

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

На правах рукопису

БІЛЯКОВИЧ ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ

Вплив забрудненості трансмісійних масел на змашувальну дію та стан поверхневих шарів трибоспрямижень

Спеціальність: 05.02.04 - Тертя та зношування в машинах

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1996



00757039 (V)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в К
цивільної авіації.

Науковий керівник

- доктор технічних наук, професор
Запорожець Володимир Васильович

Офіційні опоненти

- доктор технічних наук, професор
Веншель Євген Сергієвич
- кандидат технічних наук
Караулов Олександр Кирилович

Провідна організація - міжнародний аеропорт "Бориспіль"

Захист дисертації відбудеться "26" звудня 1996 р.
о 15⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої Вченої ради
Д 01.35.04 при Київському міжнародному університеті ци-
вільної авіації за адресою: 252058, м. Київ, проспект
космонавта Комарова, 1, КМУЦА.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Київ-
ського міжнародного університету цивільної авіації.

Автореферат розісланий "25" 11 1996 р.

Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук

М. С. Кулик

ДВ-36.136

Загально характеристика роботи

Актуальність. В умовах гострого дефіциту мастильних матеріалів в Україні актуальною проблемою є оптимізація термінів їх експлуатації.

Зростання надійності, ресурсу та економічності роботи машин і механізмів аеропортів цивільної авіації зумовлює підвищення вимог до якості масел.

Використання масел, які не відповідають вимогам експлуатації, призводить до зниження надійності техніки, але в той же час, застосування масел з необґрунтованим запасом якості веде до нерациональних витрат нафтопродуктів.

Існуючі методи оцінки якості масел по фізико-хімічним характеристикам, різноманітні відбраковочні критерії та встановлені регламенти іноді визначають їх ресурс без належної об'єктивності і, як правило, не враховують при цьому стан поверхневих шарів пар тертя, який визначає вид зношування та надійність роботи трибосистеми.

Проблема оптимізації ресурсу особливо гостро стосується трансмісійних масел (ТМ), тому що досліджень, присвячених критеріям їх якості та ресурсу, вкрай недостатньо.

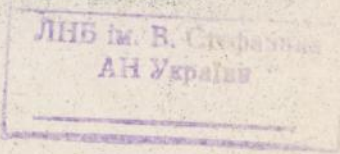
Як відомо, таким критерієм оцінки ресурсу масел, як наявність в змешувальному середовищі механічних домішок, є одним із найбільш достовірних і в деяких випадках виявляється вирішальним для забезпечення працездатності пари тертя.

Однак вплив цього показника якості масла на параметри його змешувальної дії (ЗД), мікромеханічні характеристики і стан поверхневих шарів трибоспряжень не визначений.

Мета роботи та завдання досліджень. Метою даної роботи є дослідження впливу ступеня забрудненості ТМ механічними домішками на ефективність їх змешувальної дії при котінні з ковзанням, мікромеханічні характеристики та однорідність стану поверхневих шарів (ПШ), розробка методів об'єктивної оцінки ресурсу ТМ.

Для досягнення вказаної мети в роботі поставлені та вирішені наступні задачі:

1. Досліджено вплив ступеня забрудненості і методу очищення трансмісійних масел на ефективність ЗД.
2. Оцінено показники ЗД масел з різним ступенем забрудненості в залежності від зміни температурного режиму випробувань.



3. Досліджено протизносні властивості ТМ з різним ступенем забрудненості механічними домішками.

4. Оцінено вплив ступеня забрудненості та методу очищення ТМ на мікромеханічні характеристики і однорідність ПШ.

5. Запропоновано механізм змашувальної дії відпрацьованих ТМ та оцінені фактори, які впливають на зміну однорідності ПШ пар тертя, що сформовані в їх середовищі.

6. Запропоновано методи оцінки ресурсу трансмісійних масел та їх оптимального підбору, здійснено відповідне впровадження в практику експлуатації спецмашин вертопів цивільної авіації.

7. Запропоновано таблицю ідентифікації стану трансмісійних масел та критерії їх відбраковки за показниками однорідності поверхневих шарів.

Наукова новизна. Запропоновано механізм змашувальної дії трансмісійних масел з різним ступенем забрудненості механічними домішками. Визначено фактори, що впливають на зміну однорідності ПШ в процесі випробувань в середовищі вищезгаданих масел.

Запропоновано нову методологію оцінки співвідношення між товщиною модифікованих шарів металу і відповідною їм товщиною самогенеруючої органічної плівки (СОП - за класифікацією М. В. Райко), що ґрунтується на здійсненні комплексних досліджень ефективності змашувальної дії трансмісійних масел та мікромеханічних характеристик ПШ, сформованих під впливом цих масел.

Встановлено функціональний зв'язок між ступенем забрудненості масел механічними домішками та структурою поверхневого шару, завдяки чому запропоновано алгоритм визначення стану трансмісійних масел за деформаційно-спектральними характеристиками ПШ.

Встановлено, що граничний стан масла може бути оцінений статистичними критеріями однорідності ПШ.

Практична значимість. На підставі результатів виконаних досліджень розроблені такі триботехнічні методи:

- прироблення контактних поверхонь за допомогою використання в ролі прироблюючого середовища масел з різним ступенем забрудненості:

- підбору трансмісійних масел, що ґрунтується на оцінці їх впливу на показник пружності поверхневого шару;

- оцінки ресурсу трансмісійних масел за визначенням залежності показників однорідності ПШ від ступеня забрудненості масла механічними домішками.

Запропоновано алгоритми визначення стану трансмісійних масел за деформаційно-спектральними характеристиками ПШ.

Особистий внесок автора. Автором: оцінені закономірності зміни показників змешувальної дії трансмісійних масел, мікрOMEХАнічних характеристик та однорідності ПШ в залежності від ступеня їх забрудненості; запропоновано механізм змешувальної дії ТМ, що відпрацьовували встановлений ресурс; оцінено фактори, що впливають на зміну мікрOMEХАнічних характеристик та однорідності ПШ при випробуваннях в працюючих маслах; розроблено метод оцінки ресурсу ТМ, їх підбору, метод оцінки співвідношення між товщиною модифікованого шару металу і товщиною самогенеруючої органічної плівки; запропоновано критерії відбраковки ТМ за деформаційно-спектральними характеристиками ПШ; проведено та проаналізовано експериментальні дослідження, а також практично впроваджено отримані результати.

Достовірність одержаних наукових результатів підтверджується великим обсягом проведених експериментальних досліджень з використанням сучасних методик та обладнання. Імовірно-статистичних методів збору та обробки інформації за допомогою засобів обчислювальної техніки.

Апробація роботи. Основні положення і результати роботи доповідались на: об'єднаному засіданні 14-ї конференції "Структура и прочность материалов в широком диапазоне температур" та 3-ї школи-семінару "Физика и технология электромагнитных воздействий на структуру и механические свойства кристаллов" (Воронеж, 1992 р.); Міжнародній НТК "Проблеми транспорту та шляхи їх вирішення" (Київ, 1994 р.); Міжнародній НТК "Вдосконалення конструктивних та експлуатаційних параметрів автомобілів і машин" (Київ, 1995 р.); 6-му Симпозіумі "Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemow pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojedznych" (Rzeszow, 1995 r.); 15-я та 16-я Звітних НТК КМУА (Київ, 1995-1996 р.).

Робота обговорювалась на поширеному засіданні кафедри технічної експлуатації спецтранспорту та засобів механізації аеропортів, технології виробництва і ремонту літальних апаратів та авіаційного матеріалознавства, авіаційних двигунів, фізики КМУА (Київ, 1996 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 10 друкованих робіт, матеріали дисертаційної роботи увійшли в звіт НДР Держкомітету України з питань науки і технологія.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти глав, основних висновків, списку літератури (233 найменувань), 11 додатків.

Загальний об'єм роботи складає 273 сторінки, в тому числі 177 сторінок машинописного тексту, 68 малюнків та 17 таблиць.

Зміст роботи.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, приведено стислу анотацію основних положень дисертації, наукову новизну та практичну значимість роботи.

В першій главі наведено огляд вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, що висвітлюють проблему встановлення раціональних строків служби змашувальних масел.

Ця проблема особливо актуальна стосовно трансмісійних масел, так як робіт, пов'язаних з оптимізацією ресурсу цього класу масел, вкрай недостатньо.

Приведений літературний огляд свідчить про те, що існуючі на сьогоднішній день методи оцінки якості масел, різноманітні відбраковочні критерії не завжди об'єктивно визначають строки їх заміни та не враховують вплив змашувальних середовищ на стан поверхневих шарів деталей машин.

Відомо, що процеси старіння і забруднення масел в деякому діапазоні позитивно впливають на їх якості, і масла, що відпрецювали регламентований ресурс, в ряді випадків, виявляють благотворний вплив на контактні поверхні пар тертя.

Однак методи визначення цього діапазону, граничні критерії використання масел практично відсутні.

Пріоритетними в цій проблемі є дослідження українських вчених – професорів С. В. Венцеля та Є. С. Венцеля.

Встановлено, що найбільш поширеним критерієм оцінки ресурсу масел є значення кількості механічних домішок (МД), що виражене у відсотках.

При цьому спостерігається обмеженість літературних джерел, які пов'язані з оцінкою змашувальної дії масел з різним ступенем забрудненості (СЗ) механічними домішками, очищених за допомогою механічного фільтра або з використанням інших видів очистки, зокрема, після впливу електро-статичного поля. Назріла необхідність з проведенні досліджень по виявленню максимально допустимої кількості МД, по досягненні якої все ще буде діяти кон-

тактний ефект, що сприяє придбанню ними колоїдного захисту із продуктів окислення масла.

Питання, що пов'язані з оцінкою мікромеханічних характеристик та однорідності поверхневих шарів в залежності від СЗ змашувальних середовищ механічними домішками, в літературних матеріалах не висвітлені. Вивчення цих питань дозволить наблизитися до рішення проблеми встановлення раціональних строків експлуатації масел шляхом оцінки стану поверхневих шарів деталей машин.

На підставі аналізу літератури сформульована мета і поставлені задачі досліджень.

В другій главі дається характеристика об'єктів, методів та засобів дослідження.

В ролі об'єктів дослідження виступають найбільш розповсюджені марки трансмісійних масел вітчизняного та іноземного виробництва (зокрема, ТМ-3-18, ТМ-3-12, Mobilube GX) в стані поставки, масел, що відпрацювали призначений ресурс в агрегатах трансмісія, масел, очищених за допомогою механічного фільтра та електросепаратора, а також масел, що підлягали штучному забрудненню. В ролі модельного матеріалу використовувались зразки із сталей 45 і 30 ХГСА, які так само, як і реальні зубчаті колеса, попередньо підлягали термообробці до необхідної твердості.

Умови випробувань на машині тертя були максимально наближені до умов роботи зубчатих зачіплень в агрегатах трансмісії авіаційної наземної техніки.

Досліди проводились в трьох температурних режимах: при температурі навколишнього середовища; при поступовому нагріві до 90°C; при поступовому нагріві до 120°C.

Для реалізації задач роботи використовувався комплексний метод досліджень, що містить в собі декілька методів.

Зокрема, для оцінки товщини змашувального шару, як одного із основних показників змашувальної дії масел, застосовувався метод вимірювання товщини змашувального шару по падінню електричної напруги у локальному контакті. Визначались також коефіцієнт тертя, лінійне зношення та об'ємна температура змашувального матеріалу.

Для визначення мікромеханічних характеристик та однорідності поверхневих шарів досліджуваних зразків використовувався метод безперервного вдавлення інденторе та трибоспектральний метод мікромеханічних випробувань. Дослідження, що про-

водились за допомогою вищевказаних методів, були реалізовані на приладі нового типу "Мікрон-гема", який розроблено в науковому колективі під керівництвом професора В.В.Зелорожця (А.С. N 1793294).

В процесі випробовувань методом безперервного вдавлювання індентора визначався цілий комплекс мікромеханічних характеристик. В цій роботі оцінювалися значення мікротвердості і показника пружності ПШ.

При проведенні досліджень трибоспектральним методом використовувалися наступні статистичні характеристики, що визначають стан ПШ: дисперсія величини заглиблення індентора, що характеризує розкид міцностних і деформаційних властивостей вздовж траси сканування; спектральна щільність, що відображує картину статистичних зв'язків напруженого стану локальних ділянок ПШ, однорідність мікромеханічних властивостей на вибраній трасі.

При проведенні робіт застосовувалися імовірно-статистичні методи збору і обробки інформації за допомогою засобів обчислювальної техніки.

В третій главі описані результати дослідження ефективності змашувальної дії трансмісійних масел в залежності від ступеня забрудненості механічними домішками.

Зокрема, встановлено, що масло, яке відпрацювало регламентований ресурс (забрудненість - 0,6 % мас.), формує на поверхнях тертя стійкий, значний за товщиною граничний змашувальний шар, що локалізує зсувні деформації і знижує втрати на тертя. В той же час, випробування, які проводилися в середовищі масла в стані поставки (забрудненість - 0,05 % мас.), свідчать про формування граничного змашувального шару, що має невелику товщину при значних величинах коефіцієнту тертя (мал. 1 і 2).

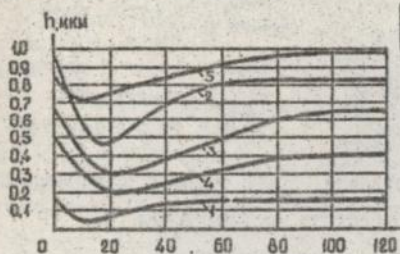
Був виявлений суттєвий вплив на показники змашувальної дії методу та ступеня очистки трансмісійних масел.

Так, результати випробувань в середовищі масла, що очищено за допомогою електросепаратора (ЕС), вказують на наявність граничного змашувального шару, який перевищує шар, сформований в середовищі масла, очищеного за допомогою механічного фільтра (МФ).

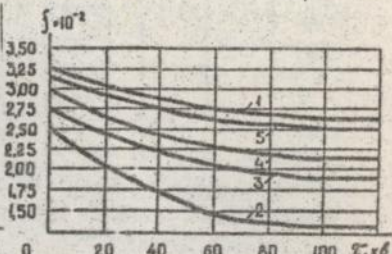
В той же час, значення коефіцієнту тертя, що були отримані в дослідках з маслом, очищеним ЕС, також значно перевищують аналогічні величини для випадку використання масла, очищеного МФ.

Зі збільшенням ступеня очистки масла механічним фільтром

(1-кратна очистка - забрудненість - 0,3 % мас., 2-кратна очистка - забрудненість - 0,1 % мас.) показники змашувальної дії масла при конкретних умовах випробувань погіршувались (мал. 1 і 2).



Мал. 1. Залежність товщини змашувального шару від тривалості випробувань



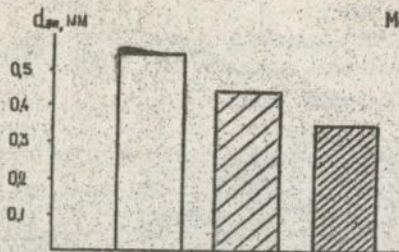
Мал. 2. Залежність коефіцієнту тертя від тривалості випробувань

При використанні масел: 1 - в стані поставки; 2 - відпрацьованого; 3 - після 1-кратної очистки МФ; 4 - після 2-кратної очистки МФ; 5 - після очистки ЕС

Результати експериментів, завдяки яким оцінено ефективність змашувальної дії ТМ в стані поставки, що підлягало штучному забрудненню дрібнодисперсними частинками механічних домішок (до 0,3 і 0,6 % мас.) свідчать про відсутність позитивного впливу сторонніх домішок на показники змашувальної дії, який спостерігався при використанні масла, що відпрацьовало встановлення ресурсу.

В процесі проведення досліджень виявлено суттєвий вплив температурного фактору на характеристики змашувальної дії. Зокрема, оптимальне значення товщини змашувального шару та коефіцієнту тертя при використанні відпрацьованих ТМ, а також очищених різними методами, відповідають температурному режиму - поступовий нагрів масла до 90°C з подальшою стабілізацією температури.

Встановлено вплив ступеня забрудненості трансмісійних масел на знос трибосприяжень. Так, масла, що відпрацьовали ресурс в агрегатах трансмісії, мають вищі протизношувальні властивості, ніж масла в стані поставки (мал. 3).



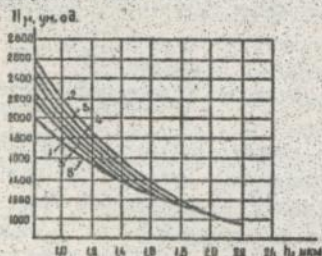
Мал. 3. Гістограма значень діаметру плями зносу при використанні масел:

- - в стані поставки;
- ▨ - після 2-кратної очистки МФ;
- ▩ - що відпрацювало ресурс

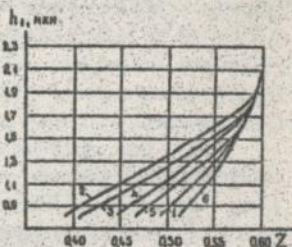
В четвертій главі досліджено вплив ступеня забрудненості трансмісійних масел на мікроемеханічні властивості і однорідність поверхневих шарів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що при роботі пар тертя в середовищі ТМ, які відпрацювали ресурс, і-і 2-кратно очищених за допомогою механічного фільтру, формується значний за товщиною модифікований поверхневий шар (шар вторинних структур), який має більшу величину мікротвердості, кращі пружні властивості в порівнянні з шаром, що створений після роботи в маслах в стані поставки та очищених електроселаратором.

Товщина модифікованого шару металу визначалась по точкам пересічення графічних залежностей зміни мікротвердості ПШ від величини заглиблення індентора після нароблення у всіх досліджуваних середовищах з графіком зміни мікротвердості для вихідної поверхні (мал. 4).



Мал. 4. Залежність мікротвердості поверхневого шару від величини заглиблення індентора

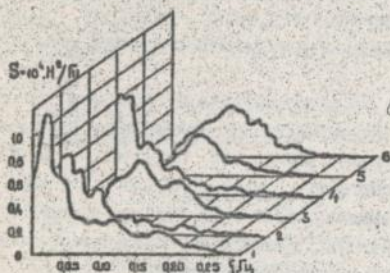


Мал. 5. Залежність показника пружності від величини заглиблення індентора

У вихідному стані (6) і після наробітки зразків в маслі: 1 - в стані поставки; 2 - відпрацював ресурс; 3 - 1-кратно очищеному МФ; 4 - 2-кратно очищеному МФ; 5 - очищеному ЕС

Висновок про перевагу пружних властивостей поверхневих шарів, модифікованих в процесі тертя у відпрацьованих та очишених МФ маслах, підтверджується шляхом оцінки показника пружності Z . Відомо, якщо значення Z прямує до нуля, то в ПШ переважають пружні властивості, якщо Z збільшується – має перевагу крихкість (мал. 5).

В процесі досліджень встановлено, що ступінь модифікації поверхневого шару при терті в маслах з різним ступенем забрудненості, міцнісні та деформаційні характеристики можуть однозначно оцінюватися його однорідністю, яка визначає статистичні зв'язки між фрагментами ПШ. Так, поверхневий шар, модифікований в процесі тертя у відпрацьованому маслі і маслі, очищеному МФ, має однорідну структуру, що складається з дрібних фрагментів, під якими розуміють області, які знаходяться в однорідному напружено-деформованому стані. В цьому випадку фрагменти мають статистично однорідний опір контактному деформуванню. Іншими словами, їх міцність статистично пов'язана. Про це свідчить "Давіно-подібна" форма графіків спектральної щільності процесу тертя індентора об досліджувану поверхню, серединна частота яких зміщується у відносно високочастотну область (мал. 6).



Мал. 6. Графіки спектральних щільностей для поверхневих шарів зразків у вихідному стані (1) та після випробувань в маслі: 2 – в стані поставки; 3 – що відпрацьовало ресурс; 4 – очищеному ЕС; 5 – 1-кратно очищеному МФ; 6 – 2-кратно очищеному МФ

Значення дисперсії величини заглиблення індентора вздовж траси сканування, що отримані в результаті досліджень ПШ після їх наробітки в середовищі відпрацьованого масла, 1- і 2-кратно очищеного МФ, мають незначну величину, що відповідає однорідному шару з невеликим розкидом міцностних та деформаційних властивостей.

Разом з тим, ПШ, сформований під впливом масла в стані

поставки та масла, очищеного E.C. відрізняється неоднорідністю, наявністю крупнофрагментної структури, тобто значення мішності на приведених інтервалах не мають сильного статистичного зв'язку. В цьому випадку середня частота змішується в низькочастотну область (мал. 6).

Встановлено, що у випадку нагріву масла до 90 і 120°C , кращими мікромеханічними властивостями та однорідністю, як і при помірних температурах, володіли ПШ, створені в процесі випробувань в маслі, яке відпрацювало встановлення ресурс та в маслі, очищеному за допомогою механічного фільтру.

В п'ятій главі, на основі результатів триботехнічних та металофізичних досліджень, описаний механізм змашувальної дії трансмісійних масел з різним ступенем забрудненості і фактори, які впливають на зміну мікромеханічних властивостей та однорідності ПШ, сформованих під впливом вищезгаданих масел.

В цій главі також представлені можливі варіанти практичної реалізації результатів досліджень.

Механізм змашувальної дії складається з таких процесів: фізичної адсорбції полярно-активних молекул продуктів старіння масла на поверхнях тертя і на частках механічних домішок, хемосорбції продуктів окислення та полімеризації зі створенням самогенеруючої органічної плівки (СОП) і хемосорбції молекул кисню, отриманих в результаті хімічного розкладу продуктів старіння масла з послідовним хімічним модифікуванням поверхні та створенням оксидів металу.

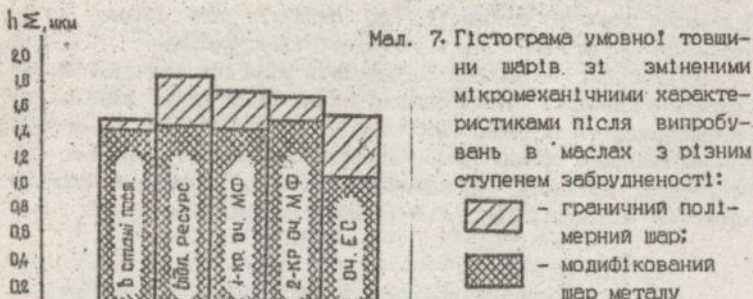
В процесі експлуатації ТМ відбувається формування мікромеханічно активних центрів, які є частками механічних домішок, що покриті адсорбційно-сольватним шаром із продуктів старіння масла. Перебуваючи в зоні контакту, вони створюють значний контактний тиск та полегшують проходження в ПШ процесів здвигостворення і послідовного змищення, вирівнюють напруження стан ПШ, збільшуючи однорідність його структурного стану.

Виявлено, що ступінь забрудненості масел, які були в експлуатації, суттєво впливає на особливості структури та розміри структурних складових ПШ досліджуваних матеріалів, у зв'язку з чим запропоновано метод прироблення контактних поверхонь за допомогою використання в ролі прироблюючого середовища відпрацьованих масел.

Як відомо, актуальною задачею є раціональний підбір масел, які використовуються в тих чи інших вузлах тертя. У зв'язку з

чим ними запропоновано метод підбору ТМ, заснований на оцінці їх впливу на показник пружності поверхневого шару.

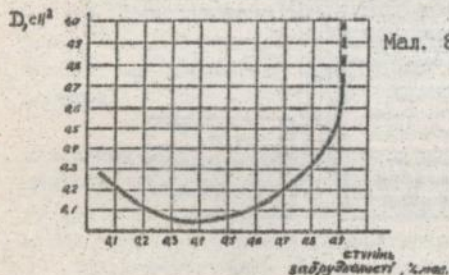
На підставі отриманих результатів подана гістограма товщини шару зі зміненими мікромеханічними характеристиками (мал. 7).



Іншими словами, запропонований метод оцінки співвідношення між товщиною модифікованого шару металу та відповідною йому товщиною полімерної плівки, який дозволяє визначати оптимальний стан ПШ, що відповідає умовам навантаження і якісному стану змащувального середовища.

Згідно з результатами дослідження було запропоновано метод оцінки ресурсу масел, який полягає в визначенні взаємного впливу однорідності ПШ і ступеня забрудненості масла механічними домішками.

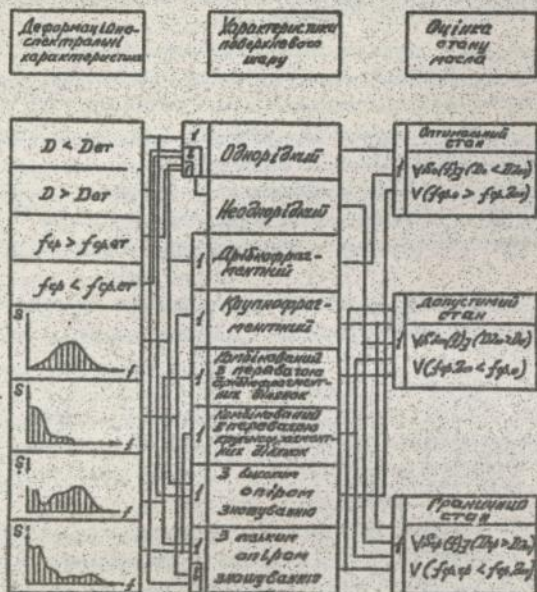
Параметром однорідності стану шару виступає дисперсія величини заглиблення індентора вздовж вибраної траси сканування (мал. 8).



Як видно на малюнку, при забрудненості масла 0,3 - 0,4 % мас. формувався найбільш однорідний за своїми мікромеханічними

характеристиками поверхневий шар, з високим опором зношуванню. В деякому випадку, величина концентрації механічних домішок 0,9 % мас., отриманої шляхом примусового забруднення відпрацьованого масла, є граничним, так як в подальшому спостерігається раптове збільшення значень дисперсії, що свідчить про високу неоднорідність ШШ та наявність інтенсивного зношування.

На підставі отриманих результатів досліджень запропоновано алгоритм визначення стану трансмісійних масел по динамічним характеристикам тертя (мал. 9). Отже, граничний стан масел може ідентифікуватися такими трибоспектральними характеристиками, як спектральна щільність, серединна частота та дисперсія процесу контактної взаємодії індентора із досліджуваною поверхнею.



Мал. 9. Таблиця ідентифікації стану трансмісійних масел

Основні результати роботи та висновки

1. Виявлено істотний вплив ступеня забрудненості трансмісійних масел механічними домішками на ефективність їх змашувальної дії і протизносні властивості.

1.1. Під впливом масел, які відпрацьовали встановлений ресурс (забрудненість – до 0,6% мас.) формувалася стійкий, значний за товщиною граничний змашувальний шар при порівняно невеликих значеннях коефіцієнта тертя. Ці масла мали вищі протизносні властивості, ніж масла в стані поставки.

1.2. Зі збільшенням ступеня очистки відпрацьованого масла механічним фільтром показник його змашувальної дії та протизносні властивості (при 2-кратній очистці) погіршувались.

2. Встановлено значний вплив ступеня забрудненості ТМ механічними домішками на мікрOMEХАНІЧНІ характеристики та однорідність структурного стану поверхневих шарів.

2.1. В процесі випробувань у відпрацьованому маслі і в маслі, що було очищене механічним фільтром, формувалася модифікований шар, який має значну мікротвердість і кращі пружні властивості в порівнянні з шаром, утвореним після наробітки в маслі в стані поставки та маслі, яке очищене за допомогою електросепаратора.

2.2. Поверхневий шар, утворений після випробувань у відпрацьованому маслі та маслі, яке було очищене МФ, був однорідним, мав дрібнофрагментну структуру і високу опірність зношуванню на відміну від ПШ, сформованих після наробітки в ТМ у стані поставки та ТМ, що було очищене за допомогою електросепаратора, які ідентифікувались як неоднорідні за наявністю крупнофрагментної структури та з низьким опірним зношуванню.

3. Запропоновано механізм змашувальної дії трансмісійних масел, що відпрацьовали встановлений ресурс, і масел, які були очищені за допомогою механічного фільтру з різним ступенем очистки.

4. Встановлено, що утворені у відпрацьованих маслах мікрOMEХАНІЧНО активні центри, які склалися із часток механічних домішок, покритих адсорбційно-сольватним шаром, потрапляючи в зону контакту, вирівнюють напружений стан поверхнього шару, збільшуючи його однорідність та зносостійкість.

5. Запропоновано метод приробітки контактних поверхонь в середовищі відпрацьованих масел, який дозволить підвищити

зносостійкість пар тертя за рахунок дріблення блоків тонкої структури, а також метод підбору ТМ, заснований на оцінці їх впливу на показник пружності поверхневого шару.

6. Запропоновано метод оцінки ресурсу трансмісійних месел, який полягає у визначенні залежності показника однорідності поверхневого шару від ступеня забрудненості масла механічними домішками.

7. Запропоновано алгоритм визначення стану трансмісійних месел за динамічними характеристиками тертя. Показано, що граничний стан ТМ характеризується трибоспектральними характеристиками поверхневого шару.

8. Запропоновано метод оцінки співвідношення між товщиною модифікованого шару металу та відповідною йому товщиною граничного полімерного шару, що дозволяє виявляти оптимальний стан поверхневого шару, який відповідає умовам навантаження і ступеню забрудненості змащувального середовища.

Основний зміст дисертації опубліковано в наступних роботах:

1. БИЛЯКОВИЧ О.Н., ЗАКИЕВ И.М. Влияние карбонофторидных присадок на состояние поверхностного слоя в условиях граничного трения //Тезисы докладов 5-й НПК "Триботехника - машиностроение" - Н. Новгород: Изд-во ИМАШ АН СССР, 1991.

2. ЗАПОРОЖЕЦ В.В., БИЛЯКОВИЧ О.Н., ЗАКИЕВ И.М. Микромеханические характеристики модифицированных при трении слоев //Проблемы эксплуатации наземной техники и применения горюче-смазочных материалов в гражданской авиации - Киев: КИИГА, 1991. с. 16-20.

3. ЗАПОРОЖЕЦ В.В., БИЛЯКОВИЧ О.Н., ЗАКИЕВ И.М. Деформационно-спектральный анализ структуры и прочности материалов //Тезисы докладов 14-й конференции по тепловой микроскопии "Структура и прочность материалов в широком диапазоне температур" - Воронеж: Изд-во ИМАШ РАН, 1992.

4. ЗАПОРОЖЕЦ В.В., БИЛЯКОВИЧ О.Н. Влияние качества масла ТАП-15В на триботехнические характеристики трансмиссий спецавиации //Вопросы химмотологии и эксплуатации авиационной наземной техники - Киев: КИИГА, 1994. с. 125-129.

5. ЗАПОРОЖЕЦ В.В., БИЛЯКОВИЧ О.Н. Влияние степени загрязненности трансмиссионного масла ТМ-3-18 на износостойкость зубчатых передач //Тези доповідя Міжнародної НПК "Проблеми транспорту та шляхи їх вирішення" - Київ: Видавництво "Автотранспорт", 1994.

6. МЕЛЬНИК В.Б., ГРОМАКОВСКИЙ Д.К., БИЛЯКОВИЧ О.Н. Механизм смазочного действия карбонофторидных присадок //Тези доповідей Міжнародної НТК "Вдосконалення конструктивних та експлуатаційних параметрів автомобілів і машин" - Київ: КМУЦА, 1995.

7. ЗАПОРОЖЕЦЬ В.В., СМІРНОВ Ю.И., ЗАКІЄВ И.М., БИЛЯКОВИЧ О.Н. Разработка пресбрезователя видеосигнала для установки трибоспектрального контроля //Тези доповідей звітної НТК наукових колективів університету за 1994 рік - Київ: КМУЦА, 1995.

8. ЗАПОРОЖЕЦЬ В.В., ЗАКІЄВ И.М., БИЛЯКОВИЧ О.Н. Метод и прибор для оценки физико-механических свойств поверхностных слоев деталей машин //Материали 6-го Симпозіума "Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju systemow pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojedznych" - Rzeszow, 1995.

9. БИЛЯКОВИЧ О.М., ЗАКІЄВ И.М., ЗАПОРОЖЕЦЬ В.В. Трибоспектральна оцінка змашувальної здатності мастильних матеріалів //Тези доповідей 16-ї звітної НТК університету за 1995 рік - Київ: КМУЦА, 1996.

10. БАЛАНИН В.Х., БИЛЯКОВИЧ О.Н., ГУЗЕНКО Ю.М. Ресурсо- и энергосбережения при эксплуатации зубчатых передач авиационной наземной техники //Тезисы докладов Международной НТК "Ресурсо- и энергосберегающие технологии в промышленности" - Одесса: Изд-во ОГТУ, 1996.

Аннотация

О.Н. Билякович Влияние загрязненности трансмиссионных масел на смазочное действие и состояние поверхностных слоев трибосопряжения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 - Трение и износ в машинах. Киевский международный университет гражданской авиации, Киев, 1996

Диссертацией является рукопись, которая содержит результаты исследований смазочного действия трансмиссионных масел различной степени загрязненности механическими примесями, микромеханических и трибоспектральных характеристик поверхностных слоев, сформированных под воздействием данных масел.

Установлена функциональная связь между степенью загрязнен-

ности масел и структурой поверхностных слоев. на основании чего предложен алгоритм определения состояния трансмиссионных масел по деформационно-спектральным характеристикам слоя. Определено, что предельное состояние масла характеризуется статистическими критериями структурной однородности поверхностного слоя.

Biljakovich Oleg The influence of transmission oil pollution on lubricant action and surface layers condition of the triboconnects. Thesis for Candidate of Science's (technical) degree on speciality 05.02.04

Kiev International University of Civil Aviation, Kiev, 1996

Ph.D. Thesis is the manuscript which contains investigation results of lubricant action of transmission oils with different levels of mechanical dash pollutions, micromechanical and tribospectral characteristics of surface layers which formed under action of this oil.

Functional link of the oil pollution level and surface layer structure had been discovered. On its grounds algorithm of transmission oil condition determination with using of layer's deformational - spectral characteristics had been suggested. It was discovered that limited oil condition is characterized by statistical criteria of structural uniformity of surface layer.

Ключові слова: трансмісійні масла, ресурс, ступінь забрудненості, механічні домішки, змешувальна дія, мікротвердість, трибоспектральні характеристики.

Олег

Підписано до друку 20.11.96. Формат 60x84/16. Пагір друкарський. Офсетний друк. Ум.-фарбовідб.5.Ум.друк.арк.0,93.Обл.вид.арк.1,0. Тираж 100 прим. Замовлення №219-І. Ціна . Вид. № 233/ш

Видавництво КУЦА.

252058. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, І.

AB 36.136