

РЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МОТОРНИХ ОЛИВ В ПЕРІОД ПРОГРІВАННЯ ДВИГУНА

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, dmitrichenko@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0003-4223-1838

Міланенко О.А., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, milanmasla@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8197-5277

Білякович О.М., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, oleg65@voliacable.com, orcid.org/0000-0002-2423-2346

Туриця Ю.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, yuliya_tur@ukr.net, orcid.org/0000-0002-2205-0426

Савчук А.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, tolik_savchuk@bigmir.net, orcid.org/0000-0001-5460-4879

RHEOLOGICAL ASPECTS OF MOTOR OILS IN THE WARM-UP PERIOD

Dmytrychenko M.F., doctor of technical science, National Transport University, Kyiv, Ukraine, dmitrichenko@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0003-4223-1838

Milanenko A.A., associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, milanmasla@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8197-5277

Bilyakovysh O.N., Ph.D, associate professor National Aviation University, Kyiv, Ukraine, oleg65@voliacable.com, orcid.org/0000-0002-2423-2346

Turitsa Y.A., associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, yuliya_tur@ukr.net, orcid.org/0000-0002-2205-0426

Savchuk A.N., associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, tolik_savchuk@bigmir.net, orcid.org/0000-0001-5460-4879

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В ПЕРИОД ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ

Дмитриченко Н.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, dmitrichenko@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0003-4223-1838

Міланенко А.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, milanmasla@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8197-5277

Білякович О.Н., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев, Украина, oleg65@voliacable.com, orcid.org/0000-0002-2423-2346

Туриця Ю.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, yuliya_tur@ukr.net, orcid.org/0000-0002-2205-0426

Савчук А.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, tolik_savchuk@bigmir.net, orcid.org/0000-0001-5460-4879

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У кількісному відношенні моторні оливи є найбільшою групою вироблених мастильних матеріалів (близько 40%); їх значення зросло в зв'язку з ростом автомобільного парку. Залежно від умов застосування в моторних оливах міститься від 5 до 25% присадок, крім особливих високоочищених базових мінеральних олив (на сьогоднішній день переважно парафінів). Для спеціальних цілей, наприклад при екстремальних термічних умовах, мінеральні базові оливи можуть бути частково або повністю замінені синтетичними (переважно ефірами або олігомерами олефінів) [1]. Для успішної роботи в умовах граничного мащення (клапани, газорозподільний механізм, поршень) в моторні оливи вводять протизношувальні присадки, а також детергенти і дисперсанти для підтримки чистоти двигуна. Останні попереджують утворення вуглецевих і лакових відкладень в циліндро-поршневій групі. Дія детергентів і дисперсантів проявляється також в утриманні сажі та інших продуктів згоряння в стані суспензії і в нейтралізації продуктів окислення і старіння. До олив пред'являється також вимога – запобігати низькотемпературному шламоутворенню, що має місце при експлуатації в режимі так званого «стоп енд гоу», тобто при їзді з частими зупинками, короткими пробігами і тривалій роботі двигуна на холостому ходу при транспортних заторах [2].

Постановка проблеми. Безаварійна робота двигуна в великій мірі залежить від в'язкості оливи, обраної відповідно до температури навколишнього середовища і умов роботи. Нижній рівень в'язкості повинен вибиратися таким, щоб забезпечувати легкість запуску двигуна при заданих пусковому моменті і потужності акумулятора навіть при низьких температурах навколишнього середовища. З іншого боку, рівень в'язкості повинен забезпечувати умови мащення всіх вузлів і при високих робочих температурах. Для змащування двигуна можуть бути застосовані оливи однієї визначеної групи або універсальні оливи. В'язкісно-температурні характеристики оливок однієї групи відповідають своєму класу в'язкості SAE; в'язкість повинна вибиратися відповідно до робочих умов і очікуваної температури навколишнього середовища.

Мета роботи. Метою роботи є встановлення рідинного тертя в двигунах типу Д-241 та двигуна концерну Volkswagen VAG ASV 1.9 TDI і надання рекомендацій застосування моторних оливок щодо мінімізації процесів тертя в умовах широкого діапазону зміни об'ємної температури моторних оливок.

Формування цілей статті. Основним принципом вибору схеми випробувань на тертя та зношування є максимальне наближення до реальних умов роботи досліджуваного трибоспряження. Для цього необхідно забезпечити відповідність характеру руху зразків, величин і швидкостей ковзання, а також матеріалів пар тертя. При виборі принципової схеми дослідження процесів тертя і зношування рухомих сполучень в мастильних матеріалах, необхідно враховувати отримання на зразках якісної картини.

На підставі розгляду механізмів і машин, в яких використовуються бронза в рухомих з'єднаннях і лабораторних досліджень механічно-фізико-хімічних процесів в парі чавун-сталь, прийнята схема безударного тертя ковзання по площині. Схема контакту по площині дозволяє оцінити зміни характеристик мікрогеометрії зони тертя рухомих сполучень. Крім того, обрана схема передбачає враховувати такі процеси при терті: взаємодія матеріалів пари в мастильному матеріалі, зміни яких відбуваються в поверхневих шарах трибоспряжень, а також зношування рухомих сполучень.

Виходячи з обраної схеми випробувань і характеру руху зразків, а також з урахуванням класифікації випробувальних установок з контактом по площі [3] нами обрана модернізована машина тертя СМЦ-2 (рис. 1). Дослідження триботехнічних характеристик проводились у стаціонарному режимі в умовах ковзання.

Для обміну параметричною інформацією між первинними перетворювачами (датчиками) і ПК використовується програмований комплекс, до складу якого входить аналого-цифровий перетворювач (АЦП) фірми „Хоневел”, призначений для комутації аналогових сигналів і перетворення їх в цифровий код. У програмі реалізований апаратний запуск АЦП. Запит АЦП виконується по сигналу готовності перетворювача. Для апаратного запуску АЦП через різні проміжки часу використаний таймер, що входить до складу універсального програмованого комплексу, який дозволяє відтворювати умови тертя періодично або довготривало – працюючих механізмів.

Для реалізації температурного режиму від мінус 18⁰С до плюс 75⁰С (об'ємна температура оливи) було модернізовано установку СМЦ-2 шляхом застосування додаткового обладнання – в систему включено посудина Дьюара, яка була наповнена зрідженим азотом та балон високого тиску з вуглекислою. З метою уникнення температурних втрат було встановлено захисний кожух для ванни з мастильним матеріалом, в якій знаходиться пара тертя. Рідкий азот подавався шляхом аерації в змійовик, занурений у ванночку з мастильним матеріалом. Тривалість експерименту складала 15 хвилин в режимі тертя ковзання.

Від електродвигуна постійного струму через клинопасову передачу, редуктор, безконтактний індуктивний датчик необхідна частота обертання передається на вал, встановлений в підшипниках, закріплених в проміжній опорі. На валу кріпиться нижній зразок-ролик. Верхній нерухомий зразок (колодка з антифрикційного сплаву) кріпиться в оправлення, яка закріплюється на вихідному валу каретки. Для установки верхнього зразка в оправлення, каретка відкидається. Навантаження вузла тертя здійснюється за рахунок стиснення пружини кронштейном за допомогою гвинта.

Випробувальна машина тертя СМЦ-2 зі схемою кільце-гільза забезпечує роботу в умовах безударного тертя ковзання за рахунок обертального руху ролика (рис. 2). Вузол тертя працює в постійному обсязі мастильного матеріалу (≈ 200 мл), що посилює режим тертя, але спрощує проведення експериментальних досліджень. Зона контакту зразків занурена в мастильний матеріал, і тим самим, поліпшується тепловідвід з робочих поверхонь рухомих сполучень і постачання в зону тертя мастильного матеріалу, що наближає умови роботи вузла тертя до реальних.



Рисунок 1 – Загальний вигляд триботехнічного комплексу СМЦ-2 з допоміжним обладнанням
Figure 1 - General view of the tribotechnical complex (type SMC-2) with auxiliary equipment



Рисунок 2 – Вузол тертя колодка-ролик із пристосуванням на машині тертя СМЦ-2
Figure 2 – Friction unit “tilting pad-roller” with adaptation on SMC-2 friction machine

Перед виконанням експериментальних досліджень процесів тертя і зношування рухомих сполучень було проведене градування засобів вимірювальної техніки в режимі статичного навантаження на цифровому вольтамперметрі за допомогою спеціального пристосування і мірних

тягарців згідно з інструкцією по експлуатації машини тертя. При цьому похибка вимірювання величини не перевищувала 5% відповідно з інструкцією по експлуатації.

Для оцінки триботехнічних характеристик пари колодка-ролик для формування на поверхнях тертя трибоспряжень металевих плівок, що характеризуються низьким моментом тертя, в роботі була використана модернізована вимірювальна система моменту тертя, що забезпечує його оцінку в 20 і більше разів менших, ніж стандартна система [4].

Велике значення має вибір розмірів зразків, використовуваних при випробуваннях [5]. Зразки для випробувань представляють собою колодки і ролики з розмірами $d = 50$ мм (рис. 3).

Зразки - ролики були виготовлені зі сталі 40Х, зразки-колодки – з чавуну СЧ-18-24. Вибір сталі 40Х для виготовлення зразків-роликів пов'язаний з тим, що прийнята сталь використовується для виготовлення компресійних кілець [6-8], а чавун вказаної марки – для гільз циліндро-поршневої групи ДВЗ.

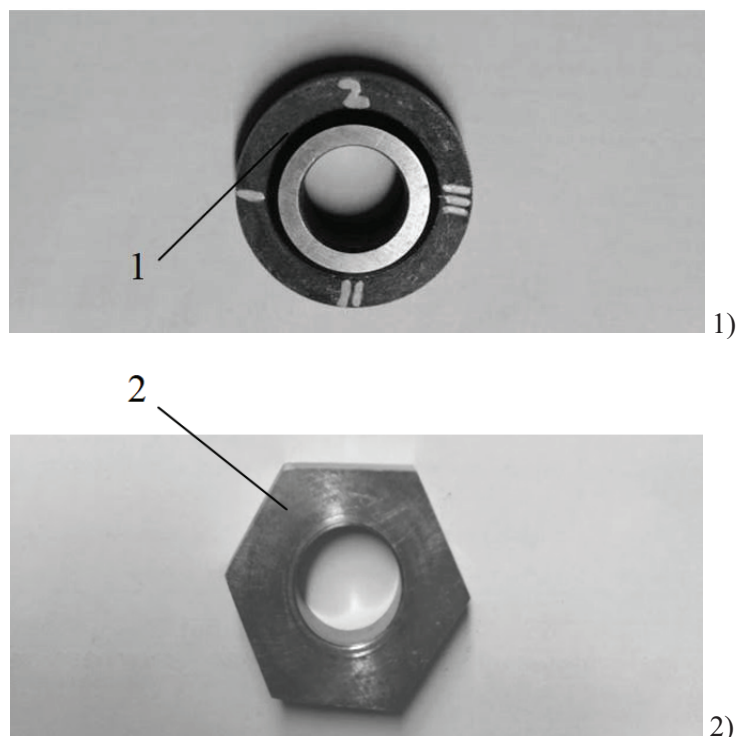


Рисунок 3 – Зразки для лабораторних досліджень: 1 – ролик; 2 - колодка
Figure 3 – The samples for laboratory studies: 1 – the roller; 2 - the tilting pad

При виконанні експериментальних досліджень процесів тертя, коефіцієнт тертя при зношуванні пари чавун-сталь розраховувався за формулою Кулона: $f = 2MdP$, де, M - вимірюваний момент тертя, Н·м; d - діаметр, м, P - питома навантаження, МПа.

Виклад основного матеріалу. Для виконання експериментальних досліджень процесів тертя і зношування металевих пар та вивчення механо-фізико-хімічних процесів при взаємодії пари сталь-сталь, в нашому експерименті досліджувалися моторні всесезонні оливи різного хімічного складу за реологічною ознакою: моторна олива мінерального нафтового походження SAE 20W-40 (M6₃/12Г₁), моторна напівсинтетична олива SAE 10W-40 та моторна синтетична олива 5W-40.

Дані оливи випробовувалися на вищеописаному триботехнічному стенді СМЦ-2 в умовах підвищення температури від мінус 18⁰С до плюс 75⁰С впродовж 15 хв.

Як показано на рис. 4 впродовж досліджуваного часу підвищення температури спостерігалось деяке зниження швидкостей зсуву для усіх досліджуваних олив, що пояснюється втратами енергії на тертя, яка потрібна для подачі оливи до точок мащення відразу після запуску двигуна.

На рис. 5 показано, що по мірі підвищення температур від мінус 18⁰С до плюс 75⁰С впродовж 15 хв., зміна ефективної в'язкості досліджуваних олив має дві області.

У первинній області від мінус 18⁰С до плюс 5⁰С впродовж 4 хв., ефективна в'язкість змінюється незначно, що пояснюється ефективними низькотемпературними властивостями синтетичної і напівсинтетичної оливи за рахунок задовільного вуглеводневого складу базової оливи, а оливи мінерального походження – за рахунок полімерних загусників, які додають до базової нафтової оливи.

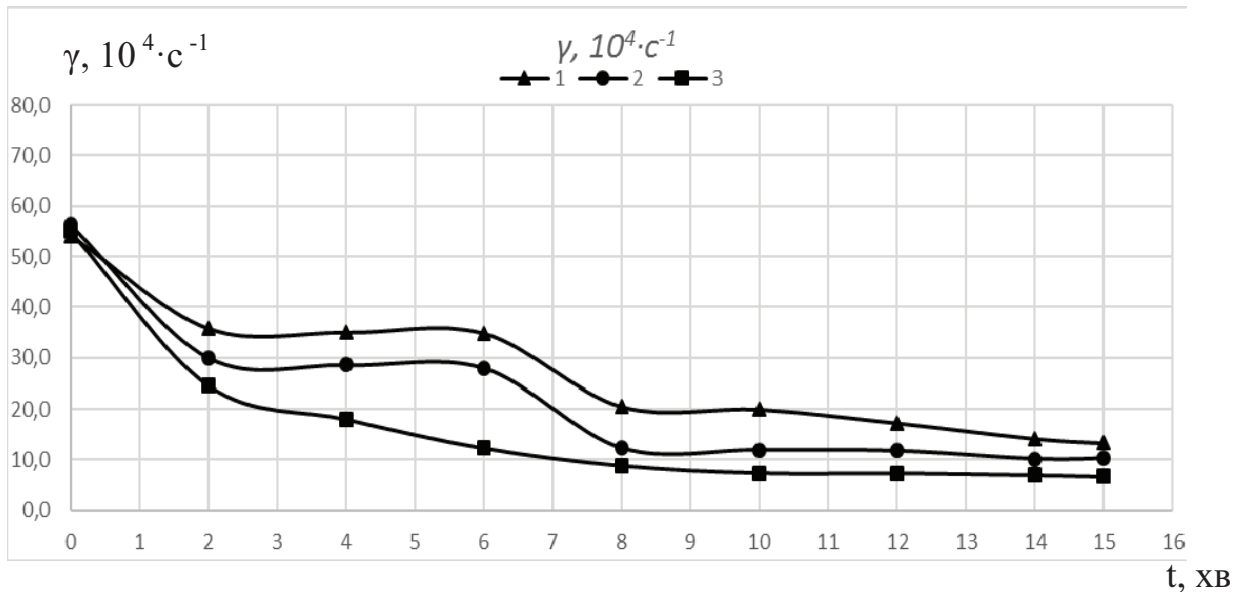


Рисунок 4. – Зміна градієнту швидкості зсуву впродовж періоду прогрівання двигуна:
 1 - моторна синтетична олива SAE 5W-40; 2 – моторна олива мінерального нафтового походження SAE 20W-40, 3 - моторна напівсинтетична олива SAE 10W-40
 Figure 4 – The gradient of sliding velocity change during the warm-up period: 1 - SAE 5W-40 - motor synthetic oil; 2 - SAE 20W-40- motor mineral oil, 3 - SAE 10W-40 - motor semisynthetic oil

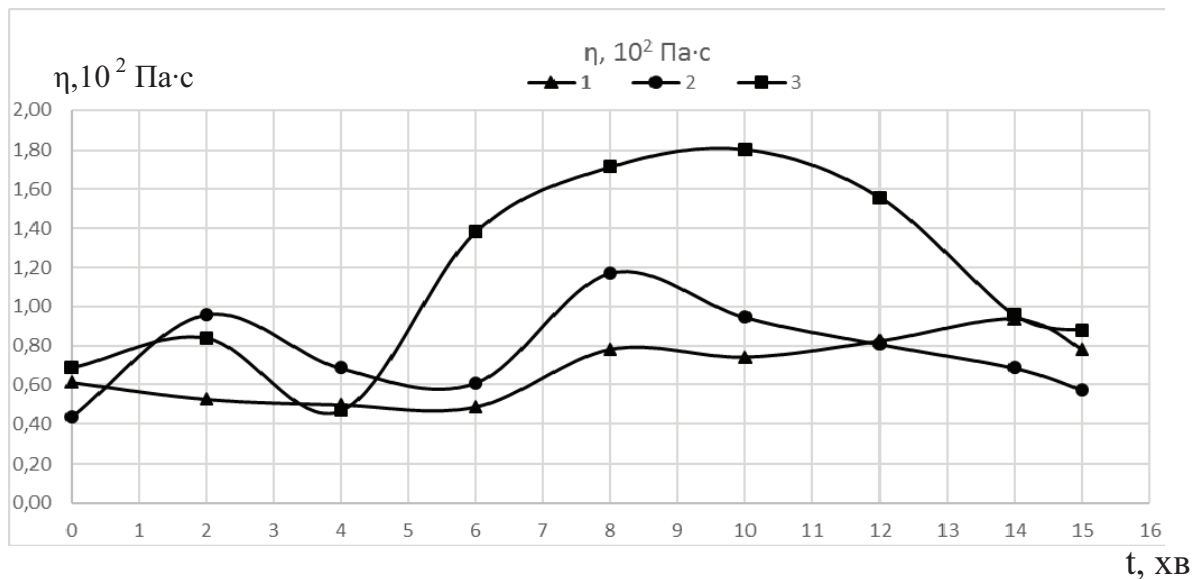


Рисунок 5 – Зміна ефективної в'язкості в період прогрівання двигуна
 Figure 5 – Effective viscosity during warm-up period

В діапазоні температур від плюс 5⁰С до плюс 75⁰С впродовж 11 хв. виникає вторинна область, де ефективна в'язкість напівсинтетичної оливи вища за інші оливи (крива 3, див. рис. 5), що дає певні переваги даній оливі при створенні плівок більшої товщини при помірних температурах до 75⁰С в умовах рідинного тертя. Також, для напівсинтетичної оливи характерно більш різке збільшення і зниження ефективної в'язкості, що показує на більш складний хімічний склад оливи із можливим відповідним додаванням певної кількості полімерних загусників до базової оливи. Але, синтетична олива (крива 1, див. рис. 5) на відміну від інших олив показує стабільні в'язкісні властивості від мінус 18⁰С до плюс 75⁰С впродовж всього часу роботи із деяким підвищенням ефективної в'язкості, що дуже важливо, особливо в умовах змішаного режиму мащення. Умови змішаного режиму можуть виникати при недостатньому мащенні (в умовах мастильного голодування) при поганій роботі фільтрів або змащуванні триботехнічних пар масляним туманом та інш. В таких випадках, синтетична олива має задовільні низькотемпературні властивості в межах первинної області і більш стабільні в'язкісні властивості при помірних температурах у вторинній області.

При низьких температурах мінеральна олива (крива 2, див. рис. 5), що містить полімерні загусники, характеризується більш високим нижнім рівнем в'язкості в первинній області, таким чином, не забезпечуючи легкість низькотемпературного запуску двигуна на відміну від інших досліджуваних олив.

Криві, отримані при зміні ефективної в'язкості від швидкості зсуву, показані на рис. 6.

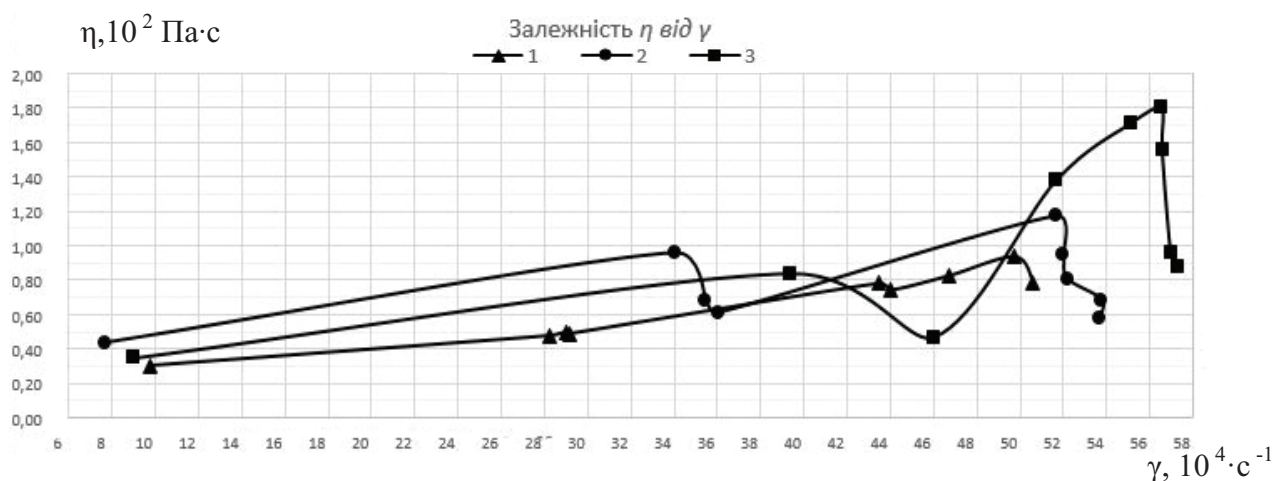


Рисунок 6 – Залежність ефективної в'язкості від градієнту швидкості зсуву

Figure 6 – The effective viscosity - the gradient of sliding velocity chart

Дані криві також свідчать про існування двох областей, які характерні для досліджуваних олив. Первинна область, що характеризується високими швидкостями зсуву, має складний нелінійний характер залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву. Вторинна область, що характеризується низькими швидкостями зсуву, має лінійний характер залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву.

Як було сказано вище, нелінійність залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву свідчить про неньютонівські властивості олив, а лінійність – про ньютонівські властивості олив. Але, ньютонівські властивості досліджуваних олив втрачаються при різних значеннях швидкості зсуву. Як показано на рис. 6, моторна олива мінерального походження втрачає свої ньютонівські властивості, тобто переходить із вторинної області у первинну область, раніше за усіх олив вже при швидкості зсуву $3,4 \cdot 10^5 \text{ c}^{-1}$, напівсинтетична олива – при швидкості зсуву $4 \cdot 10^5 \text{ c}^{-1}$, синтетична олива – при швидкості зсуву $4,4 \cdot 10^5 \text{ c}^{-1}$. Неньютонівські властивості всесезонної моторної оливи мінерального походження, в якій ефективна в'язкість залишається постійною до $3,4 \cdot 10^5 \text{ c}^{-1}$, втрачаються раніше в порівнянні з моторними оливами напівсинтетичного й синтетичного походження, що пояснюється значним кількісним вмістом загусників в базовій оливі. У таких оливах, які містять полімери, відбувається різке зниження в'язкості, якщо перевищена певна швидкість зсуву. Залежність в'язкості від швидкості зсуву збільшується з підвищенням молекулярної маси полімерів, що вводяться в базову оливу. Ця залежність зміщується в область більш низьких швидкостей зсуву, тобто у вторинну область. Структура і концентрація полімерного загусника надає яскраво виражений вплив на неньютонівську в'язкість оливи, як і було показано на прикладі оливи мінерального походження.

Наступні криві на рис. 7 залежності товщини мастильного шару від температури, по суті, повторюють залежність ефективної в'язкості від температури (див. рис. 5), що пояснюється прямою залежністю товщини мастильного шару від ефективної в'язкості при підвищенні температури в умовах рідинного тертя.

Як показано вище (крива 1, див. рис. 7), синтетична олива впродовж всього часу збільшення температури від мінус 18°C до плюс 75°C показує більш стабільне формування плівки певної товщини і, навіть деяке її збільшення при досяганні помірних температур, що пояснюється кращою несучою здатністю сформованої плівки в порівнянні з іншими оливами. Стабільність формування товщини плівки при підвищенні температури, починаючи з низьких температур, надає синтетичним оливам деякі переваги по низькотемпературному запуску, тобто в умовах реалізації змішаного тертя (мастильного голодування). Напівсинтетична олива має деякі переваги при формуванні товщини мастильного шару в умовах рідинного тертя при помірних температурах (крива 3, див. рис. 7), що пояснюється формуванням товщин більшої величини, які володіють в'язкопружними властивостями в даних умовах рідинного тертя.

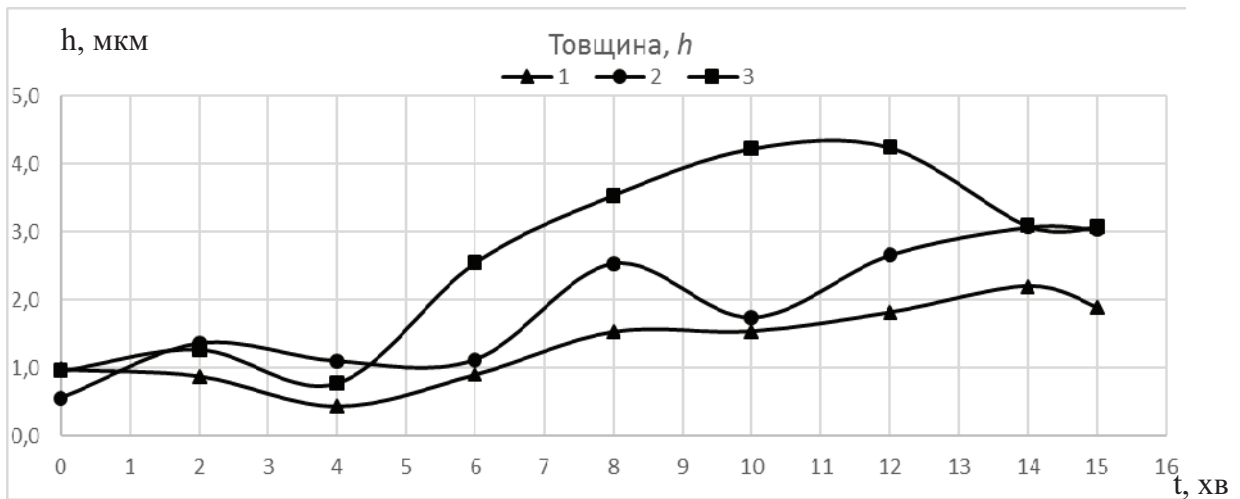


Рисунок 7 – Залежність зміни товщини мастильного шару від часу прогріву двигуна
 Figure 7 – The lubricant film thickness change during the warm-up period

Перевага синтетичної оливи над іншими оливами підтверджується також при дослідженні антифрикційних характеристик згідно рис. 8 і рис. 9.

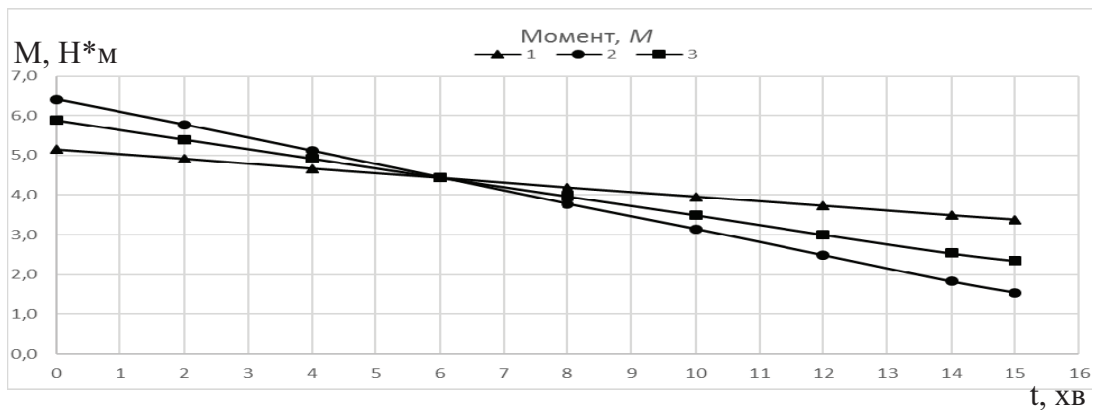


Рисунок 8 – Залежність зміни моменту тертя від часу прогрівання двигуна
 Figure 8 – The friction torque change during the warm-up period

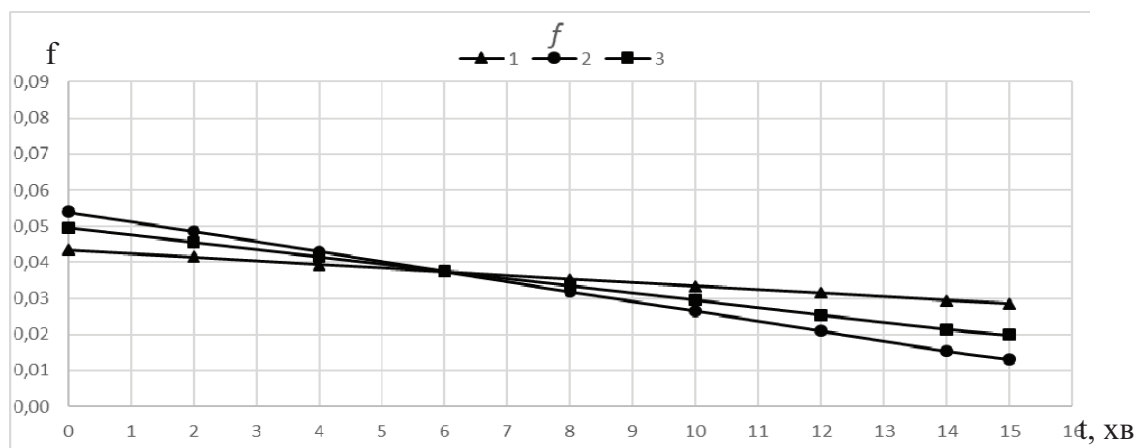


Рисунок 9 – Зміна антифрикційних характеристик різних моторних олив в період прогрівання двигуна
 Figure 9 – The friction coefficient for different motor oils during the warm-up period

Пологість кривої 1 залежності моменту і коефіцієнта тертя при підвищенні температури від мінус 18⁰С до плюс 75⁰С впродовж 15 хв., побудованої в логарифмічних координатах, показує кращі

антифрикційні характеристики синтетичної оливи в порівнянні з іншими досліджуваними оливами, яка формує плівки на поверхні металу більш стійкі в широкому діапазоні температур.

Висновок. Експериментально встановлено, що з метою встановлення рідинного тертя при помірних температурах в трибоспряженнях двигуна Д-241 доцільно використовувати напівсинтетичну оливу SAE10W-40 або мінеральну оливу SAE 15W-40, оскільки їх ефективна в'язкість та товщина мастильного шару дозволяє реалізувати ці умови краще, ніж синтетична олива SAE 5W-40, що в свою чергу, зменшує втрати на тертя, поліпшує паливну економічність, скорочує тривалість процесу прогріву та поліпшує процес згорання в двигуні. В умовах прогріву двигуна в діапазоні температур від -18 0С до +75⁰С стабільність синтетичної оливи SAE5W-40 до механічної деструкції (прояву неньютонівських властивостей) краще ніж напівсинтетична SAE10W-40 та мінеральна SAE15W-40 оливи, тому її раціонально використовувати на перших етапах експлуатації та в процесі напрацювання в двигуні VW 1.9TDI.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Креймер Г.С. Прочность твердых сплавов. М.: Metallургия, 1971, 247 с.
2. W. J. Bartz et al.: Handbuch der Betriebsstoffe für Kraftfahrzeuge. Expert-Vlg., Grafenau 1978.
3. Алехин В.П. Физика прочности и пластичности поверхностных слоев материала / В.П. Алехин. – М.: Наука, 1983. – 280 с.
4. Sush N.P. // Wear, 1973. Vol. 25, №1. pp. 111-124.
5. Фролов К.В. Методы совершенствования машин и современные проблемы // Поверхность, физика, химия, механика, 1983. – №9. – С. 72-75.
6. Липатов Ю.С. Взаимопроникающие полимерные сетки / Ю.С. Липатов, Л.М. Сергеева. – К.: 1979. – 160 с.
7. Лихтман В.И. Физико-химическая механика металлов / В.И. Лихтман, Е.Д. Щукин, П.А. Ребиндер. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 303 с.
8. Пинчук В.Г. Особенности изменения дислокационной структуры никеля при трении / В.Г. Пинчук, Б.А. Савицкий // Поверхность. Физика, химия, механика. – 1983. – № 9. – С. 72–75.

REFERENCES

1. For Kreimer G.S. (1971) The strength of hard alloys. M. : Metallurgy, 247 p. [in Russian].
2. W. J. Bartz et al: (1978) Handbuch der Betriebsstoffe für Kraftfahrzeuge. Expert-Vlg., Grafenau. [in Deutsch].
3. Alekhin V.P. (1983) Physics of strength and plasticity of surface layers of material / V.P. Alekhin - Moscow: Nauka, 1983. - 280 p. [in Russian].
4. Sush N.P. (1973) // Wear, Vol. 25, №1, 111-124. [in English].
5. Frolov K.V. (1983) Methods of improving machines and modern problems // Surface, physics, chemistry, mechanics. Vol. №9, 72-75. [in Russian].
6. Lipatov Yu.S. (1979) Interpenetrating polymeric grids / Yu.S. Lipatov, L.M. Sergeyeva – K., 160. [in Russian].
7. Lichtman V.I. (1962) Physical-chemical mechanics of metals / V.I. Lichtman, E.D. Shchukin, P.A. Rebinder - Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 303 p. [in Russian].
8. Pinchuk V.G. (1983) Features of the change of the dislocation structure of nickel during friction / V.G. Pinchuk, B.A. Savitsky. Surface. Physics, chemistry, mechanics. Vol. № 9, 72–75.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Реологічні особливості моторних олив в період прогрівання двигуна / М.Ф. Дмитриченко, О.А. Міланенко, О.М. Білякович, Ю.О. Туриця, А.М. Савчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2019. – Вип. 1 (43).

У статті представлені результати досліджень, які виконувалися на випробувальній машині тертя СМЦ-2 зі схемою кільце-гільза в умовах безударного тертя ковзання за рахунок обертального руху ролика. Для проведення експериментальних досліджень застосовувалися моторні всесезонні оливи різного хімічного складу за реологічною ознакою: моторна олива мінерального походження SAE 20W-40 (M6₃/12Г₁), моторна напівсинтетична олива SAE 10W-40 та моторна синтетична олива

5W-40. Дані оливи випробовувалися в умовах підвищення температури від мінус 18⁰С до плюс 75⁰С впродовж 15 хв.

Метою роботи є встановлення рідинного тертя в двигунах типу Д-241 та двигуна концерну Volkswagen VAG ASV 1.9 TDI і надання рекомендацій застосування моторних оливи щодо мінімізації процесів тертя в умовах широкого діапазону зміни об'ємної температури моторних оливи.

Метод дослідження – експериментальне визначення реологічних особливостей моторних оливи й антифрикційних властивостей пар тертя.

Експериментально встановлено, що з метою реалізації рідинного тертя при помірних температурах в трибоспряженнях двигуна Д-241 доцільно використовувати напівсинтетичну оливу SAE10W-40 або мінеральну оливу SAE 15W-40, оскільки їх ефективна в'язкість та товщина мастильного шару дозволяє реалізувати ці умови краще, ніж синтетична олива SAE 5W-40, що в свою чергу, зменшує втрати на тертя, поліпшує паливну економічність, скорочує тривалість процесу прогріву та поліпшує процес згорання в двигуні. В умовах прогріву двигуна в діапазоні температур від -18 0С до +75⁰С стабільність синтетичної оливи SAE5W-40 до механічної деструкції (прояву неньютонівських властивостей) краще ніж напівсинтетична SAE10W-40 та мінеральна SAE15W-40 оливи, тому синтетичну оливу раціонально використовувати на перших етапах експлуатації та в процесі напрацювання в двигуні VW 1.9TDI.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОТОРНА ОЛИВА, РЕОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ЧАС ПРОГРІВУ ДВИГУНА, РІДИННЕ ТЕРТЯ.

ABSTRACT

Dmitrichenko N.F., Milanenko A.A., Bilyakovich O.N., Turitsa Yu.A., Savchuk A.N. Rheological aspects of motor oils in the warm-up period. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2019. – Issue 1 (43).

The article presents the research results that were performed on the СМЦ-2 friction test machine with the ring-shell pattern in the non-impact slide friction due to the rotational motion of the roller. There were used multigrade motor oils with different chemical composition according to the rheological characteristic for the performance of the experiment: SAE 20W-40 (M6₃ / 12Г₁) - mineral oil, SAE 10W-40 semisynthetic oil and SAE 5W-40 - synthetic oil. These oils were tested in conditions of temperature rise from minus 18⁰С to plus 75⁰С in a 15 minutes.

The purpose is the assignment the liquid friction in Д-241 and Volkswagen VAG ASV 1.9 TDI and the providing recommendations on the using of motor oils to minimize frictional processes in a wide range of changes in the volume temperature of motor oils.

The method is the experimental determination of the rheological characteristics of motor oils and the antifricition properties of friction pairs.

It has been experimentally established that for the purpose of realizing the liquid friction at moderate temperatures in the triaxes of the Д-241 engine, it was advisable used SAE10W-40 semi-synthetic oil or SAE 15W-40 mineral oil because their effective viscosity and thickness of the lubricating layer made to realize these conditions better than SAE 5W-40 synthetic oil, which in turn reduces frictional losses, improves fuel efficiency, reduces the duration of the heating process and improves the combustion in the engine. In the warm-up period from -18 ⁰С to + 75⁰С, the stability to mechanical degradation (the manifestation of non-Newtonian properties) of the SAE5W-40 was better than the SAE10W-40 and the SAE15W-40, so it is rational to use in the early stages of operation and in the process of working in the VW 1.9TDI.

KEYWORDS: MOTOR OIL, REOLOGICAL CHARACTERISTICS, WARM-UP PERIOD, LIQUID FRICTION.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф. Реологические особенности моторных масел в период прогрева двигателя / Н.Ф. Дмитриченко, А.А. Миланенко, О.Н. Билякович, Ю.А. Турица, А.Н. Савчук // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2019. – Вып. 1 (43).

В статье представлены результаты исследований, которые осуществлялись на испытательной машине трения СМЦ-2 со схемой кольцо-гильза в условиях безударного трения скольжения за счет

вращательного движения ролика. Для проведения экспериментальных исследований использовались моторные всесезонные масла различного химического состава по реологическому признаку: моторное масло минерального происхождения SAE 20W-40 (M6₃/12Г₁), моторное полусинтетическое масло SAE 10W-40 и моторное синтетическое масло SAE 5W-40. Данные масла испытывались при повышении температуры от минус 18⁰С до плюс 75⁰С в течение 15 мин.

Метод исследования - экспериментальное определение реологических особенностей моторных масел и антифрикционных свойств пар трения.

Экспериментально установлено, что с целью реализации жидкостного трения при умеренных температурах в трибоспряжениях двигателя Д-241 целесообразно использовать полусинтетическое масло SAE10W-40 или минеральное масло SAE 15W-40, поскольку их эффективная вязкость и толщина смазочного слоя позволяет реализовать эти условия лучше, чем синтетическое масло SAE 5W-40, что в свою очередь, уменьшает потери на трение, улучшает топливную экономичность, сокращает продолжительность процесса прогрева и улучшает процесс сгорания в двигателе. В условиях прогрева двигателя в диапазоне температур от -18⁰С до +75⁰С стабильность синтетического масла SAE5W-40 к механической деструкции (проявления неньютоновских свойств) лучше полусинтетического SAE10W-40 и минерального SAE15W-40 масел, поэтому синтетическое масло рационально использовать на первых этапах эксплуатации и в процессе наработки в двигателе VW 1.9TDI.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МОТОРНОЕ МАСЛО, РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВРЕМЯ ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ, ЖИДКОСТНОЕ ТРЕНИЕ.

АВТОРИ:

Дмитриченко Микола Федорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 318, orcid.org/0000-0003-4223-1838

Міланенко Олександр Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: milanmasla@gmail.com, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. , вул. Омеляновича-Павленка, 1, к.102, orcid.org/0000-0002-8197-5277

Білякович Олег Миколайович, кандидат технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, професор кафедри «Технологій аеропортів», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Україна, 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, к.1.409, orcid.org/0000-0002-2423-2346

Туриця Юлія Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: yuliya_tur@ukr.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. , вул. Омеляновича-Павленка, 1, к.102, orcid.org/0000-0002-2205-0426

Савчук Анатолій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. , вул. Омеляновича-Павленка, 1, к.102, orcid.org/0000-0001-5460-4879

AUTHOR:

Dmytrychenko Nikolay F., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, tel. (044)2808203, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich Pavlenko str. 1, of. 318, orcid.org/0000-0003-4223-1838

Milanenko Alexandr A., associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: : milanmasla@gmail.com, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich Pavlenko str. 1, of. 102, orcid.org/0000-0002-2423-2346

Bilyakovych Oleg N., associate professor, National Aviation University, associate professor department of technologies of air-ports, e-mail: oleg65@voliacable.com, tel. (044)4067694, Ukraine, 03680, Kyiv, b. Cosmonaut of Komarova, 1, of. 1.409, orcid.org/0000-0002-2423-2346

Turitsa Yuliya A., associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: : yuliya_tur@ukr.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich Pavlenko str. 1, of. 102, orcid.org/0000-0002-2205-0426

Savchuk Anatoliy N, associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich Pavlenko str. 1, of. 102, orcid.org/0000-0001-5460-4879

АВТОРЫ:

Дмитриченко Николай Федорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1, к. 318, orcid.org/0000-0003-4223-1838

Миланенко Александр Анатолиевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: milanmasla@gmail.com, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1, к.102, orcid.org/0000-0002-2423-2346

Билякович Олег Николаевич, кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, профессор кафедры «Технологій аеропортів», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Украина, 03680, м. Киев, просп. Космонавта Комарова, 1, к.1.409, orcid.org/0000-0002-2423-2346

Туриця Юлия Александровна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: yuliya_tur@ukr.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1, к.102, orcid.org/0000-0002-2205-0426

Савчук Анатолий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Омеляновича-Павленко, 1, к.102, orcid.org/0000-0001-5460-4879

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна.

Тамаргазін О.А., доктор технічних наук, Національний авіаційний університет, професор кафедри екології та технологій аеропортів, Київ, Україна.

REVIEWER:

Gutarevich Y.F. Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, professor department of motors and heating, Kyiv, Ukraine.

Tamargazin O.A., Ph.D., Engineering (Dr.), National Aviation University, professor department ecology and safety of vital functions, Kyiv, Ukraine.