

*Д.В. Леусенко, М.А. Гловин, В.Б. Мельник к.т.н.
(Національний авіаційний університет, Україна)*

Змащувальна діявіаційних мастильних матеріалів з присадками та дослідження їх впливу на антифрикційні, протизносні та протизадирні властивості пар тертя з локальним контактом в умовах кочення зі сковзанням

На прикладі змащувальної дії авіаційних масел МС-20 та МК-8, а також індустріального І-50 досліджено закономірності утворення мастильних шарів між зубами в результаті гідродинамічного ефекту, граничних явищ і хімічних реакцій. На основі роздільного вимірювання товщини мастильних шарів були визначені області в яких проявляються різні механізми мастильної дії оливо.

Зубчасті передачі є найбільш розповсюдженим видом механічних передач. В зв'язку з цим збільшення несучої спроможності і підвищення якості зубчастих передач має велике значення. Велика роль в цьому належить мастильним матеріалам, так як мастильні матеріали в значній мірі попереджують зношування зубів, яке є основною причиною виходу зубчастих коліс із ладу. Із збільшенням навантажень, швидкостей, температури умови тертя на робочих поверхнях зубів є більш важкими. Правильний вибір мастильних матеріалів є порівняно складною проблемою, особливо в зв'язку з розширенням асортименту мастильних матеріалів і присадок. Труднощі при виборі мастил пояснюються тим, що мастильні шари між зубами утворюються в результаті гідродинамічного ефекту, граничних поверхневих явищ, хімічних реакцій. Теорія сумісної дії цих чинників на сьогоднішній день відсутня, незважаючи на те, що окремі питання її розвиваються успішно. В першу чергу необхідно відмітити розвиток так званої контактної-гідродинамічної теорії мащення. Значні успіхи досягнуті і в області вивчення хімічних процесів, що протікають між мастилом і металом.

Необхідно дослідити закономірності утворення мастильних шарів між зубами в результаті гідродинамічного ефекту, граничних явищ і хімічних реакцій.

При вивченні мастильної дії оливо в якості основної характеристики мастильних шарів приймалась їх товщина. Для виміру товщини шарів безпосередньо між зубами був розроблений метод, який заснований на вимірюванні падіння електричної напруги в локальному контакті зубців зубчастих передач [1]. Для підтвердження високої точності цього методу були проведені порівняння даних, отриманих цим методом та методом описаним в [2]. Була експериментально підтверджена висока точність електричного методу в режимі тліючого розряду. Цей метод дозволяє роздільно виміряти товщину мастильних шарів різної природи їх утворення за

рахунок механічного руйнування сформованих поверхневих шарів і необхідністю необхідного часу для їх наступного відновлення. Це дозволяє в початковий момент після зняття поверхневих шарів виміряти товщину шару тільки гідродинамічного походження, а потім виміряти утворення з часом товщини поверхневих шарів.

Результати розподіленого вимірювання товщини мастильних шарів в залежності від сумарної швидкості кочення зубів приведені на рис. 1. Експериментальні дослідження проводились для авіаційних олів МС-20, МК-8 та для індустріального І-50. Графіки 1, 2, 3 характеризують товщину мастильного шару, що утворюється за рахунок гідродинамічного ефекту і поверхневих явищ для олів відповідно МС-20, І-50, МК-8. Графіки 1а, 2а, 3а характеризують товщину мастильних шарів для тих же олів, що утворюються тільки за рахунок гідродинамічного ефекту. Порівняння цих графіків показує, що між зубами можливо утворення відносно товстих шарів поверхневого походження. Підтвердженням того, що графіки 1а, 2а, 3а показують закономірність зміни товщини мастильних шарів гідродинамічного походження є пропорційність цих товщин густині досліджуваних мастил в степені 0,7. Так, співвідношення густин для олів 1,0 : 0,4 : 0,2. Експериментально отримано співвідношення товщини шарів 1,0 : 0,42 : 0,2. Крім того, порівняння експериментальних та теоретичних значень товщини мастильних шарів (графіки 1а та 4) показують їх задовільну кореляцію. Теоретична крива 4 побудована за формулою А.І. Петрусевича.

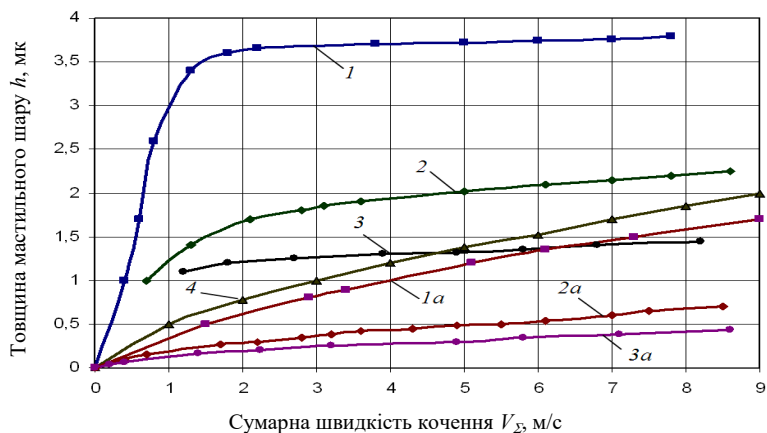


Рис. 1. Розподільне вимірювання товщини мастильних шарів різної природи походження

Необхідно відмітити, що утворення поверхневих шарів великої товщини можливо тільки при низьких температурах. Результати роздільного вимірювання товщини мастильних шарів в залежності від температури показано на рис. 2. Графік 1, характеризує зміну сумарної товщини

мастильного шару для оливи МС-20, а графік 2 - зміну товщини мастильного шару гідродинамічного походження. Із графіків видно, що із збільшенням температури різко зменшується товщина поверхневих шарів, так як кінетична енергія адсорбованих молекул оливи починає перевищувати енергію їх зв'язку з поверхнею зубів і в результаті чого протікає їх десорбція в рідку фазу.

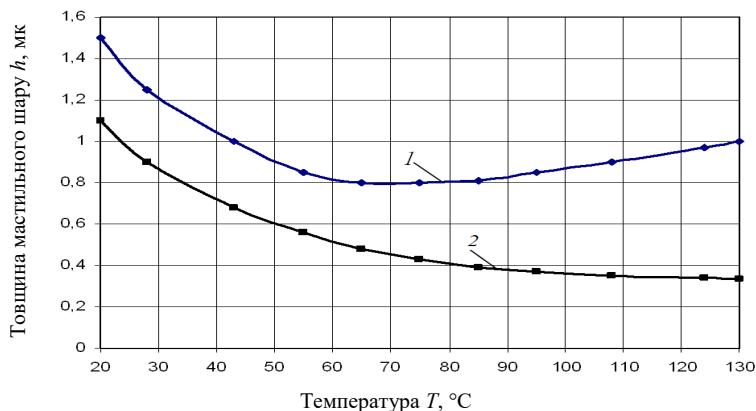


Рис.2. Залежність товщини мастильного шару від температури.

Також було виявлено, що при температурі вище 70° С має місце збільшення товщини поверхневого шару, що зумовлено утворенням на поверхні зубів твердо подібних плівок. Подальші дослідження, виконані нами показали, що ці плівки мають мастильну та захищають поверхню зубів від руйнування.

Висновки. На основі роздільного вимірювання товщини мастильних шарів були визначені області в яких проявляються різні механізми мастильної дії оливи.

1. В зоні низьких температур і малих швидкостей кочення превають поверхні шари адсорбційного походження. Ця область характерна для роботи тихохідних зубчастих передач.

2. В зоні середніх температур, навантажень і великих швидкостей кочення превають значення мають шари гідродинамічного походження. В цій зоні працює більшість зубчастих передач.

3. В зоні підвищених температур мастильна дія оливи відбувається за рахунок твердо подібних плівок. В цій зоні працюють важко навантажені зубчасті передачі.

4. Розроблена методика виміру товщини мастильних шарів в контакті тертя, різної природи їх утворення (граничного, гідродинамічного), яка дає можливість збільшити несучу спроможність та підвищити якість зубчастих передач.

Список літератури

1. Райко М.В. Исследование смазочного действия нефтяных масел в условиях работы зубчатых передач. Диссертация на соискание учёной степени доктора техн. Наук. Киев; КИИГА, 1974, 369с.

2. Мельник В.Б. Метод оцінки складових змащувального шару в локальному контактi зубчатих передач / В.Б. Мельник, Д.В. Леусенко // Проблеми тертя та зношування: зб. наук.праць.- К.:НАУ, 2012.- № 58.- С.165-168.