

## ОЦІНКА ЗНОШУВАННЯ ТРИБОСПОЛУЧЕНЬ У МАСТИЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩАХ ІЗ РІЗНИМ ЗАЛИШКОВИМ РЕСУРСОМ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОМУ РЕЖИМІ ТЕРТЯ

*Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук  
Мнацаканов Р.Г., доктор технічних наук  
Білякович О.М., кандидат технічних наук*

*У роботі наведено аналіз результатів експериментальних досліджень щодо визначення впливу залишкового ресурсу трансмісійних олів, який може бути оцінений за пробігом підконтрольних транспортних засобів, на величину зносу досліджуваних зразків в умовах нестационарного режиму тертя*

*In work is brought analysis result experimental studies of the determination of the influence of the remaining resource of gear oils, which can be evaluated on run checking transport facilities, on value of the wear-out under investigation sample in condition unstable mode of friction*

Вплив властивостей мастильного середовища на зносостійкість трибосистем відрізняється своєю складністю та багатогранністю. При цьому структура, склад та якісний стан олів суттєво впливають на перебіг трибологічних процесів у контактній зоні пар тертя, у значній мірі визначають міцність та товщину граничних мастильних шарів, адсорбованих на контактних поверхнях, характер трибохімічних реакцій у контакті, вид створених структур тощо.

У процесі тертя та зношування у трибосистемах відбуваються різноманітні фізико-хімічні процеси, що пов'язані зі взаємною зміною мастильних матеріалів та поверхонь тертя. Зокрема, проходять механічні та термічні деструкційні процеси безпосередньо у самому мастильному середовищі, внаслідок чого утворюються продукти старіння та полімеризації, відбувається насичення олів та мастил продуктами зношування, дрібнодисперсними частинками зовнішніх забруднень.

Для дослідження процесу зношування трибосполучень у середовищі олів з різним якісним станом були деталізовані та вирішені задачі щодо визначення величини зносу досліджуваних зразків та впливу тривалості попереднього використання трансмісійних олів (залишкового ресурсу) на величину зносу.

Для реалізації вищенаведених задач у якості модельного мастильного середовища була використана трансмісійна олива ТАД-17і (ТМ-5-18 виробництва ВАТ «Азмол») як одна з найбільш поширених у нашій країні марок олів, що застосовуються у вузлах та агрегатах механічних трансмісій транспортних засобів загального призначення і авіаційної наземної техніки аеропортів цивільної авіації.

Проби даної оливи для проведення експериментальних досліджень були відібрані: у стані постачання – з ємностей заводського виготовлення зі „свіжими” оливами; з різним залишковим ресурсом – з агрегатів трансмісій підконтрольних транспортних засобів (ПТЗ).

Дослідження проводилось на лабораторній одноконтактній установці СМЦ-2 у режимі нестационарного режиму тертя за схемою ролик-ролик на циліндричних зразках в умовах кочення з проковзуванням.

Для визначення зносу в умовах локального контакту був використаний метод штучних баз, який полягає у формуванні на робочій поверхні заглиблення, глибина якого перевищує величину зносу, і визначенні відстані від дна цього заглиблення (штучної бази) до зношеної поверхні до і після трибовипробувань [1].

На рис.1 представлено результати вимірювання величини зносу після випробувань у середовищі трансмісійної оливи ТАД-17і із різним залишковим ресурсом. Як видно з діаграми, значення зносу, отримані методом штучних баз, при проведенні експериментальних досліджень на протязі 2,5 годин у оливі в стані постачання становило 0,9 мкм. Дане значення можна використати у якості базового при проведенні порівняльного аналізу аналогічних значень, що були отримані після випробувань у оливі, проби якої були відібрані з агрегатів трансмісій спецмашин аеропортів на різних стадіях використання.

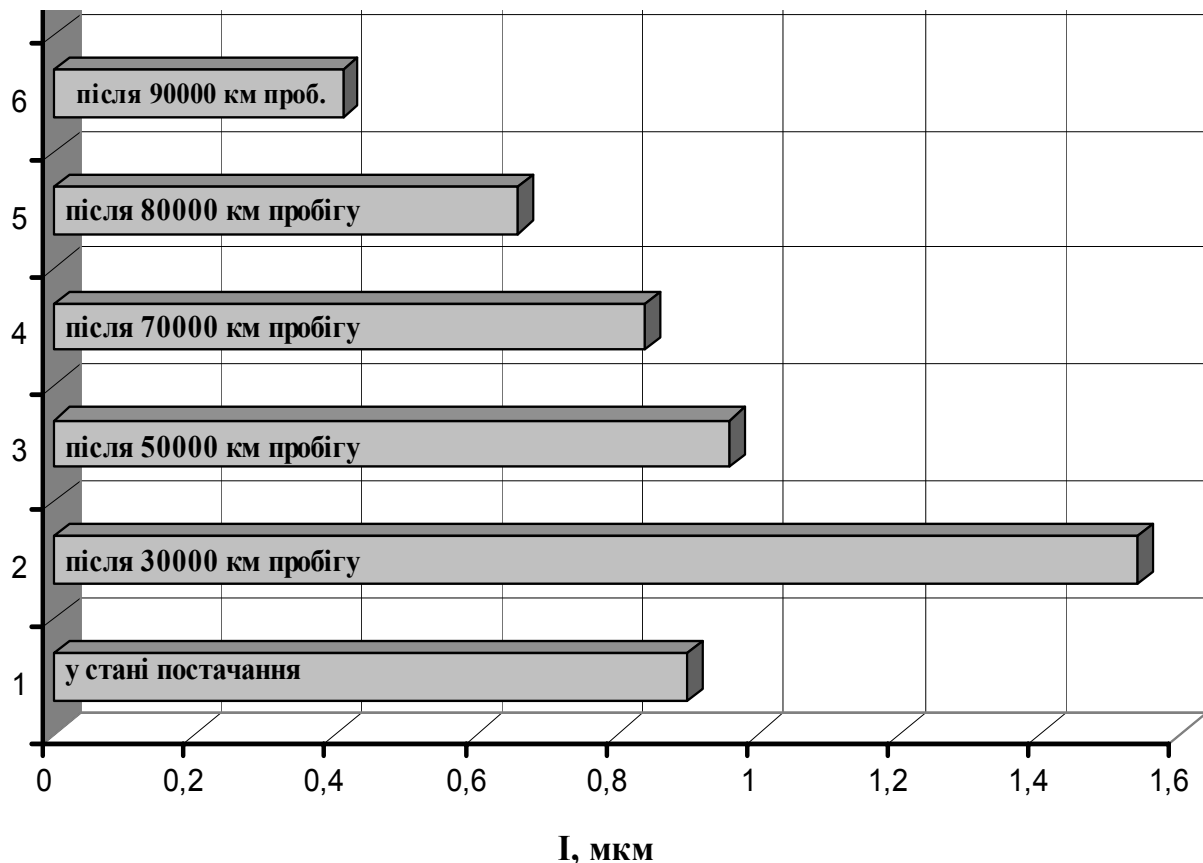


Рис.1. Діаграма значень зносу досліджуваних зразків, отриманих методом штучних баз (зразки – Ст 45ХГСА, олива – ТАД-17і,  $T_{об}=90^{\circ}C$ )

Як було відмічено у роботі [2], проби трансмісійної оливи ТАД-17і, відібрані після пробігу ПТЗ 30000 км знаходяться у, так званому, перехідному якісному стані, коли ефективність мастильної дії є мінімальною. При цьому значення зносу, зафіксоване після завершення випробувань на СМЦ-2 становило максимальну величину (при мінімальному значенні товщини поліфазного граничного мастильного шару (ГМШ)), перевищуючи базове на 70%.

Зі збільшенням величини попереднього пробігу ПТЗ у діапазоні від 30000 до 90000 км спостерігалось поступове зменшення значень зносу поверхонь трибосполучень, що були визначені після випробувань у вищезазначених мастильних середовищах.

Причому, зафіксоване значення зносу у середовищі оливи після пробігу ПТЗ 90000 км на 55% зменшилось у порівнянні з аналогічним значенням, отриманим після випробувань у оливі в стані постачання.

Товщина ГМШ безпосередньо пов'язана із зносостійкістю трибосполучення – зі зростанням її значень зношування пар тертя зменшується так як при цьому зменшуються зсувні напруження у ГМШ, що знаходить підтвердження у багатьох публікаціях [3-5 та ін.].

Оскільки при аналізі зміни значень товщини поліфазного ГМШ у процесі випробувань у оливі ТАД-17і зафіксовано поступове їх збільшення для випадку використання проб оливи, злитих з агрегатів трансмісій у діапазоні 30000-90000 км пробігу ПТЗ, зменшення величини зносу після випробувань у оливі з відповідними значеннями залишкового ресурсу є цілком логічним (рис.2).

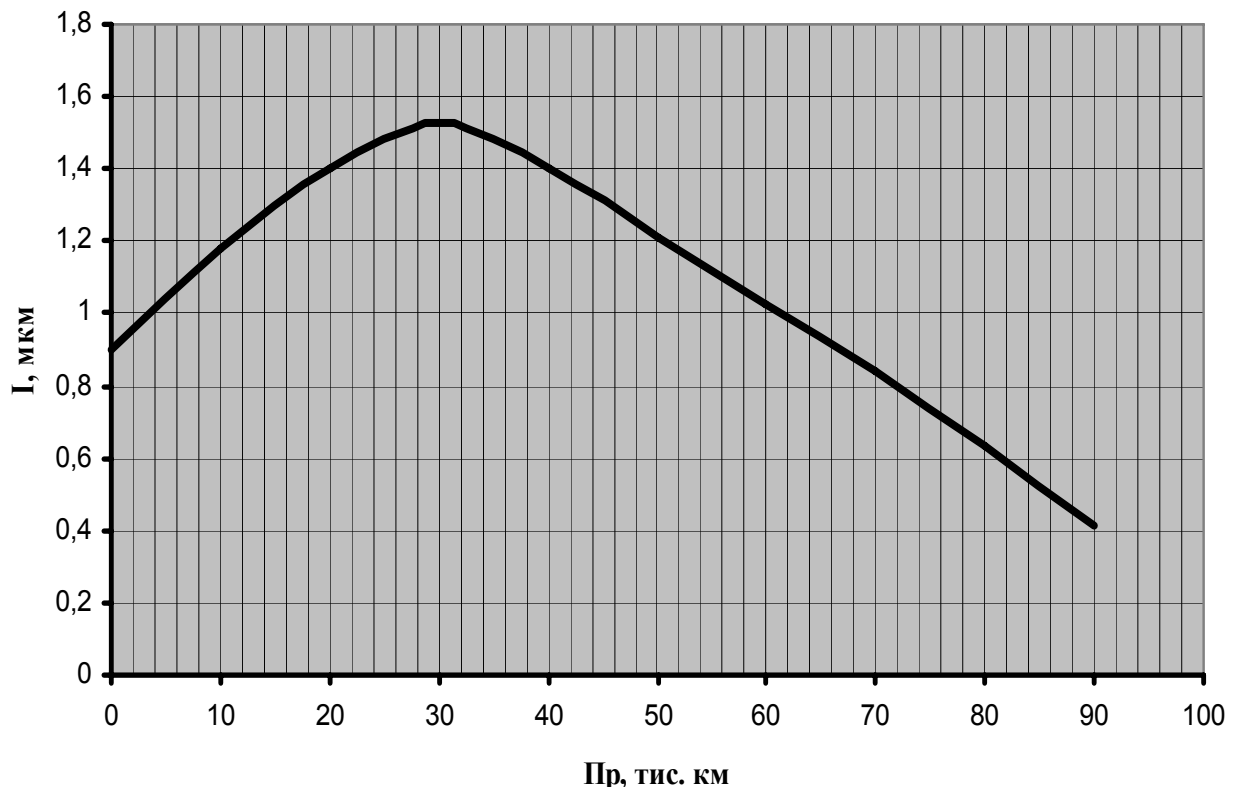


Рис.2. Залежність зносу досліджуваних зразків від залишкового ресурсу оливи ТАД-17і (зразки – Ст 45ХГСА,  $T_{об} = 90^{\circ}C$ ):  $P_p$  – пробіг підконтрольних транспортних засобів

Вищенаведені закономірності процесів зношування у залежності від значень залишкового ресурсу трансмісійних оливи знаходять підтвердження при аналізі результатів тестування поверхонь трибосполучень методом візуалізації із застосуванням оптичного інтерференційного профілометра «Мікрон-альфа» [6].

Оцінка профілограм та 3D топографії поверхонь досліджуваних зразків після їх попередніх випробувань у оливі в стані постачання свідчить про наявність у граничній зоні (вихідна поверхня – доріжка тертя) поступового зменшення висоти профілю поверхні (рис.3а), що є свідченням протікання зношувальних процесів певної інтенсивності.

При випробуваннях у середовищі оливи після 30000 км пробігу ПТЗ інтенсивність зношування пар тертя зростала (рис.3б), при подальшому збільшенні значень попереднього пробігу ПТЗ (від 30000 до 70000 км) мало місце зменшення величини зносу контактних поверхонь (рис.3в, 3г), а після випробувань у оливі з максимальним значенням попереднього пробігу ПТЗ (90000 км), згідно з профілометричним аналізом, знос не зафіксовано, профілограма контактної зони

знаходилась на рівні профілограми вихідної поверхні при суттєво меншому розкиді максимальних значень піків та заглиблень профілю (рис.3д). Наявність позитивних змін на поверхнях тертя, ймовірно, пов'язана з процесом активного формування твердих граничних шарів різного походження, зокрема, органічних плівок, що самогенеруються, в умовах використання довгопрацюючих трансмісійних олиव.

Проте, даний висновок потребує підтвердження шляхом більш детального аналізу досліджуваних поверхонь металографічними та хімотологічними методами.

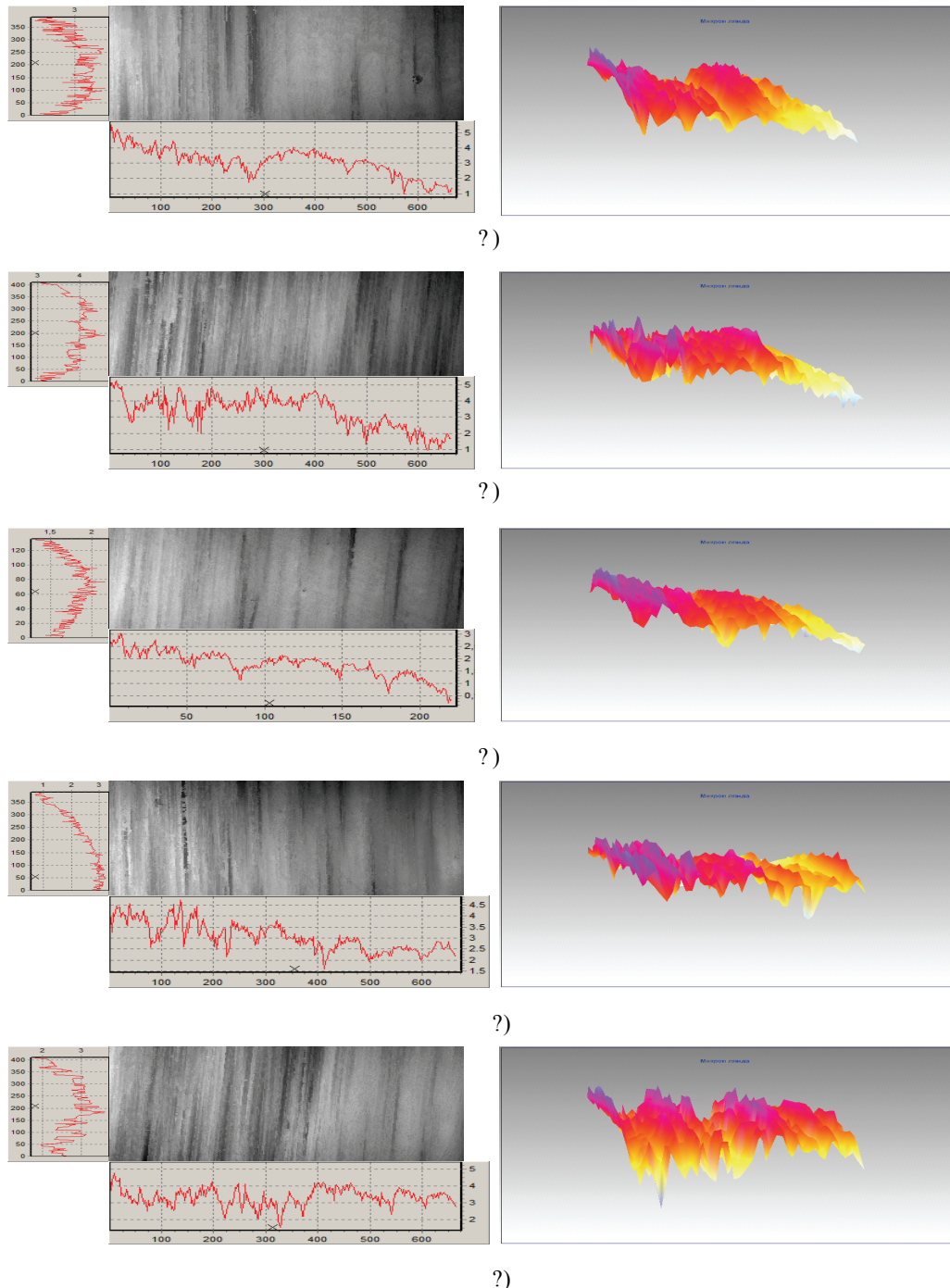


Рис. 3. Профілограма та 3D топографія граничної зони досліджуваних зразків (вихідна поверхня – доріжка тертя) після випробувань у трансмісійній оливі ТАД-17і у різних якісних станах (режим тертя – нестационарний,  $T_{об} = 90^{\circ}C$ , зразки – Ст 45ХГСА): а – у стані постачання; б – після пробігу ПТЗ 30000 км; в – 50000 км; г – 70000 км; д – 90000 км

Результати проведених досліджень не є свідченням доцільності беззмінної експлуатації мастильних матеріалів в агрегатах трансмісій автотранспортних засобів. При очевидній корисності продуктів старіння та забруднення оливи, що при певних умовах здійснюють протизношувальний вплив на елементи трибосистеми, слід брати до уваги наявність обставин, які вимагатимуть заміни мастильного середовища. При надмірному окисленні оливи зростає її в'язкість, що створює сприятливі умови для утворення консистентних згустків, при цьому може зростати корозійна агресивність оливи, присутність крупнофрагментних частинок механічних домішок може спричинити виникнення абразивного зношування, суттєве збільшення концентрації домішок призводить до коагуляції останніх, їх осідання, забивання маслопроводів та фільтрів тощо.

Саме тому говорити про можливість ефективного використання у трибосистемах продуктів старіння та забруднення оливи, розробляти рекомендації щодо оптимізації їх раціонального застосування, методики прогнозування ресурсу трансмісійних оливи можна виключно на основі проведення хімотологічних досліджень процесів старіння мастильних середовищ, глибокого вивчення кінетики формування та деструкції поліфазних граничних шарів в умовах зміни якісного стану мастильних матеріалів при тривалій експлуатації вузлів тертя, механізмів структурних змін ГМШ, що призводять до їх самоорганізації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ / И.В.Крагельский, М.Н.Добычин, В.С.Комбалов. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
2. Дмитриченко М.Ф., Мнацаканов Р.Г., Білякович О.М. Особливості формування граничних мастильних шарів у середовищі оливи з різним залишковим ресурсом / М.Ф. Дмитриченко, Р.Г. Мнацаканов, О.М. Білякович // Вісник Національного транспортного університету. – 2010. – Вип. № 20. – С.3–6.
3. Билякович О.Н. Влияние загрязненности трансмиссионных масел на смазочное действие и состояние поверхностных слоев трибосопряжений / О.Н.Билякович: Дис... канд. техн. наук: 05.02.04 / Киевский международный ун-т гражданской авиации. – К.: 1996. – 273 с.
4. Baldwin В.А. The effect of base oil viscosity on simulated valve train wear/ В.А.Baldwin// ASLE Transactions. – 1981. – V.24. – №1. – P. 42-48.
5. Кудрин А.П., Маленко В.И., Лабунец В.Ф. Влияние смазочного материала на формирование вторичных структур в условиях неустановившихся режимов трения/ А.П.Кудрин, В.И.Маленко, В.Ф.Лабунец // Проблемы трибологии. – 2006. – №1. – С.158-163.
6. Безконтактний тривимірний профілометр: Патент на корисну модель № 39972 Україна, G01B 9/02; 11/30 / С.Р. Ігнатович, І.М. Закієв, В.І. Закієв, С.С. Юцкевич (Україна). – u200809989; Заявл. 01.08.2008; Опубл. 25.03.2009, Бюл. № 6. – 3с.: 2 іл.