

Статья посвящена актуальному вопросу функционирования разрешительной системы в сфере международных автомобильных перевозок, которая, как известно, переживает сложную процедуру реформирования. На данный момент завершился этап передачи функций выдачи разрешений автоперевозчикам от Государственного предприятия “Служба международных автомобильных перевозок” Государственной инспекции по безопасности на наземном транспорте.

Объект исследования — разрешительная система в сфере международных автомобильных перевозок грузов.

Цель работы — оценка влияния человеческого фактора на эффективность работы разрешительной системы.

Метод исследования — учет нарушений с использованием методики распределения многократных разрешений ЕКМТ.

Раскрыты особенности работы разрешительной системы в период ее перехода под юрисдикцию новой структуры — Государственной инспекции по безопасности на наземном транспорте. Кратко описан Порядок оформления и выдачи разрешений на проезд территориями иностранных государств при выполнении перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом в международном сообщении.

Особое внимание уделено выявлению причин, снижающих эффективность разрешительной системы, а именно человеческому фактору. Сделана попытка создать механизм для аналитической оценки влияния нарушений как со стороны перевозчика, так и со стороны администрации на эффективность использования разрешений, которая по общепринятой методике может считаться объективной оценкой.

Проблемы, рассматриваемые в статье, будут интересны для специалистов по международным перевозкам.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** РАЗРЕШИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА В СФЕРЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК, РАЗРЕШЕНИЕ, ПРОЦЕДУРА РЕФОРМИРОВАНИЯ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРЕШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР, КОЭФФИЦИЕНТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗРЕШЕНИЙ.

УДК 621.891

## ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ЗМІНИ ПУСКОВОГО МОМЕНТУ ТА НАПРУГИ ЗСУВУ МАСЛЯНОГО ШАРУ ПРИ НАПРАЦЮВАННІ

Куш О.І., кандидат технічних наук

Туриця Ю.О., кандидат технічних наук

Постановка завдання. В процесі роботи двигуна властивості оливи можуть змінюватись в різному ступені, причому в деяких двигунах ці зміни дуже суттєві. Зміни, які відбуваються, є важливою діагностичною характеристикою оливи – наслідок хімічних і фізичних процесів, що обумовлені особливостями застосування оливи в двигунах [1]. Одним зі шляхів підвищення техніко-економічних показників машин і механізмів являються покращення триботехнічних параметрів пар тертя вузлів машин і, зокрема, покращення антифрикційних і протизношувальних властивостей контактних поверхонь. Цьому питанню присвячені багато робіт вітчизняних і закордонних вчених, які зробили значний внесок в формування розуміння складних фізико-механічних процесів, які протікають в мікроскопічному об’ємі зони контакту тертя [2].

Метою роботи є встановлення взаємозв’язку між зміною пускового моменту та напругою зсуву масляного шару при напрацюванні. Застосовувалась товарна олива Honda Ultra DPSF та відпрацьована олива зазначеної партії виготовлення, термін експлуатації якої склав 30 тис. км. В якості зразків використовувались циліндричні ролики ( $d = 50$  мм), виготовлені зі сталі 40Х, максимальне контактне навантаження становило 570 МПа.

Основна частина. В перших циклах напрацювання товарної оливи нами було встановлено поступове зменшення пускового моменту (рис. 1) до 350 циклів напрацювання, після 350 циклів відбувається коливання пускового моменту. Слід зазначити, що даний параметр не характеризується тенденцією до стабілізації протягом подальших циклів випробувань. Спостерігається суттєвий вплив граничних шарів на кінетику зміни моменту тертя. Зокрема, для 150, 300, 520, 800, 1100, 1300 та 1600 циклів напрацювання момент тертя зростає, в середньому, на 15-20%, в порівнянні з

значеннями, встановленими для попередніх циклів напрацювання, що обумовлено інтенсифікацією формування граничних адсорбційних шарів на контактних поверхнях. Початково утворені граничні плівки характеризуються збільшенням напруги зсуву масляного шару ( $\tau$  підвищується аналогічно моменту тертя, на 15-20%), яка залежить від поліморфної ретикулярної структури компонентів мастильного матеріалу, що адсорбуються на активованій в процесі тертя поверхні металу. Коли сформовані граничні плівки адаптуються до динамічних умов навантаження, що відповідає товщині адсорбційних шарів 1-1,5 мкм, їх напруга зсуву починає зменшуватись, відповідно, кореляційно знижується і пусковий момент (рис. 1).

Слід зазначити, що по мірі наробітки не встановлений чіткий зв'язок між зривом товщини мастильного шару на зупинці і реагуванням моменту, відсутня чітка кореляція даних параметрів.

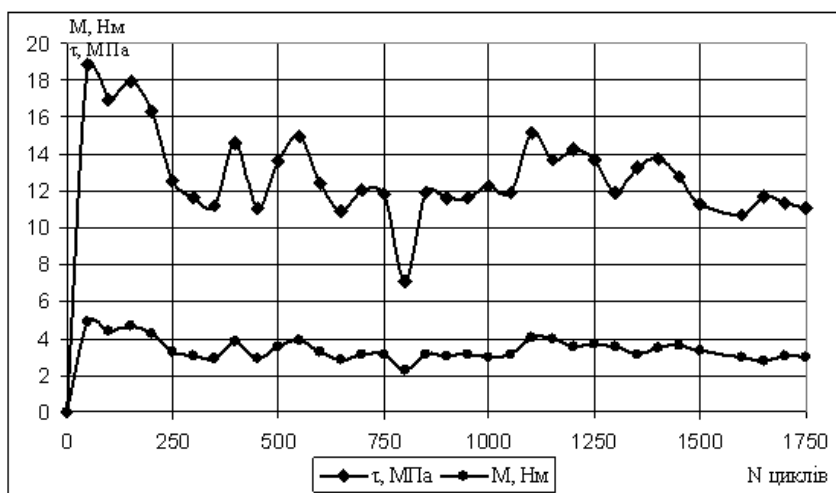


Рисунок 1. – Залежність зміни моменту тертя і дотичного напруження для товарної оливи Honda Ultra DPSF

Зокрема, при 1000-1100 та 1580-1600 циклів напрацювання зафіксовано зрив змащувального шару на 80% площі контакту елементів трибоспряження, що супроводжується безпосереднім металевим контактом поверхонь, в той же час не встановлено в цей період підвищення пускового моменту в контактї. На підставі одержаних даних, ми вважаємо, що сила адгезійних з'єднань, що утворюються між контактними поверхнями, незначна, в повній мірі реалізуються умови зовнішнього тертя при досліджуваному контактному навантаженні, тому данні чинники не призводять до стрімкого збільшення моменту тертя в період страгування.

При дослідженні пускового моменту відпрацьованої оливи встановлено, що в початковий період припрацювання, який відповідає 150 циклам наробітки, даний параметр знижується на 23%, в порівнянні з моментом, встановленим при змащуванні сталі 40Х товарною оливою (рис . 2).

На зниження моменту впливають два чинники: по-перше, в оливі, термін експлуатації якої склав 30 тис. км, на 16% знижується кінематична в'язкість при 50<sup>0</sup>С, що обумовлює зменшення сили тертя між шарами мастильного матеріалу, по-друге, в даному проміжку наробітки відпрацьована олива, на відміну від товарної, не формує граничних адсорбційних шарів на контактних поверхнях, які характеризуються підвищеною напругою зсуву і здатні впливати на зростання моменту тертя при пуску. Слід зазначити, що відсутність граничної плівки мастильного матеріалу в період зупинки, що обумовлює безпосередній металевий контакт елементів трибоспряження, не призводить до зростання моменту в період пуску, – це обумовлено, ймовірно, незначною міцністю утворених адгезійних з'єднань та реалізацією умов зовнішнього тертя в контактї.

Надалі, при N>150 циклів напрацювання товщина мастильного шару інтенсивно збільшується (до 1,1 мкм), а момент тертя адекватно реагує на сформовані граничні шари з підвищеною напругою зсуву – коефіцієнт тертя зростає, в середньому, на 22%. При послідуочій наробітці, що відповідає 200-800 циклам, граничні змащувальні шари адсорбційного походження починають руйнуватися з подальшим зменшенням товщини мастильного шару, причому зростання моменту тертя не встановлено. Внаслідок зменшення товщини мастильного шару до 0,1 мкм (300-350 циклів, 700-730 циклів) відбувається інтенсифікація механічного стирання адсорбційних змащувальних шарів і десорбція полярно-активних молекул змащувального матеріалу внаслідок термічних реакцій, що

протікають в контактi. Загальною закономірністю руйнування адсорбційних змащувальних шарів є надлишкова кількість енергії активації металу.

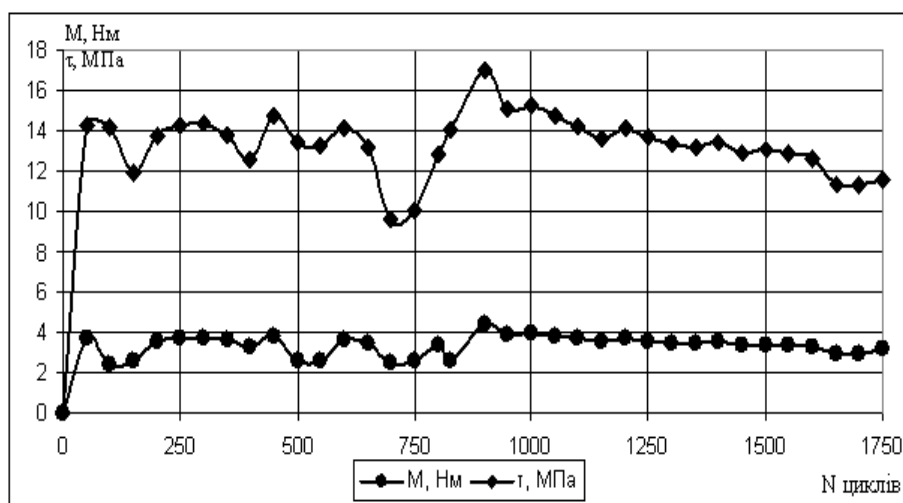


Рисунок 2. – Залежність зміни моменту тертя і дотичного напруження від напрацювання для зразка оливи, термін експлуатації якої становить 30 тис.км.

У подальшому після встановлених провалів починається збільшення негідродинамічної складової товщини змащувального шару, яка згодом стабілізується на рівні 1,5-2 мкм, так само як і момент тертя – 11,8 – 13 Нм. Експериментально було встановлено, що зростання товщини змащувального шару відбувається внаслідок зміни природи граничних змащувальних шарів, пов'язаної з утворенням граничних шарів неадсорбційної природи (СОП). Наявність СОП на контактних поверхнях контролювалася методом роздільного виміру падіння електричної напруги на змащувальному шарі, а також візуально по характерному темно-коричневому забарвленню.

Висновок. Пусковий момент відпрацьованої трансмісійної оливи знижується на 23% на початковій стадії напрацювання, що обумовлено як зменшенням внутрішнього тертя в об'ємній фазі оливи внаслідок зниження її кінематичної в'язкості при експлуатації, так і відсутністю граничних адсорбційних шарів з підвищеною напругою зсуву. Встановлено, що часткове, або повне стирання граничних шарів мастильного матеріалу не призводить до суттєвого зростання моменту тертя при страгуванні – відсутність залежності реагування пускового моменту при зриві мастильного шару свідчить про незначну міцність новоутворених адгезійних з'єднань та реалізацію умов зовнішнього тертя в контактi.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Синельников А.Ф. Автомобильные масла, топлива и технические жидкости краткий справочник / А.Ф. Синельников, В.И. Балабанов. – Изд-во За Рулем, 2007. – 160 с.
2. Венцель С.В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / Венцель С.В. – М.: 1979. – 240 с.

#### РЕФЕРАТ

Куц О.І., Туриця Ю.О. Дослідження кінетики зміни пускового моменту та напруги зсуву масляного шару при напрацюванні / Олексій Іванович Куц, Юлія Олександрівна Туриця // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2012. Вип. 10.

В статті представлені результати експериментальних досліджень щодо кінетики зміни пускового моменту та напруги зсуву масляного шару при напрацюванні.

Об'єкт дослідження – пусковий момент та напруга зсуву масляного шару.

Мета роботи - встановлення взаємозв'язку між зміною пускового моменту та напругою зсуву масляного шару при напрацюванні.

Метод дослідження – вимірювання падіння напруги в режимі нормального тліючого розряду.

На зниження моменту впливають два чинники: по-перше, в оливі, термін експлуатації якої склав 30 тис. км, на 16% знижується кінематична в'язкість при 50<sup>0</sup>С, що обумовлює зменшення сили

тертя між шарами мастильного матеріалу, по-друге, в даному проміжку наробітки відпрацьована олива, на відміну від товарної, не формує граничних адсорбційних шарів на контактних поверхнях, які характеризуються підвищеною напругою зсуву і здатні впливати на зростання моменту тертя при пуску. Слід зазначити, що відсутність граничної плівки мастильного матеріалу в період зупинки, що обумовлює безпосередній металевий контакт елементів трибоспряження, не призводить до зростання моменту в період пуску, – це обумовлено, ймовірно, незначною міцністю утворених адгезійних з'єднань та реалізацією умов зовнішнього тертя в контакті.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** МАСТИЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ, ГРАНИЧНА ПЛІВКА, АДСОРБЦІЙНІ ШАРИ.

#### ABSTRACT

Kusch A.I., Turitsya Y.A. Research of kinetics of change of the starting moment and tension of shift of an oil layer at an operating time. / Aleksey Ivanovich Kuch, Yuliya Aleksandrovna Turitsya // Management of projects, system analysis and logistics. – K.: NTU. – 2012. Vol. 10.

Results of experimental researches of kinetics of change of the starting moment and tension of shift of an oil layer are presented in article at an operating time.

Object of study – the starting moment and tension of shift of an oil layer.

Purpose – interrelation establishment between change of the starting moment and tension of shift of an oil layer at an operating time.

Method study – research of thickness of a lubricant layer in contact in the conditions of swing with slipping under non-stationary working conditions.

Decrease in the moment is influenced by two factors: first, in the oil which term of operation made 30 thousand km, kinematic viscosity decreases by 16% at 50<sup>0</sup>C that causes friction force reduction between lubricant layers, secondly, in this interval of an operating time the fulfilled oil, unlike commodity, doesn't form boundary adsorptive layers on contact surfaces which are characterized by the increased tension of shift and capable to influence growth of the moment of friction at start-up. It should be noted that lack of a boundary film of lubricant in the period of a stop which causes direct metal contact of elements of a interface, doesn't lead to moment growth during start-up, is caused probably by the insignificant durability of educated adhesive connections and realization of conditions of external friction in contact.

**KEYWORDS:** LUBRICANT, BOUNDARY FILM, THE ADSORPTIVE LAYERS.

#### РЕФЕРАТ

Куш А.И., Турица Ю.А. Исследование кинетики изменения пускового момента и напряжения сдвига масляного слоя при наработке. / Алексей Иванович Куш, Юлия Александровна Турица // Управление проектами, системный анализ и логистика. – К.: НТУ – 2012. Вып. 10.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований кинетики изменения пускового момента и напряжения сдвига масляного слоя при наработке.

Объект исследования – пусковой момент и напряжение сдвига масляного слоя.

Цель работы – установление взаимосвязи между изменением пускового момента и напряжением сдвига масляного слоя при наработке.

Метод исследования – исследование толщины смазочного слоя в контакте в условиях качения с проскальзыванием при нестационарных условиях работы.

На снижение момента влияют два фактора: во-первых, в масле, срок эксплуатации которого составил 30 тыс. км, на 16% снижается кинематическая вязкость при 50<sup>0</sup>C, что обуславливает уменьшение силы трения между слоями смазочного материала, во-вторых, в данном промежутке наработки отработанное масло, в отличие от товарного, не формирует граничные адсорбционные слои на контактных поверхностях, которые характеризуются повышенным напряжением сдвига и способные влиять на рост момента трения при пуске. Следует отметить, что отсутствие граничной пленки смазочного материала в период остановки, которая обуславливает непосредственный металлический контакт элементов трибоспряжения, не приводит к росту момента в период пуска, – это обусловлено, вероятно, незначительной прочностью образованных адгезионных соединений и реализацией условий внешнего трения в контакте.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** СМАЗОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ, ГРАНИЧНАЯ ПЛЕНКА, АДСОРБЦИОННЫЕ СЛОИ.