

УДК 620.1:621.892

Солона О.В.

Лобань Ю.М.

(Вінницький національний аграрний університет)

ВИКОРИСТАННЯ НАНОАЛМАЗІВ В ЗМАЩУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ І НАДІЙНОСТІ РІЗНИХ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

В статтє предоставлен один из способов повышєния качества смазочных материалов путем добавления в них алмазных порошков высокой дисперсности.

In the article one of methods of upgrading lubricating materials is given by addition in them of diamond powders of high dispersion.

Вступ

На сьогоднішній день автотракторний парк і виробниче устаткування підприємств сильно зношені. Багато механізмів перевищили свій ресурс в два і більше разів. Фінансові можливості підприємств не дозволяють проведення його оновлення в короткий термін. Все більш актуальними стають завдання зниження енергоспоживання. Таким чином, підвищення міжремонтного ресурсу машин і механізмів, зниження витрати паливно-мастильних матеріалів і енергоносіїв є одним з найважливіших завдань теперішнього часу.

Постановка завдання

Одним із способів вирішення цих завдань є підвищення якості змащувальних матеріалів шляхом введення в базові змащувальні матеріали різного роду добавок-присадок і наповнювачів.

У жорстких умовах експлуатації характерних для більшої частини сучасних машин, наявності масла розчинних присадок в змащувальних матеріалах, як рідких, так і пластичних, часто недостатньо для утворення і збереження міцного і стійкого граничного шару, який протягом тривалого часу надійно включав би металевий контакт між вузлами тертя.

Основна частина

Достатньо універсальним, високоефективним і економічним способом поліпшення роботи вузлів тертя, практично за всіх умов експлуатації машин, зокрема важконавантажених і енергонапружених, є застосування в змащувальних матеріалах високодисперсних твердих добавок (наповнювачів).

Такі добавки багатофункціональні, тому їх все ширше застосовують для поліпшення антифрикційних, протизносних, протизадирних і деяких інших властивостей масел. В порівнянні з присадками, їх негативний вплив на фізико-хімічні властивості масел мінімальні.

Перевага високодисперсних наповнювачів, зберігається як при низьких, так і при високих температурах. Незаперечною їх якістю – позитивна дія на стан поверхонь тертя, граничного і змащувального шарів. Для поліпшення якості змащувальних матеріалів і роботи вузлів тертя, зазвичай застосовують одну високодисперсну добавку, рідше – двох видів. Але і в цих випадках вдається помітно скоротити, а іноді і відмовитися від застосування багатьох маслорозчинних присадок.

Найбільшого поширення, як тверді добавки, набули шаруваті наповнювачі кристалічної структури: графіт, дисульфід молібдену, нітрит бору. Рідше застосовують слюду, сажу, деяку високодисперсну порошу металів, їх оксидів і солей – сульфід, селени дії, йодидів і деяких інших з'єднань з частинками, розміром 1-20 мкм. У раді випадків, наповнювачі мають атомарну будову (високдисперсна пороша металів), або аморфну структуру (силікатні полімери).

Нові можливості в створенні змащувальних матеріалів з покращуваними властивостями, відкриває застосування ультра дисперсних порошоків, з частинками, розміром 10-100мкм і питомою поверхнею до 450м²/г.

Досвід виготовлення і використання алмазних порошоків статичного синтезу в нанорозмірному діапазоні (розмір частинок менше 100 нм) в інституті надтвердих матеріалів НАН України вираховується трьома десятиліттями.

Традиційно субмікропорошки в стані поставки обмежуються за кількістю вологи (менше 1 %) і масовою часткою домішок (менше 2 %). Це алмаз кубічної сингонії, хімічна очистка якого повністю видаляє графіт. Питома поверхня нанорозмірних порошоків по адсорбції азоту складає ~ 40 – 45 м²/г; 60% поверхні частин складають гідрофільні центри, іншу частину – гідрофобні.

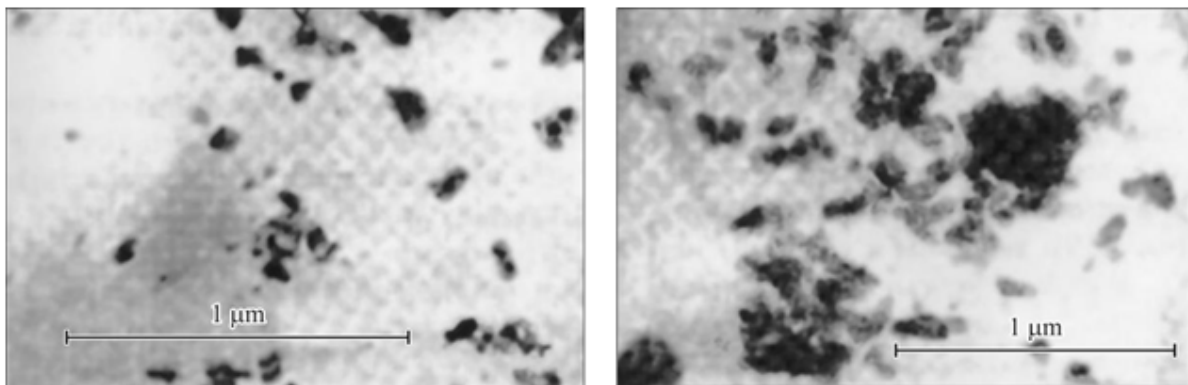


Рис. 1. - Порошок статичного синтезу марки АСМ5 0.1/0.

На рис. 1 представлені електронно – мікроскопічні фото порошку АСМ5 0.1/0, що містить біля 20 % фракції 100 нм = 0,1 μm; інші частинки менші.

Порошок в стані поставки представляє собою агломерати розміром 0,5 – 50 мкм (μm), які складаються згідно електронно – мікроскопічних досліджень, із сферичних частинок з переважним розміром 15-20 нм.

Наноалмази, володіючи комплексом унікальних властивостей, що відрізняють їх від відомих наповнювачів, краще всього підходять для вирішення цих завдань. Вони мають надто малі розміри (2-10 мкм), форму, близьку до сферичної, і володіють дуже великою питомою поверхнею (до 450м²/г) і високою поверхневою енергією.

Надто малі розміри наноалмазів приводять до того, що роль між фазних взаємодій надзвичайно зростає. Наявність на поверхні високо полярних і реакційно здатних груп, зосереджених в малому об'ємі, визначає високу активність дії частинок на навколишнє середовище.

Таким чином, наноалмази, на відміну від звичайних мілко дисперсних порошоків – наповнювачі, є не наповнювачем, а структуротворним матеріалом.

Для такого зазору загальна площа проекції частинок на поверхні тертя в 1см² складає ~3см², між фазна поверхня в подібній дисперсній системі ~1,2м² на 1 см³ об'єму ЗМ.

Таке число малих частинок в зоні трібоскладових, надійніше розділяє поверхні тертя: практично зникають адгезійні явище, і збільшується міцність змащувальної плівки.

Наноалмази покращують фізико-механічні властивості гідродинамічних плівок масел, в структурі яких вони знаходяться, завдяки двом основоположним властивостям – малому розміру (високій питомій поверхні і ступенів дисперсності в середовищі) і високій поверхневій енергії і зароблення мікродфектів спряжених поверхонь, а також знов утворених. Цей процес практично закінчується досягши певної фактичної площі контакту, при якій реалізується напіврідинний або рідинний режим змащування.

Крім того, наявність великого числа малих частинок наноалмазу і суміжних з ними частинок зношування приводить до зміцнення поверхневого шару, заповнення мікротріщин рельєфу, утворення замкнутих рідкокристалічних утворень, що також збільшує несучу здатність сполучень.

Аналіз подібних систем, показує можливість активнішого управління якістю роботи таких трібоскладових. Представляємо можливим змінювати концентрацію малих частинок, співвідношення аморфного нановуглецю і алмазу граничної твердості, в'язкість змащувальних рідин, а також використовувати плівко твірні активні речовини. В результаті можна вирішувати весь спектр завдань, пов'язаних з мінімізацією тертя і зносу в сполучених деталях машин і систем. Крім того, наноалмазом є могутній радикал-донор, здатний гасити інтенсивні процеси окиснення масла, тому термін служби змащувальних матеріалів з наноалмазами, значно підвищується, наприклад, внесенням наноалмазів до моторного масла, термін його служби в двигуні, можна продовжити в 2-3 рази.

Для змащувальних матеріалів різного призначення, розроблена серія багатофункціональних алмазовмістовних і алмазокомпозитних добавок під торговим найменуванням «Формула АВ» по ТУ У 24.6-31234143-001-2001.

Ці добавки можуть виконувати функції, як захисно-відновного характеру, так і ремонтно-відновного. Якщо ряд захисно-відновних добавок, використовує унікальні властивості наноалмазу в змащувальних матеріалах, то серія ремонтно-відновних добавок має в своєму складі не тільки модифіковані наноалмази, але і плівко твірні інгредієнти, отримані в результаті багатоступінчатого хімічного синтезу. Застосування даних матеріалів характеризується ремонтно-відновним ефектом, внаслідок формування захисного антифрикційного зносостійкого композиційного покриття, модифікованого наноалмазами.

Найбільший ефект від застосування алмазомістких трібоскладових, отриманих в режимі найбільш економічного і високопродуктивного накопичення, може бути досягнутий в матеріалах і продукції, використовуваних в основних галузях масового виробництва в машинобудуванні, при експлуатації виробничого і технологічного устаткування, в автотранспортній, сільськогосподарській, гірничодобувній і іншій техніці, а також при екстремальних умовах – знижених і підвищених температурах, збільшених силових і швидкісних навантаженнях.

Розроблені трібоскладові достатньо ефективні в моторних маслах для двигунів внутрішнього згорання. Добавка помітно покращує антифрикційні, протизносні і противозадирні властивості моторного мастила, не знижуючи їх термоокислювальну стабільність і не підвищуючи корозійну агресивність по відношенню до кольорових металів і сплавів. Масла з такою добавкою рекомендуються, як для всіх режимів обкатки, прироблення, так і експлуатації нових, зношених і відремонтованих двигунів внутрішнього згорання.

Застосування алмазостійких добавок в широко використовуваних індустріальних і трансмісійних маслах, працюючих в широкому діапазоні навантажень, швидкостей і температур, забезпечує поліпшення не тільки змащувальних властивостей цих масел, яке і якість поверхонь тертя, завдяки їх постійному приробленню і зміцненню.

Системний контроль складу і якості синтезуючої сировини, для виробництва алмазостійких трібоскладових дозволив включити в систему контролю якості готової продукції, ряд важливих трібологічних параметрів.

Практичне застосування наноматеріалів і продукції на їх основі, зокрема з наноалмазами, знайшло місце в ряді промислових підприємств України:

ЗАТ «Нікопольський завод нержавіючих труб», ВАТ «Мотор Січ», НЕК «Укренерго», Козенне науково-виробниче об'єднання «Форт», Криворізький Центральний ГЗК, Донецький металургійний завод, шахта «Комсомолец», Алчевський металургійний комбінат, Харківський авторемонтний завод, Іллічевський порт, Харківський м'ясокомбінат, ВАТ «Днепротяжмаш», Дніпродзержинський металургійний комбінат.



Висновки

1. Результати лабораторних і виробничих випробувань показали, що масла з наноалмазом значно зменшують коефіцієнт тертя, знос поверхонь тертя, покращують плавність переміщення вузлів, знижують шум передач.

2. У пластичних мастилах ультра дисперсні алмази, що вводяться у складі базового масла, безпосередньо, або через проміжне середовище, можуть залежно від вживаної технології, брати участь у формуванні їх структурного каркаса. Подібні мастила з наноалмазами значно знижують знос і коефіцієнт тертя, збільшують несучу здатність сполучень.

3. Висока і економічна ефективність змащувальних матеріалів з добавками наноалмазів. Наприклад, їх застосування в автомобільних моторних маслах повністю окупається в перших 1-1,5 тис.км. пробігу, тільки за рахунок економії палива і за 150-250км пробігу за рахунок збільшення ресурса роботи деталей.

Література

1. Н. В. Новиков, Г. П. Богатырева, М. Н. Волошин *Детонационные алмазы в Украине, Физика твердого тела*, 2004, том 46, вып.4
2. Ю. И. Никитин, С.М. Уман, Л. В. Коберниченко, Л. М. Мартынова. *Порошки и пасты из синтетических алмазов* Наук. Думка. Киев (1992). 284 с.
3. В. Д. Андреев, М.Н. Волошин, В. А. Лукаш и др. *Сверхтвердые материалы* 5, 25 (1984).
4. В. Д. Андреев, А.С. Вишневикий, М.Н. Волошин, и др. *Сверхтвердые материалы* 3, 8 (1980).