

2. Данчук В.Д. Аналіз ефективності застосування синергетичної моделі представлення контенту в системі віртуальної освіти / В.Д. Данчук, Ю.С. Лемешко, Т.А. Лемешко // Вісник НТУ. – К.: НТУ, 2008. – Вип.17 (ч.2) – С.293-301.

3. Жуков В. Персоналізація електронного обучения // Труды Всероссийского научно-методического симпозиума «СКО-2007». – Ростов-на-Дону, 2007. – С.118-123.

УДК 678.01:531.43

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МАСТИЛЬНОЇ ДІЇ ОЛИВ ІЗ РІЗНИМ ЯКІСНИМ СТАНОМ В УМОВАХ НЕСТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ ТЕРТЯ (частина I)

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук

Мнацаканов Р.Г., доктор технічних наук

Білякович О.М., кандидат технічних наук

Богайська К.В., аспірант

Постановка проблеми. Надійність агрегатів трансмісій автотранспортних засобів, що експлуатуються, в основному, в умовах змішаного або граничного режимів мащення, значною мірою залежить від можливості забезпечення ефективного захисту контактних поверхонь трибосполучень шляхом генерації з мастильного середовища поліфазних адсорбційних шарів з високою міцністю та адгезією до металевих поверхонь.

Аналіз попередніх досліджень. За свідченням автора роботи [1], в умовах випробувань при реалізації стаціонарного режиму тертя якісний стан оливи істотно впливає на товщину граничного мастильного шару (ГМШ), а отже, і на ефективність її мастильної дії (МД) у цілому. Зокрема, у роботі знаходять підтвердження висновки ряду вчених про те, що значення товщини ГМШ, сформованих у середовищі оливи, що були в експлуатації, перевищують аналогічні значення, отримані при випробуваннях у „свіжих” оливах [2, 3].

Постановка завдання. Дана стаття є продовженням циклу публікацій, присвячених вивченню процесів формування граничних мастильних шарів в умовах нестационарного тертя при використанні трансмісійних оливи із різним якісним станом, започаткованого попередньою роботою [4].

Основна частина і отримані результати. Для дослідження впливу тривалості попереднього використання оливи у реальних умовах експлуатації агрегатів трансмісій підконтрольних транспортних засобів (ПТЗ) на ефективність їх МД нами були проведені випробування на лабораторній одноконтактній установці СМЦ-2 у режимі нестационарного тертя при помірних і підвищених температурах (результати досліджень, отримані при $T_{об} = 90^{\circ}C$ з причини обмеження обсягу публікації у даній статті не розглядаються).

Як свідчить аналіз отриманих залежностей (рис.1), в основному, криві зміни товщини ГМШ у залежності від тривалості експерименту при випробуваннях у середовищі оливи ТАД – 17і різного якісного стану мають схожі закономірності протягом обраного часу: перший період – зростання від нульового значення до певного максимуму, другий період – падіння значень товщини ГМШ до мінімальних, третій – їх зростання з послідуною стабілізацією, що узгоджується із результатами попередніх досліджень авторів, представленими у роботі [5].

Загальну закономірність проходження графічних залежностей $h=f(t)$ в умовах нестационарного тертя порушують лише криві, що отримані для ТАД-17і після пробігу ПТЗ 50000 та 80000 км при випробуваннях в помірних температурних режимах. Зокрема, вони відрізняються відсутністю третього періоду – стабілізація значень товщини ГМШ наступала після їх падіння від максимальних до мінімальних. З іншого боку, можна припустити, що при збільшенні тривалості випробувань наявність третього характерного періоду проходження даної графічної залежності є цілком можливою.

Отже, на основі аналізу отриманих кривих, можна виділити характерні ділянки їх проходження, що ілюструють динаміку формування ГМШ при нестационарному режимі тертя, та запропонувати додаткові параметри мастильної дії трансмісійних оливи (рис.2). Мова йде про кут нахилу першої ділянки графічної залежності $h=f(t)$, максимальне та мінімальне значення товщини

ГМШ на першій та другій ділянках графіку, а також сталі значення товщини ГМШ після закінчення періоду приробітку досліджуваних трибосполучень.

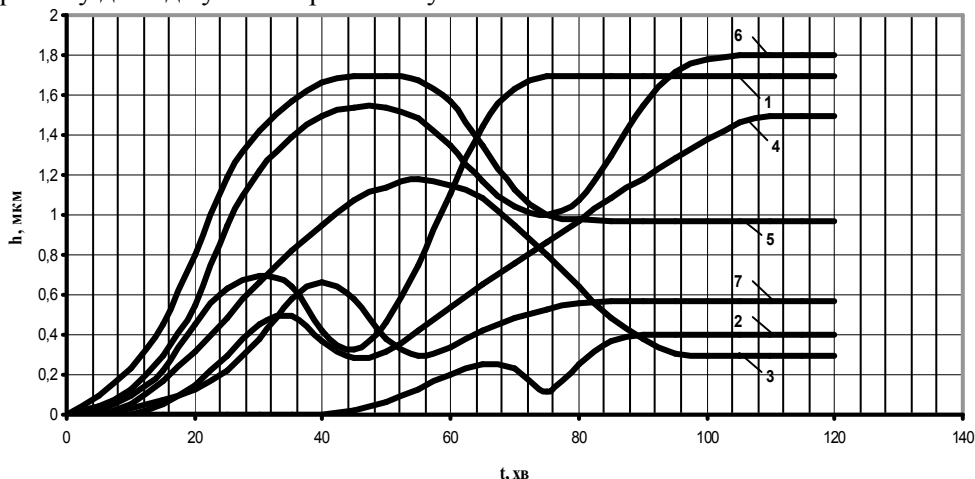


Рис. 1. Залежність товщини граничного мастильного шару від тривалості випробувань (олива ТВД-17і, зразки – Ст45, $T_{об} = T_{навк}$) при використанні олив: 1 – у стані постачання; 2 – після пробігу 30000 км; 3 – після пробігу 50000 км; 4 – після пробігу 70000 км; 5 – після пробігу 80000 км; 6 – після пробігу 90000 км; 7 – після пробігу 486000 км.

За кутом нахилу першої ділянки графічної залежності $h=f(t)$ можна оцінювати рівень активності фізадсорбційних процесів у контактній зоні на початковому етапі приробітку поверхонь тертя, причому, збільшення значень α свідчить про зростання інтенсивності формування ГМШ; h_f визначає максимальне значення квазікристалічного фізадсорбційного шару; $h_{кр}$ є, на наш погляд, одним з найважливіших оціночних параметрів, так як визначає критичні значення товщини ГМШ у екстремальний період тимчасового погіршення мастильної дії оливи – період переформування граничних шарів при максимальному рівні десорбції поверхнево-активних компонентів мастильного середовища з поверхонь трибосполучення, дезорієнтації граничного шару та розвитку хемосорбційних процесів на поверхнях тертя, від величини значення $h_{кр}$ залежить можливість виникнення аварійних процесів зношування у зубчатих зчепленнях; за значеннями $h_{пф}$ можна оцінити сумарну товщину поліфазного ГМШ після закінчення періоду приробітку поверхонь досліджуваних трибосполучень.

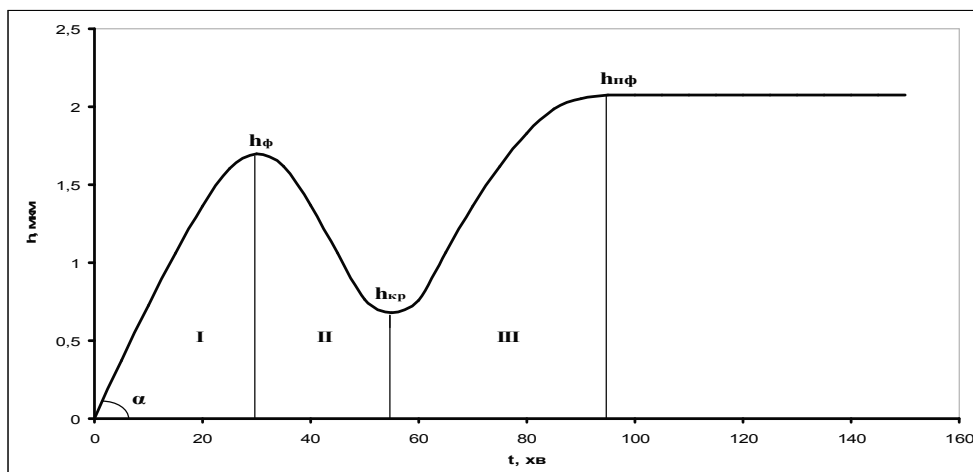


Рис. 2. Характерні ділянки графічної залежності $h=f(t)$, отриманої в умовах нестационарного тертя, та додаткові параметри мастильної дії трансмісійних олив: α - кут нахилу першої ділянки; h_f – максимальне значення товщини ГМШ на першій ділянці графіку; $h_{кр}$ - мінімальне значення товщини ГМШ на другій ділянці графіку; $h_{пф}$ – сталі значення товщини поліфазного ГМШ після завершення приробітку поверхонь тертя

Найбільші значення α спостерігались у процесі випробувань у середовищі досліджуваної оливи після попереднього пробігу ПТЗ відповідно 80000 та 90000 км, що, очевидно, є свідченням

значної концентрації поверхнево-активних речовин (ПАР) у оливі відповідних якісних станів у вигляді продуктів окислення та полімеризації, їх здатності активно адсорбуватись на металевих поверхнях в умовах нестационарного режиму тертя.

З меншою інтенсивністю проходив процес первинного формування ГМШ у процесі випробувань в оливі у стані постачання та після попереднього пробігу ПТЗ 50000 та 70000 км, про що свідчать дещо нижчі значення кута α .

Найнижчі значення кута α були отримані у процесі випробувань в оливі після пробігу ПТЗ 30000 км, причому, початок формування ГМШ спостерігався із значним запізненням від початку експерименту – після 40 хвилин, що свідчить, очевидно, про обмежену концентрацію ПАР у мастильному середовищі даного якісного стану, і, як наслідок, неспроможність оливи генерувати стійкі граничні шари у контактній зоні на початковій стадії випробувань.

Аналіз кривої, отриманої після попереднього пробігу ПТЗ більше 400000 км, на нашу думку, не може бути достатньо об'єктивним з причини виникнення певних сумнівів щодо коректності відбору проб після такого значного терміну використання трансмісійної оливи. Достатньо часто в автотранспортних підприємствах та аеропортах в умовах жорсткої економії пально-мастильних матеріалів спостерігається доливання свіжих олив в агрегати трансмісій наземної техніки, що експлуатуються протягом тривалого періоду без повноцінної заміни мастильних матеріалів. Автори допускають у даному випадку можливість отримання проб з експлуатаційних підприємств після попереднього змішування олив, що відпрацювали ресурс та олив у стані постачання. Проте, незважаючи на вищезазначені міркування, випробування у даному мастильному середовищі підтвердили функціональність такої „суміші” олив та працездатність пари тертя у даному мастильному середовищі, про що свідчить характер проходження графічної залежності $h=f(t)$ (рис. 1).

Значення h_f , як і мінімальні (критичні) значення товщини ГМШ – $h_{кр}$, суттєво відрізнялись при проведенні експериментальних досліджень у оливах із різним якісним станом.

Максимальні значення h_f спостерігались при проведенні випробувань у оливі ТАД-17і після її попередньої експлуатації у ПТЗ з пробігом 90000, 80000 та 50000 км. В умовах застосування оливи після пробігу ПТЗ 90000 км мали місце і максимальні значення $h_{кр}$.

Значення h_f , як, власне, і $h_{кр}$ при проведенні випробувань у оливі ТАД-17і у стані постачання та після пробігу ПТЗ, що становив 70000 км, мали суттєво нижчі значення у порівнянні з аналогічними значеннями, отриманими у процесі випробувань у оливі після пробігу ПТЗ 90000, 80000 та 50000 км.

Найнижчі значення h_f та $h_{кр}$ були отримані у процесі випробувань в оливі після пробігу ПТЗ 30000 км, що в умовах реальної експлуатації агрегатів трансмісій може призвести до часткового руйнування ГМШ та активізації зношувальних процесів на цьому етапі використання трансмісійної оливи ТАД-17і.

Суттєві розбіжності у значеннях максимальної товщини ГМШ на першому етапі випробувань – h_f та критичної товщини – $h_{кр}$ можна пояснити різним рівнем інтенсивності адсорбційних процесів на поверхнях трибосполучень у залежності від якісного стану, а, фактично, від тривалості попереднього використання трансмісійних олив. Якщо взяти до уваги умови проведення експериментальних досліджень, які були абсолютно ідентичними для випробувань у всіх вищезазначених пробах оливи, то, у даному випадку, стає очевидним факт впливу на процеси формування граничних мастильних шарів виключно чинників, що пов'язані з хімічним складом та особливостями взаємодії досліджуваних мастильних середовищ з контактними поверхнями, концентрацією і властивостями поверхнево- та хімічно активних компонентів у оливах, що перебувають у різному якісному стані.

Наявність, так званої „критичної зони” формування ГМШ в умовах нестационарного режиму тертя знайшла своє підтвердження у результатах досліджень авторів робіт [6-8 та ін.], які стверджують, що тимчасове погіршення мастильної дії – зменшення товщини мастильного шару пов'язано зі зміною граничних процесів – заміщенням адсорбційних шарів фізичного походження на більш стабільні для даних умов тертя хемосорбційні шари.

Зростання значень товщини ГМШ після проходження кривою $h=f(t)$ критичної зони тимчасового погіршення мастильної дії при поступовому підвищенні температури у контактній зоні, на наш погляд, відбувалось, в основному, за рахунок активізації хемосорбційних процесів з утворенням органічних плівок, що самогенеруються.

Причому стабілізація значень товщини поліфазного ГМШ – $h_{пф}$ наступала у діапазоні 80-110 хвилин після початку випробувань у залежності від якісного стану досліджуваних проб оливи.

У цьому зв'язку значний інтерес представляють результати вимірювання товщини h_{pf} у процесі випробувань у мастильних середовищах, відібраних з редукторів трансмісій автотранспортних засобів на різних стадіях їх застосування. Причому, у залежності від величини попереднього пробігу ПТЗ значення товщини поліфазного ГМШ мали істотні розходження.

Зокрема, випробування в оливі після її попереднього наробітку до 30000 км пробігу ПТЗ (крива 2) підтвердили низьку ефективність мастильної дії ТМ-5-18 у даному якісному стані на всіх етапах випробувань.

При випробуваннях в трансмісійній оливі, відібраній після 70000 та 80000 км пробігу ПТЗ сталі значення товщини ГМШ суттєво перевищували аналогічні значення, отримані при випробуваннях в оливі після 30000 км пробігу ПТЗ.

Абсолютні значення товщини h_{pf} при використанні в експериментальних роботах оливи з попереднім пробігом ПТЗ 90000 км дещо перевершували навіть параметри граничного мастильного шару, сформованого при випробуваннях у чистій оливі (крива 4).

Висновки та перспективи досліджень. Отримані в процесі випробувань високі значення товщини мастильного шару можна пояснити наявністю в довгопрацюючій оливі значної кількості продуктів старіння, різного роду забруднень, продуктів зношування, які зазнають певних змін, обумовлених процесами структурної пристосовуваності трибосистеми до умов тертя у напрямку мінімізації енерговитрат. Аналіз закономірностей формування та деструкції поліфазних граничних шарів, а в перспективі – механізмів їх структурних змін, дозволять оптимізувати терміни раціонального використання мастильних матеріалів, збільшити ресурс вузлів та агрегатів машин.

Література

1. *Білякович О.Н.* Влияние загрязненности трансмиссионных масел на смазочное действие и состояние поверхностных слоев трибосопряжений: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.04 / О.Н. Білякович // Киевский международный ун-т гражданской авиации. – К., 1996. – 273 с.
2. *Влияние старения авиационных масел на их противоизносные свойства* /С.В. Венцель, Е.А. Миронов, В.А. Бездеркин, Н.Г. Стадниченко // Проблемы трения и изнашивания: Респ. межвед. научн.- техн. сб. – 1985. – Вып. №27. – С. 72-76.
3. *Some Environmental Factors Affecting Surface Coating Formation with Lubricating Oil Additives* / Rounds F.G. // ASLE-Trans – 1966. – Vol.9, №1. – P. 88-101.
4. *Особливості формування граничних мастильних шарів у середовищі олів з різним залишковим ресурсом* / М.Ф. Дмитриченко, Р.Г. Мнацаканов, О.М. Білякович // Вісник Національного транспортного університету. – 2010. – Вип. № 20. – С.3–6.
5. *А.с. Способ оценки смазывающих свойств смазочных материалов для пары трения* / Райко М.В., Дмитриченко Н.Ф., Мнацаканов Р.Г., Мельник В.Б. – №1536263/. – Б.И. №2, 1990.
6. *Мельник В.Б.* Смазочное действие масел с карбонофторидными присадками при качении со скольжением: автореферат канд. дис-ии. / В.Б. Мельник – К.: КИИГА, 1992. – 16 с.
7. *Влияние смазочного материала на формирование вторичных структур в условиях неуставившихся режимов трения* / Кудрин А.П., Маленко В.И., Лабунец В.Ф. // Проблемы трибологии. – 2006. – №1. – С.158-163.
8. *Снитковский М.М.* Влияние температуры на состояние масляной пленки при возвратно-поступательном движении / М.М. Снитковский // Материалы 2-го межведомственного совещания по изучению и нормализации износов судовых двигателей. – М. – Пищевая промышленность, 1964. – С.41-47.

УДК 666.86

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА І ЗАСТОСУВАННЯ НЕОРГАНІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Дорошенко Ю.М., кандидат технічних наук
Дорошенко О.Ю., кандидат технічних наук
Чиженко Н.П.

Історія бетонних сумішей і виробів нерозривно пов'язана з історією цементу. Прадавніми в'язучими речовинами, які використовувалися людиною, були глина і жирна земля, які після