даними розроблювачів, здатні надійно втримувати в зоні тертя мастильний матеріал і у зв'язку із цим значно знизити інтенсивність зношування й коефіцієнт тертя оброблених рухливих з'єднань.

Проте очевидно, що це препарат на основі фтороорганіки, із властивими йому позитивними й негативними властивостями.

Слід зазначити той факт, що зараз у країнах Західної Європи й США застосування в автохімії препаратів, що складаються з матеріалів з вмістом фтору, вкрай обмежено. Це викликано тим, що при горінні часток тефлону відбувається утворення у відпрацьованих газах, отруйних хімічних сполук,

близьких за складом до бойових отруйних речовин типу фосгену й деяких інших.

5.4. Геомодифікатори

У наш час рядом науково-технічних центрів розробляється новий напрямок в автохімії та трибології в цілому. Цей напрямок одержав найменування *«геотрибологія»* – тобто тертя, зношування й змазування в умовах застосування різноманітних мінералів і інших з'єднань геологічного походження.

Метою робіт у цьому напрямку є створення спеціальних добавок у паливно-мастильні матеріали на базі металокерамічних з'єднань, які змогли б вступати у взаємодію з контактуючими (тертьовими) ділянками деталей і формувати на них металокерамічний шар, що частково відновлює дефекти поверхонь тертя й мати високі антифрикційні та протизносні властивості. Такі матеріали, в основному на основі здрібненого й модифікованого серпентита, а також інших мінералів природного й штучного походження, одержали найменування *«геомодифікаторів»*.

Початком досліджень у даному напрямку стало незвичайне явище, виявлене при буравленні в Радянському Союзі надглибокої свердловини на Кольському півострові. Було виявлено, що при проходженні буровим інструментом (долотом) гірських порід, багатих мінералом серпентином (змійовиком), ресурс ріжучих крайок інструмента різко збільшувався.

Вивчення даного явища було організовано наприкінці 80-х років минулого століття в інституті «МеханОбр» (м.Ленінград) під керівництвом академіка В.І.Ревнивцева й при участі к.т.н. Т.Л.Маринича. Ними було встановлено, що даний ефект є наслідком розкладання серпентину в зоні буравлення з додатковим виділенням великої кількості теплової енергії. Внаслідок цього спостерігається розігрів матеріалу шарошки бурового долота, дифузія в нього елементів, що розклалися,

мінералу й утворення композиційної металокерамічної структури, що володіє високою твердістю й зносостійкістю.

Серпентин – група природних мінералів. Він зустрічається в декількох видах. Всі серпентини – зелені мінерали, що складають жирні на дотик масивні агрегати (рис.9.3). Вони мають шарувату структуру, що віддалено нагадує графіт.



Рис.9.3. Мінерал серпентину та волокна хризотилу під електронним мікроскопом

Із серпентинових порід добувають природний азбест (хризотил-азбест). Хризотил-азбест є мінералом групи серпентиніту, залягає в породі у вигляді жил, виконаних блискучим зеленуватим поперечно- або подовжньоволокнистим агрегатом. Елементарні волокна хризотилу являють собою згорнуті в найтонші трубочки серпентинові листочки, помітні лише під електронним мікроскопом.

В 1992 році колектив вчених (А.Ю. Хронів, Н.В. Уткін, В.В. Казарезов, А.І. Голубицький, І.В. Нікітін) з науково виробничої інноваційної фірми «ЭНИОН-БАЛТИКА» (м. Санкт-Петербург), створеної на базі ленінградської філії «Федерації інженерів СРСР «ЭНИОН»», продовжив роботи над створенням препаратів на базі серпентину. Препарат, що вони розробили, був названий НІОД (спрямована іонізація диспергуванням).

У січні 1993 група вчених у складі І.В. Нікітіна, А.К. Агафонова, П.Б. Арацкого, С.І. Бахматова й Е.А. Гамидова випусти-

ла перший ремонтно-відбудовчий склад (РВС) на базі Кольських серпентинітів. Ними були створені дві самостійних фірми – «Промремонт» (м. Санкт-Петербург) і «Високі технології» (м.Харків).

З квітня 1996 року по вересень 1999 року І.В.Нікітін працював із групою московських дослідників – В.І. Неждановим і В.І. Єрмаковим – у Науково-Технічному Центрі «Конверс-Ресурс», що був утворений Міжнародним Фондом Конверсії для реалізації РВС-технології на практиці.

В 1999 р. фахівцями новосибірської компанії ЗАТ «Промислові технології» подана заявка, а з 2001 р. отриманий патент на винахід власного ремонтного складу, що одержав торговельне найменування «Motor Doctor».

Зараз у цьому напрямку працюють ряд вітчизняних і кілька закордонних фірм.

Металокерамічний захисний шар, що утворюється на поверхнях тертя при потраплянні туди спеціального складу, виготовленого із природних мінералів, має справжні унікальними триботехнічні характеристики:

- мікротвердість 65...72 HRC;
- шорсткість 0,3...0,1 мкм;
- коефіцієнт тертя 0,003...0,007;
- температура руйнування 1700...2000 °С.

В основі методу лежить здатність триботехнічних складів за певних умов дифундувати в глибину приповерхневого шару металу атомів вуглецю, що викликає зміцнення його дислокації (виникнення «булатного» ефекту). Основою цих триботехнічних складів були синтетичні порошки оксидів металів – каталізаторів. Їхньою основою стали наступні серпентинизуючі ультрабазити: амфібол, біотит, ільнетит, магнантит, коротковолокнистий азбест, лизоргит, пиротин, петрандит, серпентин, тальк, альфа, орто й клинохризотил, халькопірит і т.д. Крім того, до складу триботехнічних сумішей можуть входити такі мінерали як каолінит, доломіт, графіт, шунгіт. Надалі дослідження пішли по декількох напрямках.

Точний компонентний і кількісний склад своїх розробок фірми намагаються тримати в найсуворішому секреті, тому ми можемо привести тільки результати незалежних досліджень препаратів сторонніми фірмами й літературно-патентні дані.

Так, відповідно до патенту РФ, що належать авторам-винахідникам В. В.Козлову та В.А.Михальченкову, геомодифікатор може мати наступний склад:

- $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (серпентиновий азбест) - 10...60 %;
- MgFe_2O_4 (шпінель) - 10...60 %;
- MoS_2 (дисульфід молібдену) - 1...20 %;
- H_2O (вода) - не більше 5 %;
- рідкоземельні каталізатори - інше.

Аналіз фазового складу препарату «РВС» рентгенодифрактометричним методом на дифрактометрі ДРОН-3 («Буревісник», Росія) дає підставу вказувати, що він містить фази серпентиніту $\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})_2(\text{OH})_8$ – суміш клино-, ортохризоліта, ізоморфні домішки Fe і Al, а також, можливо, у незначних кількостях — кремнезем SiO_2 і доломіт $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Елементний склад зразків РВС проводився рентгеноспектральним методом на аналітичному комплексі JMS-5300+Link ISIS («Jeol», Японія й «Oxford Instruments», Англія), а також на установці «Philips PW2400 spectrometer («Philips», Голландія).

Як видно, за хімічним та фазовим складом багато геомодифікаторів являють собою суміш класичного залізистого силікату (серпентину – $\text{Mg}_6\{\text{Si}_4\text{O}_{10}\}_2(\text{OH})_8$), що є формою цілого ряду мінеральних руд класу олівінів), кінцевими фазами якого є форстерит $\text{Mg}_2(\text{SiO}_4)$ і фаяліт (Fe_2SiO_4), а також у незначних кількостях кремнезему (SiO_2) і доломіти $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Дані мінерали кристалізуються в ромбічній сингонії, тобто є ізоморфними. При цьому в ряді серпентинів магній завжди частково заміщений закисом заліза. Як би це не було парадоксальним, але хімічний склад багатьох геомодифікаторів досить близький до складу порід (за винятком, природно, водню і з'єднань з вмістом водню), доставлених американськими

астронавтами й радянськими автоматичними станціями з поверхні Місяця.

Розглянемо порядок застосування металокерамічних матеріалів і механізм їхньої дії, що відновлює.

Для машин з різним ступенем зношування й пробігом від 50 000 км пробігу й вище рекомендується:

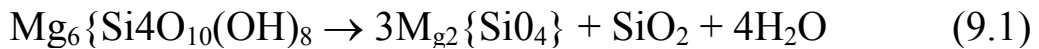
1. Злити старе масло, промити двигун.
2. Залити нове масло й прогріти двигун до температури охолоджувальної рідини 70...80 °С.
3. Виключити подачу палива в карбюратор і виробити з нього весь бензин.
4. Вивернути свічі й через кожний свічковий отвір увести в кожний циліндр по 5...10 мл складу.
5. Не вивертаючи свічі, стартером 5-6 разів прокрутити двигун протягом 10 с щораз і інтервалом між спробами в 30-40 с.
6. Ввернути свічі, подати паливо в карбюратор і запустити двигун.
7. Склад, що залишився, влити в заливну масляну горловину. Підняти оберти двигуна до 3000...3500 об/хв і підтримувати їх протягом 10-15 хв. За даними виробника, це дуже важливий момент обробки, тому що зниження обертів двигуна або його зупинка може істотно вплинути на результати обробки.
8. Зробити заміну масляного фільтра після пробігу 1500...2000 км. Моторне масло можна не міняти до 50 000 км пробігу, чим забезпечуються найкращі показники обробки.

Іноді рекомендується застосовувати геомодифікатори і для нових автомобілів. У цьому випадку склад вводиться безпосередньо в моторне масло, при дотриманні інших вимог по обробці, а зміну масляного фільтра рекомендується робити після 5000...6000 км пробігу.

Відновлення й зміцнення рухливих з'єднань металокерамічними матеріалами здійснюється за рахунок формування на поверхнях тертя структур підвищеної міцності, гальмування

процесів водневого зношування й охрупчування металу, підвищення термодинамічної стійкості системи «поверхня тертя – мастильний матеріал». Поверхнево-активні речовини (ПАВ) металокерамічного відновлювача, після введення в системи двигуна підготовляють поверхні тертя хімічно (каталіз) і фізично (суперфініш), очищаючи їх від нагару, оксидів, відкладень і т.д.

Відзначається, що для одержання необхідного ефекту від застосування геомодифікатора, має відбутися його руйнування по формулі:



До цього часу серпентин, наприклад, працює як простий абразив.

Після розкладання геомодифікатора в очищену зону тертя разом з каталізатором відбувається впровадження його керамічних і металокерамічних часток (фібрил). Зона контакту збіднюється вільним воднем, а поверхневі шари внаслідок дифузії змінюють свою структуру й збільшують міцність у кілька разів. У процесі подальшої роботи на поверхнях тертя формується органо-металокерамічне покриття, що частково відновлює дефекти поверхні тертя й володіє високими антифрикційними й протизносними властивостями.

Ряд дослідників вказують на наступні особливості застосування препаратів даної групи.

1. Ефект відзначається в основному на високонавантажених сталевих поверхнях, що мають з самого початку високу твердість.

2. Дослідженнями, проведеними в триботехнічній лабораторії фірми «ВПМАВТО» (м.Санкт-Петербург) за методом енергетичних потоків, встановлено, що геомодифікатори збільшують зношування хромованого кільця в парі тертя «хром - чавун» у два рази в порівнянні з базовим варіантом і ще більше - пари тертя «вкладиш - шийку колінчастого вала». Це є

наслідком вдавнення (вкраплення) у більше м'який матеріал часток, що не розклалися, геомодифікатора і їхнього функціонування як мікрорізців, закріплених у пластичній матриці.

3. При обробці металокерамічними матеріалами спостерігається істотне виділення вільної води, що, розкладаючись, може істотно підвищити водневе зношування інших деталей двигуна.

4. Відзначається порушення температурної стабільності обробленого двигуна, внаслідок додаткового теплового опору металокерамічного шару (до речі, як і полімерного теж) відводу тепла від поршня через поршневі кільця. Все це може привести до перегріву двигуна і його виходу з ладу, особливо на режимах перевантажень.

5. По цій же причині поряд зі зниженням концентрацій у відпрацьованих газах окису вуглецю (CO) і вуглеводнів (CH), спостерігається майже дворазовий ріст виходу окислів азоту (NO).

6. При застосуванні РВС-технології, у періоди припрацювання через зростання температури відзначаються випадки додаткового наднормативного вигорання масла й відпуски (зниження міцних властивостей) термооброблених поршневих кілець.

Із усього вищесказаного варто зробити висновок, що поряд зі здавалося б на перший погляд високою ефективністю геомодифікаторів і РВС-технології, залишається також безліч невирішених питань у їхньому застосуванні.

Ряд препаратів, які на наш погляд також варто віднести до геомодифікаторів, включають у свій склад інші мінерали, ніж серпентин, наприклад, бентоніт, нітрид бору, графіт і т.д.

Бентонітові глини одержали назву від форту Бентон, розташованого в штаті Вайомінг (США), де наприкінці минулого століття розпочався їх перший промисловий видобуток. Надалі практичний інтерес до бентонітових глин значно зріс, і їхнього родовища були розвідані майже на всіх континентах нашої планети. Так, монтморилоніт – найголовніший мінерал бенто-

нітових глин — одержав назву від міста Монтмориллон (Франція), поблизу якого був вперше виявлений.

Бентонітами незалежно від генезису варто називати тонкодисперсні глини, що складаються не менш ніж на 60...70% з мінералів групи монтмориллоніта, що володіють високою сполучною здатністю, адсорбційною й каталітичною активністю

Більш точну якісну характеристику природних бентонітів за одними тільки результатами їх хімічного аналізу дати досить важко. Для порівняно чистих бентонітів склад окремих компонентів, зокрема, окислів кремнію й алюмінію, і їх молекулярне співвідношення є характерною ознакою.

З теоретичної формули монтмориллоніта виходить, що молекулярне співвідношення окислів кремнію й алюмінію не повинне бути нижче — $1/4$; для мінералів гідрослюдистої групи це співвідношення близько — $1/3$ і каолінітової — $1/2$. При хімічному аналізі бентонітів звертають увагу на зміст K_2O (при зміні більше 1,5 % — гідрослюд). При виявленні в глинах більше 3 % MgO , проба направляється на мінералогічний контроль на палігорскит, що застосовується для приготування бурових розчинів при буравленні соленосних відкладень і т.д. Глини, що містять окис кальцію (більше 5 %), а також окис і закис заліза (більше 7 %), у ряді випадків можуть виявитися низькоякісними.

Загальними властивостями бентонітових глин є дисперсність, добра адсорбційна здатність, набухання, що сполучає здатність і інші характеристики.

Вміст Al_2O_3 (більше 25%) у природних бентонітах і втрати при прожарюванні (більше 10 %) вказують на можливу присутність у глинах мінералів каолінітової групи.

Дисперсність — характеристика розміру часток у дисперсних системах, які складаються з безлічі дрібних часток (дисперсної фази), розподілених в однорідному (дисперсійній) середовищі. За розмірами часток розрізняють грубодисперсні та вискодисперсні системи.

Бентоніти є важливим видом мінеральної сировини, що широко застосовується в промисловості, медицині, сільському

господарстві, та в багатьох інших галузях. Бентоніти у все зростаючих обсягах використовуються в практиці глибокого буріння для виготовлення високоякісних глинистих бурових розчинів, у ливарному виробництві й при окомкованні залізорудних концентратів у якості чудового сполучного матеріалу, у нафтопереробній, енергетичній, хімічній і харчовій промисловості в якості адсорбентів й каталізаторів, у будівельній і керамічній промисловості, у сільському господарстві (при виготовленні комбікорму й інших цілей), медицині та автохімії.

У природі бентонітові глини нерідко утворюють великі родовища, що мають промислове значення. Нині відома значна кількість родовищ бентонітів у всьому світі. Подібні родовища є в США, Франції, Індії, Греції, Росії, Грузії, Вірменії й інших країн.

Найвідомішими родовищами в Росії і в країнах ближнього зарубіжжя вважаються Гумбрійське й Асканське в західній Грузії, Тари-Варське в Татарстані, Зиряновське на Уралі, Курцевське в Криму й інш.

Найкращі результати керамічні матеріали показали в елементах трансмісії. Вони істотно знижують зношування й температуру в зоні тертя, у тому числі і у відкритих вузлах, таких як ланцюгова передача мотоциклів, шарніри карданних валів і т.д., маючи при цьому високі мастильні, водо- і брудовідштовхуючі властивості.

9.5. Кондиціонери (рекондиціонери) поверхні

В окрему групу препаратів варто винести кондиціонери й рекондиціонери металу.

Власне, зміст словосполучення *«кондиціонер поверхні»* стосовно до автохімії можна інтерпретувати, як речовина й механізм впливу на поверхню речовини, що дозволяють відновити структуру й склад, на яку він впливає, за допомогою доставки необхідних компонентів (речовини або енергії) від зовнішніх джерел.

Механізм дії препаратів даної групи заснований на взаємодії (адсорбції) їх поверхнево-активних речовин (ПАВ), наприклад, з'єднань на основі фторокарбоната (смоли) кварцу, хлоропарафінів, естерів (ефірів – продукту спеціальної переробки копри кокосового горіха, а також смол ряду хвойних дерев і т.д.) з поверхнями тертя.

Найбільш відомим препаратом цього класу є антифрикційний кондиціонер металу «Eneergy release» («звільняючу енергію»), розроблений за деяким даними американською компанією Entech Corp., у рамках абсолютно закритої програми по створенню літака-невидимки «Stealth». Він був створений спеціально для турбін реактивних двигунів і інших вузлів і механізмів, що працюють у надважких умовах, коли звичайні СМ не забезпечували необхідних властивостей.

Фізико-хімічні дослідження «Eneergy release», проведені за участю Центра лазерної технології при Інституті загальної фізики РАН, вказують на утворення на поверхнях тертя сервовитної плівки з найчистішого заліза. В умовах застосування «Eneergy release» спостерігається значне зниження мікрошорсткості поверхонь з 1 до 0,01 мкм – тобто до рівня дзеркальної поверхні, що дозволяє в 5...12 разів знизити зношування деталей і механізмів двигуна. Результати розрахунків показали, що використання «Eneergy release» на серійному моторі без усяких конструктивних доробок дозволяє одержати приріст потужності на 3,73 кВт (5 л. с).

Науково-виробнича компанія «Лабораторія триботехнології» (м. Зеленоград) – член Московської торгово-промислової палати (МТПГТ) і Міжнародної асоціації виробників автокомпонентів (AIA) – розробила й випустила аналог даного препарату – рекондиціонер металу Fenom (Феном), що у цей час інтенсивно просувається на автомобільний ринок і входить у цілу групу різних продуктів для автохімії. Назва FENOM утворена від Fe позначення заліза в таблиці Менделєєва й NOM – від латинського Nomen - основа основ, ім'я.

Кондиціонування металу при використанні препарату Феном («Феном») полягає в пластифікуванні поверхонь тертя й формуванні на них найтоншого шару, за властивостями близького до сервовитної плівки, характерної для ефекту безизносності. Це обумовлено вибірним розчиненням речовинами кондиціонера легуючих елементів конструкційного матеріалу деталі й утворенням структури, що складається із чистого заліза із включеними в нього залишковими фазами вуглецю.

Іонізовані молекули кондиціонерів (рекондиціонерів) металу, проникаючи в середину металевої поверхні, змінюють її структурний склад, а, отже, міцності й антифрикційні властивості. При цьому ділянки, що контактують, покриваються досить стійкими полімерними й поліефірними структурами, створюючи ефект міцної «масляної шуби», здатної виключити безпосередній контакт тертьових з'єднань між собою. Це дозволяє істотно знизити в рухливих з'єднаннях втрати на тертя і їх інтенсивність зношування, у тому числі при пуску, розгоні, режимах перевантажень і т.д.

ФЕНОМ забезпечує реальний ефект при концентрації всього 3 % від обсягу моторного масла, у той час як багато інших препаратів подібного призначення вводяться в пропорції до 25 %, що може порушити збалансований склад масла. Препарат можна заливати у двигун, коробку передач, задній міст і т.д. у будь-який момент і при будь-якому пробігу автомобіля. Кількість препарату для кожного конкретного агрегату зазначено в інструкції.

Обробку двигуна набагато краще пристосувати до зміни моторного масла. При цьому рекомендується використовувати 5-хвилинне промивання двигуна з ФЕНОМ. Препарат у складі промивання не тільки забезпечує захист двигуна, але й підвищує енергетику очисника, підсилюючи його миючі властивості.

За даними професійних аналітиків комплексне застосування FENOM на всіх етапах виробництва й експлуатації дозволяє збільшити ресурс механізму в цілому в 3-6 разів, на

етапі експлуатації – від 2 до 5 разів; одержати додаткову економію енергетичних і матеріальних ресурсів від 10 до 40 %.

9.6. Шаруваті добавки

Наступну групу препаратів можна об'єднати в поняття «шаруваті добавки». Препарати, віднесені до даної групи, включають у свій склад елементи з низьким зусиллям зрушення між шарами, наприклад, дисульфід молібдену (MoS_2), трисульфід молібдену (MoS_3), диселеніт молібдену (MoSe_2), дисульфід вольфраму (WS_2) і тантала (TaS_2), графіт, нітрид бору (BN — білий графіт) і деякі інші.

Розглянемо механізм поновувальної, в основному антифрикційної і протизносної дії графіту і дисульфиду молібдену, який аналогічний і для інших матеріалів подібної структури.

Слово «графіт» походить від грецького кореня «графо» — пишу, тому що він здавна застосовувався для виготовлення грифелів олівців і т.д. Приблизно з XV століття графіт почали застосовувати для виготовлення тиглів. В XVI столітті почався видобуток графіту в Англії, де він став використовуватися для олівцевих грифелів замість свинцевих. У зв'язку із цим його спочатку навіть і називали «плюмбаго» (від латинського «плюмбум» — свинець). Цікаво й те, що його довгий час зовсім не відрізняли від іншого твердомастильного матеріалу — молібденіту. Стародавні греки молібденіт зазвичай плутали із графітом, а іноді й зі свинцем (по-грецьки «молібдос»).

Одним з перших використовував графіт як тверде змащення видатний російський механік-самоучка Іван Петрович Кулібін (1735-1818) — винахідник безлічі різних механізмів, автор «дзеркального ліхтаря» (прототип прожектора), семафорного телеграфу й т.д. Перебуваючи на службі російської імператриці Катерини II, він був зобов'язаний виготовити її престарілій величності повільний і безшумний палацовий ліфт. Для цього ліфта необхідні були особливі мастильні матеріали, тому що розповсюджені в той час змащення з рослинного масла,

сала й тим більше дьогтю, не могли бути використані через неприємний, що віддає «селом і мужиками» запахом. Застосування Кулібіним твердого змащення із графіту дозволило оригінально вирішити цю делікатну проблему.

Трохи пізніше в 1812 році Генрі Томас Хардакр запатентував в Англії суміш графіту й свинячого жиру в пропорції (1:4) для одержання пластичного мастильного матеріалу.

У кристалічних ґратах графіту (рис.9.4) атоми вуглецю розташовані в паралельних площинах, розміщених одна від іншої не більше, ніж на 0,335 нм, а в кожному шарі вони розміщені у вершинах правильних шестикутників з довжиною сторони 0,142 нм. Так як сили взаємного притягання між атомами тим менші, чим більші відстані між ними, то атомні зв'язки в шарах значно більші, ніж між шарами. Це дозволяє графіту при терті без особливих зусиль зміщатися (зрізатися) уздовж шарів, розділяючи третьові поверхні від безпосереднього контакту.

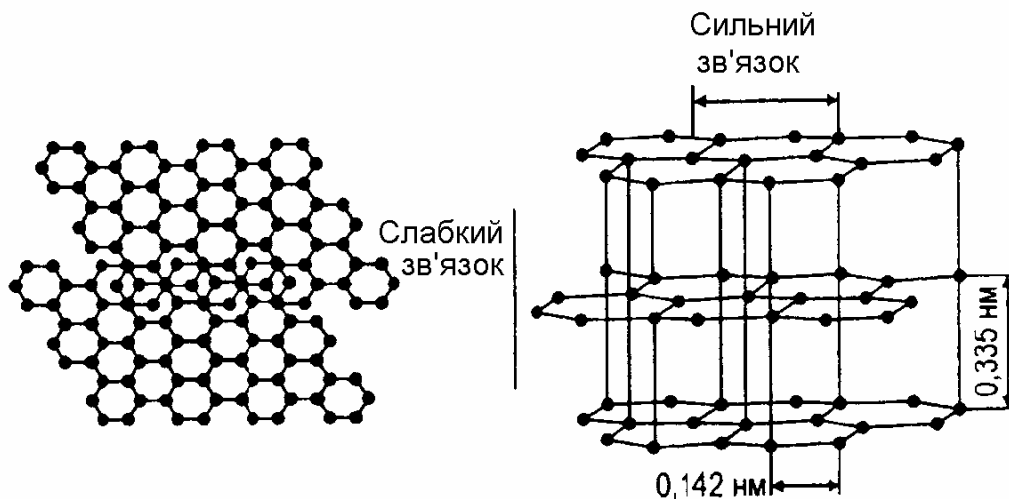


Рис.9.4. Схема кристалічних ґрат графіту

Наведена модель не є повною, тому що деякі факти не дозволяють повністю описати механізм мастильної (захисної) дії графіту тільки шаруватою структурою. Наприклад, сила тертя при застосуванні графіту в сухому повітрі вище, ніж у вологому; в атмосфері азоту істотно вище, ніж на повітрі,

причому в сухому азоті вище, ніж у вологому, а у відновленому середовищі суміші газів графіт взагалі не має гарної мастильної здатності. Таким чином, наявність плівки вологи або окисних плівок на поверхнях тертя є необхідною умовою для прояву графітом своїх максимальних мастильних властивостей.

Ультрадисперсний графіт входить до складу практично всіх мастильних матеріалів, що випускаються бельгійською компанією MARLY під маркою BLACK GOLD, технологічного партнера гонок Формули-1, «Форд», «Рено» і ряду російських автозмагань. Наприклад, 100-процентне синтетичне моторне масло Black Gold Bio Carat спеціально розроблене для використання в автоспорті. Воно містить унікальне колоїдне змащення, основою якого є графіт, а також до 65 % естерів і за даними виробника різко знижує тертя й зношування тертьових з'єднань, збільшує потужність двигуна й знижує витрати палива.

Кристалічні грати дисульфиду молібдену (рис.9.5) схематично подібні до ґрат графіту: між атомами молібдену й сірки є досить сильні зв'язки, у той час як відстань між шарами сірки відносно більша. Завдяки цьому дисульфід молібдену може надійно працювати при негативних температурах (до -50°C), а також у вакуумі. Однак при температурі 538°C молібденіт перетворюється в триоксид, що є абразивним матеріалом.

З дисульфідмолібденових добавок і мастильних матеріалів цієї групи найбільш відомі препарати німецької фірми LIQUI MOLY (рідкий молібден), такі як антифрикційне змащення Oil Additiv, засіб для довгострокового захисту двигуна Motor Protect, присадка для трансмісійного масла Getriebeoil Additiv і ін.

Найбільш відомі спеціальні змащення з вмістом молібдену для високих механічних і термічних навантажень у шарнірах карданів і рівних кутових швидкостей. Так багатоцільове змащення Molybden ефективно при дії ударних навантажень, стійке до окислювання й, що найбільше важливо, здатне захищати деталі, що змащуються від корозії навіть у випадку потрапляння в змащення води.

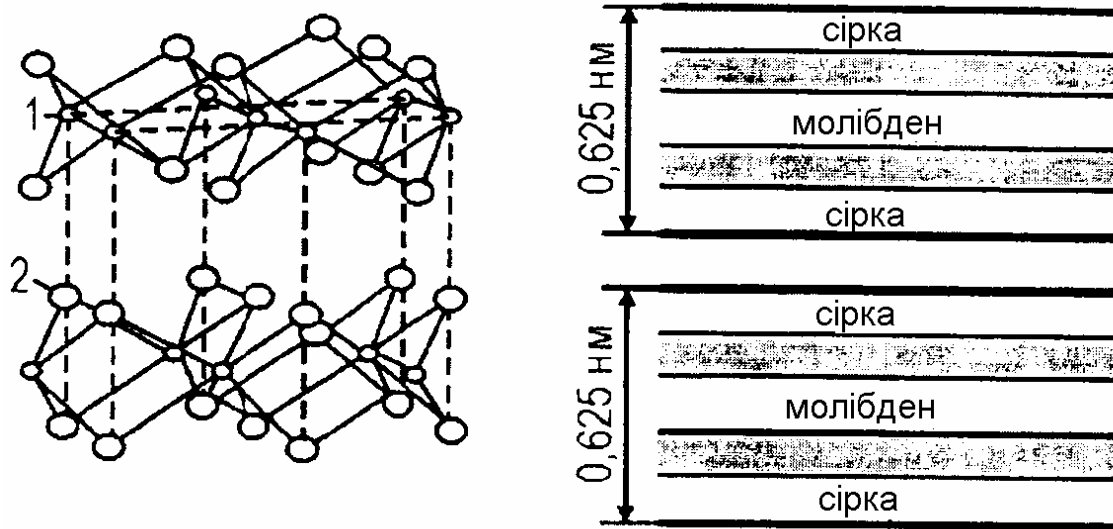


Рис.9.5. Шарувата структура дисульфиду молібдену:
1-сірка; 2-молібден

Досить відоме моторне масло MANNOL Molibden німецької фірми SCT GmBH, що містить дисульфід молібдену й широко представлене в мережі магазинів Росії, що реалізують мастильні матеріали.

Слід зазначити, що препарати, масла й змащення цього класу (BLACK GOLD, MANNOL Molibden, Motor Protect, Getriebeoil Additiv, ELF Multi Mos 2, Molybden і ін.) мають чорний або темно-сірий колір внаслідок вмісту в них графіту або дисульфиду молібдену, що може бути їхньою характерною властивістю.

Нітрид бору (BN) – така сполука речовини, що іноді її називають білим графітом. Його одержують, прожарюючи технічний бор або окис бору в атмосфері аміаку. Це білий, схожий на тальк порошок, але подібність із тальком чисто зовнішнє, набагато більше й глибше подібність аморфного нітриду бору із графітом. Однаково побудовані кристалічні решітки, обидві речовини з успіхом застосовують у якості твердого високотемпературного змащення.

Відому схожість із вуглецем проявляє й сам бор, а не тільки його сполуки з азотом. Це не повинно дивувати. Бор і вуглець – сусіди по періодичній таблиці Д.І.Менделєєва, обидва елементи – неметали, мало відрізняються розміри їх атомів і іонів. Головний наслідок цієї подібності - швидкий розвиток хімії бороводородів, що, на думку багатьох учених, може згодом стати «новою органікою». Нагадаємо, що класична «органіка» (органічна хімія) - це, по суті, хімія вуглеводнів і їхніх похідних.

Найбільш відомі препарати автохімії, що містять нітрид бору – це «Ceramic Engine Protector», «Ceramic Gear Treatment» та інш. виробництва голландської фірми Petromark Automotive Chemicals BV (торговельна марка - Р.М.Херамік).

При роботі шаруватий матеріал заповнює (згладжує) мікронерівності поверхонь тертя, внаслідок чого до 50 % знижується коефіцієнт тертя й зношування оброблених поверхонь. Дані добавки необхідно вводити при кожній заміні масла, тому що при роботі двигуна на чистому маслі відбувається інтенсивне вимивання часток графіту (дисульфиду молібдену й т.д.) з мікронерівностей і винос їх із зони тертя.

Діаметр часток повинен бути більше максимальної висоти мікронерівностей, тобто параметра шорсткості, щоб розділяти тертьові поверхні. Тому в західних фірмах дисульфід молібдену і графіт перемелюються в кульових млинах кілька діб, а потім ретельно калібруються (просіваються). У трансмісійних маслах і консистентних змащеннях, де небезпека деструкції (розкладання), випадання в осад і засмічення фільтрів не настільки актуальна, застосування мастильних матеріалів на основі дисульфиду молібдену, графіту й ін. шаруватих добавок досить ефективно.

Варто пам'ятати, що продукти окислення дисульфиду молібдену складаються з окису молібдену (MoO_3), що володіє високою абразивною здатністю й сірки – корозіоноактивного компонента. Так при руйнуванні (розриві) пильовика на ШРУС, відбувається відмова не тільки внаслідок влучення усередину абразиву (бруд), а також і тому, що під впливом кисню

відбувається розпад дисульфиду, а попадаюча волога сприяє утворенню сірчаної кислоти (H_2SO_4) і виникненню «стоп-ефекту», описаного в середині минулого століття вітчизняним класиком трибології професором І.В.Крагельським.

Після того як в умовах надвисоких тисків і високих температур вдалося перебудувати кристалічну решітку графіту й одержати штучні алмази, подібну операцію провели й з білим графітом (нітридом бору).

Умови досліду, у якому це вдалося зробити, були такими: температура 1350 °С, тиск 62 тис. атм. З автоклава вийняли невизначеного кольору кристали, зовні зовсім непомітні. Але ці кристали дряпали алмаз. Правда, і він не залишався в боргу й залишав подряпини на кристалах нітриду бору.

Цю речовину назвали боразоном. Хоча твердість алмаза й боразона однакова, останній має два дуже значимих для техніки переваги. По-перше, боразон більше термостійкий: він розкладається при температурі вище 2000 °С, алмаз же загоряється при 700...800 °С. По-друге, боразон краще, ніж алмаз, протистоїть дії ударних навантажень, - він не настільки тендітний.

9.7. Особливості проведення безрозбірного відновлення

Відомо, що певні групи відновлювачів внаслідок особливостей функціонування можуть проявляти свої максимальні якості в одних умовах і бути менш ефективні в інших, а можуть бути марні, а іноді навіть шкідливі.

Незважаючи на те, що способи застосування більшості відновлювачів були розглянуті раніше, необхідно звернути увагу на ряд загальних, але досить важливих особливостей їхнього застосування.

Категорично забороняється використання будь-яких препаратів, що знижують тертя, в автоматичних коробках передач, що неминуче приведе до їхньої відмови.

Тому зараз, на багатьох тефлонових препаратах – відновлювачах дається попередження: «Не заливати в період обкатування!».

Загальні правила:

1. Перед введенням відновлювачів у мастильні матеріали, необхідно перевірити стан ущільнень.

Головною умовою тривалої й надійної роботи цих вузлів є справний стан ущільнювальних пристроїв і різних захисних кожухів. Наявність значних втрат масел (течі) може привести до виносу частини компонентів відновлювачів й зниженню очікуваних результатів впливу. Потрапляння вологи в більшість металоплакуючих і матеріалів з вмістом молібдену приводить не тільки до значного зниження їх мастильних властивостей, але й до підвищення корозійних процесів у тертьових сполуках, що найбільше небажано в різних підшипникових вузлах ходової частини автомобіля. У зв'язку із цим несправні ущільнення, захисні кожухи й чохли варто обов'язково замінити на справні або, краще, на нові.

2. Провести очищення (промивання) масляних систем, картерів коробок передач і розподільних коробок, мостів і т.д.

При підготовці до введення консистентних змащень – відновлювачів, необхідно ретельно очистити заправні порожнини від залишків старого змащення, що може містити абразивний матеріал, частки зношування й вологу.

Необхідно вказати на той факт, що якщо двигун або трансмісія колись раніше були оброблені політетрафторетиленом або шаруватим препаратом, то, по запевненнях фірм-виготовлювачів, більшість поверхонь тертя у цей час повинні бути покриті полімерними плівками (дисульфідом молібдену, графітом і т.д.) і в цьому випадку будь-які інші препарати неефективні або малоефективні. У цьому випадку, вони або не вплинуть на стан обробленого вузла, або можуть осісти у вже звужених тефлоном каналах і фільтрах.

Якщо ретельне очищення (промивання) масляної системи після застосування шаруватих добавок і експлуатація на

чистому маслі до наступної зміни, дозволяють створити умови для подальшого використання інших відновлювачів, то політетрафторетилен, як вказується в керівництвах по його застосуванню, може перебувати на поверхнях тертя до 80 000 км пробігу.

3. Замінити повітряний, паливний і масляний фільтри на нові, а потім заправити свіже моторне масло по нижньому рівні, залишивши частину на приготування композиції з відновлювачів і наступний долив.

Якщо після контрольного пробігу 500... 1000 км, масло стало чорним, бажано операції очищення систем двигуна повторити, тим більше що промивні рідини, після фільтрації й відстоювання протягом 7...10 днів і видалення осаду, можуть застосовуватися повторно 3...4 рази.

4. Препарати перед введенням повинні мати плюсову температуру (не менш +20 °С) для повного їхнього видалення з упакування й легкості ведення.

Категорично забороняється їх підігрів на відкритому вогні, електроплитці й т.д. У цих цілях використовуйте витримування в теплому місці, струмінь гарячої води або повітря.

5. Безпосередньо перед введенням флакон, тубу, пухирець, каністру необхідно ретельно струшувати протягом 2...3 хв.

6. Введення препаратів доцільно здійснювати не в картер двигуна, коробки передач або редуктора (мосту), а в попередньо підготовлену ємність моторного або трансмісійного масла (наприклад, 10 %) перед їхньою заміною.

7. Отриману композицію мастильного матеріалу (масла) і препарату ретельно перемішати протягом 3...4 хвилин і тільки потім ввести у двигун (рис.9.6), картер або заправну порожнину.

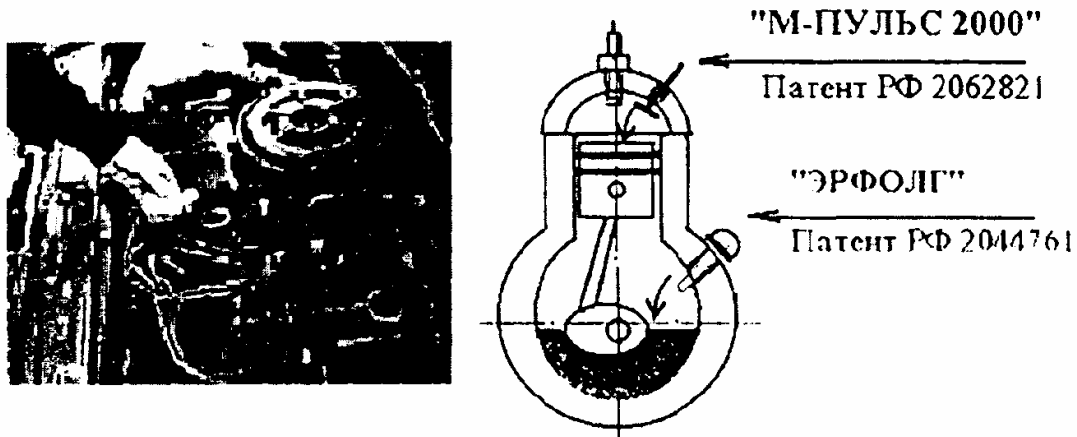


Рис.9.6. Схема безрозбірного відновлення ДВС
(Патенти РФ №№2062821, 2044761)

Операції по введенню тефлонових препаратів доцільніше робити на холодному двигуні, щоб максимально зменшити можливість передчасної полімеризації ПТФЕ під час заливання.

8. Після введення запустити двигун і здійснити контрольний пробіг на 10...15 км або залишити його працюючий мінімум на 30 хв.

При застосуванні різних відновлювачів у механічних коробках передач для більш рівномірного нанесення покриття на контактні поверхні зубчастих коліс необхідно в період обробки два-три рази здійснити рух автомобіля заднім ходом на мінімальну відстань 250...300 м.

9. Оброблений автомобіль необхідно експлуатувати для досягнення більш високих техніко-економічних показників. При тривалому зберіганні компонента відновлювачів можуть розшаруватися, відклатися не в тому місці, отримані покриття можуть піддаватися корозії й т.д. Наприклад, якщо інтенсивна експлуатація автомобіля взимку не планується, відкладіть безрозбірне відновлення на весну.

Додаткові рекомендації варто брати із прикладених фірмами-виготовлювачами інструкцій і описів продукту.

Операції безрозбірного відновлення двигунів внутрішнього згоряння найбільше доцільно проводити на станціях технічного обслуговування автомобілів (СТОА), однак через достатню простоту застосування технологій процес може бути здійснений як в автотранспортному підприємстві, так і у звичайному гаражі (автостоянці) і навіть на шляху.

Найчастіше безпосередньо після обробки швидкісні характеристики (вибіг, розгін і ін.) відразу починають поліпшуватися на 10...25 %. При подальшій експлуатації триває відновлення зношених поверхонь тертя. Досягнуті результати збільшуються до пробігу 1,5...5 тис. км, залишаються більш-менш стабільними до пробігу близько 15 тис. км, а потім починають поступово знижуватися, частково зберігаючись до 30...50 тис. км пробігу.

Заміну моторного масла, повітряних, паливних, масляного фільтрів роблять за вимогами заводу-виготовлювача (в основному через 10 тис. км пробігу).