

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ВЛАСТИВОСТІ МОТОРНИХ ОЛИВ

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

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

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

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

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

Косенко М.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна, kosenko171194@gmail.com / 0000-0002-5155-1828

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ

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

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

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

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

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

Kosenko M.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine, kosenko171194@gmail.com / 0000-0002-5155-1828

INFLUENCE OF TEMPERATURE OF THE ENVIRONMENT ON PROPERTIES OF MOTOR OILS

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

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

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

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

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

Косенко М.І., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, kosenko171194@gmail.com / 0000-0002-5155-1828

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Завдяки зниженню витрат оливи і збільшення термінів її заміни зросло споживання моторних олив. Залежно від умов застосування в моторних оливах міститься від 5 до 25% присадок, крім особливих високоочищених 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]. При високих температурах моторні оливи повинні зберігати досить високу в'язкість для забезпечення нормального змащування і створення надійного ущільнення між поршнем і циліндром; при низьких температурах навколишнього середовища вони повинні забезпечувати можливість легкого запуску двигуна. Через високий термічний вплив, яким оливи піддаються в двигуні (діапазон температур в зоні верхнього поршневого кільця 200-350 °С, в картері – 100-150°С), пред'являються високі вимоги до окислювальної стабільності моторних олив. Крім того, вони повинні запобігати нагаро- і шламоутворенню і забезпечувати низький рівень зносу навіть при несприятливих робочих умовах. В даний час проводяться роботи по вдосконаленню класифікації в'язкості олив по системі SAE для кращої її кореляції з практикою експлуатації на основі використання, визначення в'язкостей при температурах вище 100 °С [1-3].

Постановка проблеми.

При високих температурах моторні оливи повинні зберігати досить високу в'язкість для забезпечення нормального змащування і створення надійного ущільнення між поршнем і циліндром двигуна внутрішнього згорання; при низьких температурах навколишнього середовища вони повинні забезпечувати можливість легкого запуску двигуна. Через високий термічний вплив, яким оливи піддаються в двигуні (діапазон температур в зоні верхнього поршневого кільця 200-350 °С, в картері – 100-150°С), пред'являються високі вимоги до окислювальної стабільності моторних олив. Крім того, вони повинні запобігати нагаро- і шламоутворенню і забезпечувати низький рівень зносу навіть при несприятливих робочих умовах.

Мета роботи.

Метою роботи є мінімізації процесів тертя в умовах примусового збільшення об'ємної температури моторної оливи в двигунах типу Д-241 та двигуна концерну Volkswagen VAG ASV 1.9 TDI.

Формування цілей статті.

Зносостійкість рухомих сполучень залежить від багатьох факторів, серед яких важливе значення мають механічні властивості поверхневих шарів трибосопряжень, а також навантажувально-швидкісний режим роботи. В процесі взаємодії тріади тертя відбуваються зміни механічних властивостей, мікрогеометрії поверхневих шарів рухомих сполучень. Мастильний матеріал забезпечує запобігання безпосереднього контакту між контактуючими поверхнями, охолоджує поверхні, що труться, вступає у взаємодію з поверхневим шаром матеріалу трибосопряжень [4]. При виборі матеріалів рухомих сполучень необхідно враховувати їх сумісність і пристосовуваність один до одного при зміні умов роботи мастильного матеріалу [5]. Сукупність різних факторів (високі локальні температури і тиску, каталітично активні ювенільні поверхні металів), які є в реальних умовах роботи трибосопряжень, можуть сприяти утворенню органічних антифрикційних і протизношувальних плівок [6].

З метою виконання експериментальних досліджень із врахуванням класифікації випробувальних установок з контактом по площі [3] був використаний модернізований трибометр СМЦ-2 (машина тертя СМЦ-2) (рис. 1). Динаміку триботехнічних характеристик спостерігали у стаціонарному режимі в умовах ковзання.

Для комутації аналогових сигналів і перетворення їх в цифровий код був використаний програмований комплекс, до складу якого входить аналого-цифровий перетворювач (АЦП) фірми «Хоневел». Щоб забезпечити тривалість стаціонарного режиму роботи або циклічний запуск, в схему включений таймер, який дозволяє відтворювати умови роботи.

Для забезпечення реальних умов роботи, а саме температурного режиму експлуатації вузлів тертя від мінус 18⁰С до плюс 75⁰С (об'ємна температура оливи), було використане додаткове обладнання – балон високого тиску з вуглекислотою. Для зменшення температурних втрат було встановлено захисний кожух для ванни з мастильним матеріалом, в якій знаходиться пара тертя. Вуглекислота подавалася шляхом аерації в змійовик, занурений у ванночку з мастильним матеріалом. Тривалість експерименту складала 15 хвилин в режимі тертя ковзання.

Привід зразків, які розміщуються на рухомих валах (при необхідності реалізації режиму ковзання один із валів блокується) здійснюється через клинопасову передачу, редуктор від електродвигуна постійного струму. Для реалізації контактного навантаження в парі тертя виконується стиснення пружини кронштейном за допомогою гвинта.

Для забезпечення змащувального процесу вузол тертя розташований в масляній ванночці з мастильним матеріалом в об'ємі ≈ 200 мл. Завдяки такому розміщенню пар тертя покращується тепловідвід з робочих поверхонь 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

Трибومتر СМЦ-2 (машина тертя СМЦ-2)) зі схемою кільце-гільза забезпечує роботу в умовах безударного тертя ковзання за рахунок обертального руху ролика (рис. 2). З метою уникнення отримання недостовірних даних в результаті проведення експериментів було проведено градування засобів вимірювальної техніки і у відповідності з інструкцією по експлуатації машини тертя, похибка вимірювання величини не перевищувала 5%. При виконанні експериментальних робіт була використана удосконалена вимірювальна система моменту тертя, що забезпечує його оцінку в 20 і більше разів менших, ніж стандартна система [4].

Важливу роль при виконанні експериментальних робіт відіграють експлуатаційні розміри зразків [5]. В якості зразків були використані колодки і ролики з розмірами $d = 50$ мм (рис. 3).

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

Для розрахунку коефіцієнта тертя при зношуванні пари чавун-сталь в даних умовах експериментальних досліджень була використана формула Кулона: $f = 2MdP$, де, M – вимірюваний момент тертя, Н·м; d – діаметр, м, P – питоме 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: моторні оливи напівсинтетичного походження TEMOL Premium 10W-40 і синтетичного походження TEMOL Premium 5W-40.

Вищезазначені оливи випробовувалися впродовж 15 хв на триботехнічному стенді СМЦ-2 в умовах підвищення температури від мінус 18°C до плюс 75°C .

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.

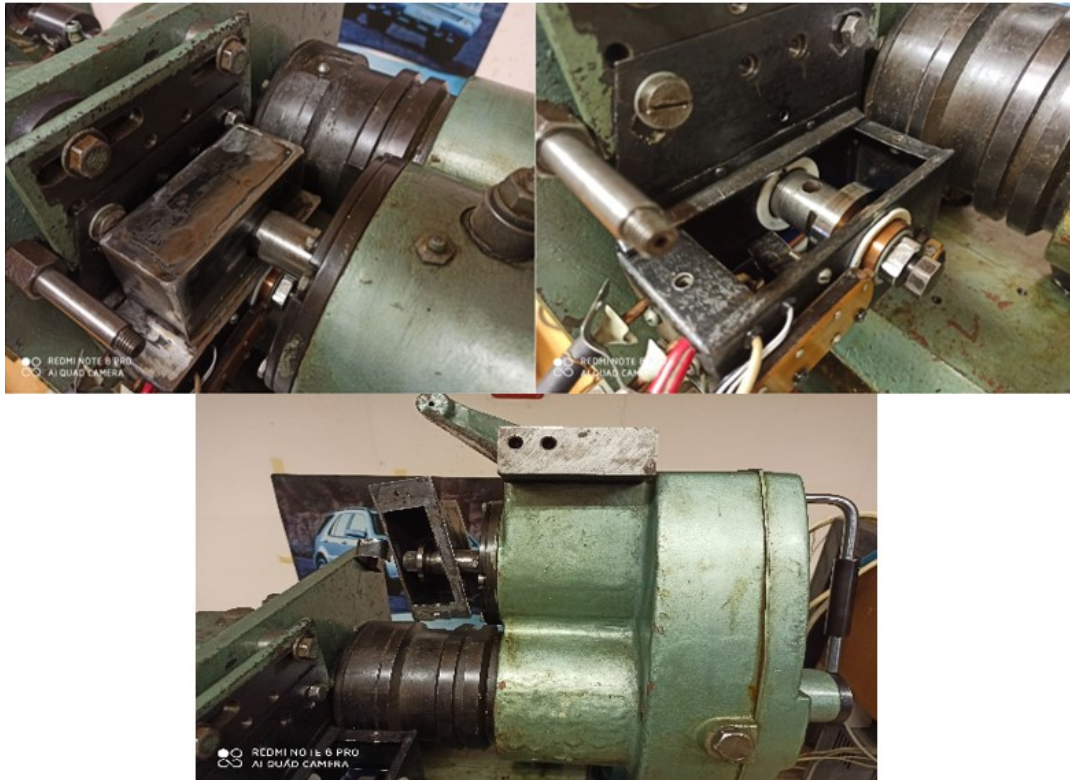


Рисунок 2 – Вузол тертя колодка-ролик із пристосуванням на машині тертя СМЦ-2
Figure 2 – Friction unit «tilting pad-roller» with adaptation on SMC-2 friction machine

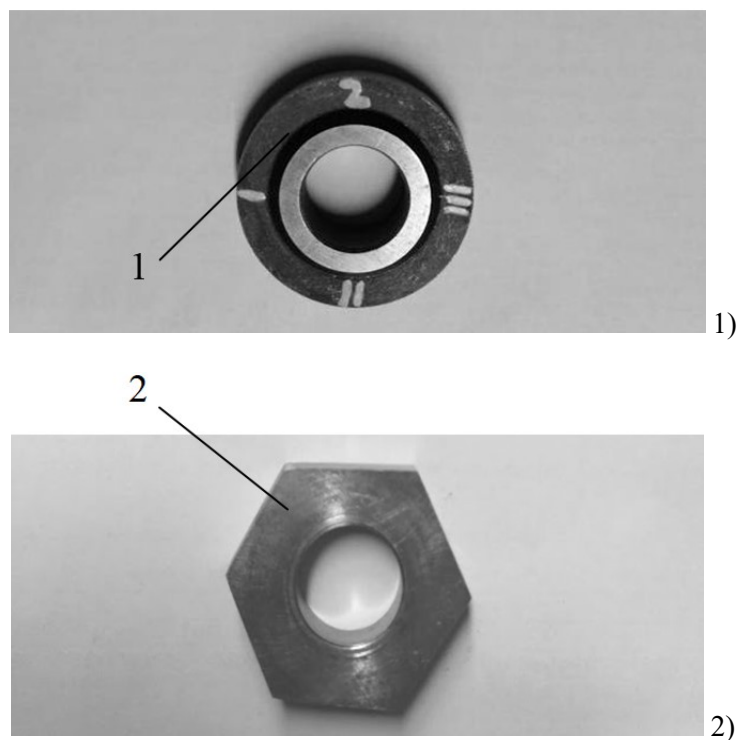


Рисунок 3 – Зразки для лабораторних досліджень: 1 – ролик; 2 – колодка
Figure 3 – The samples for laboratory studies: 1 – the roller; 2 – the tilting pad

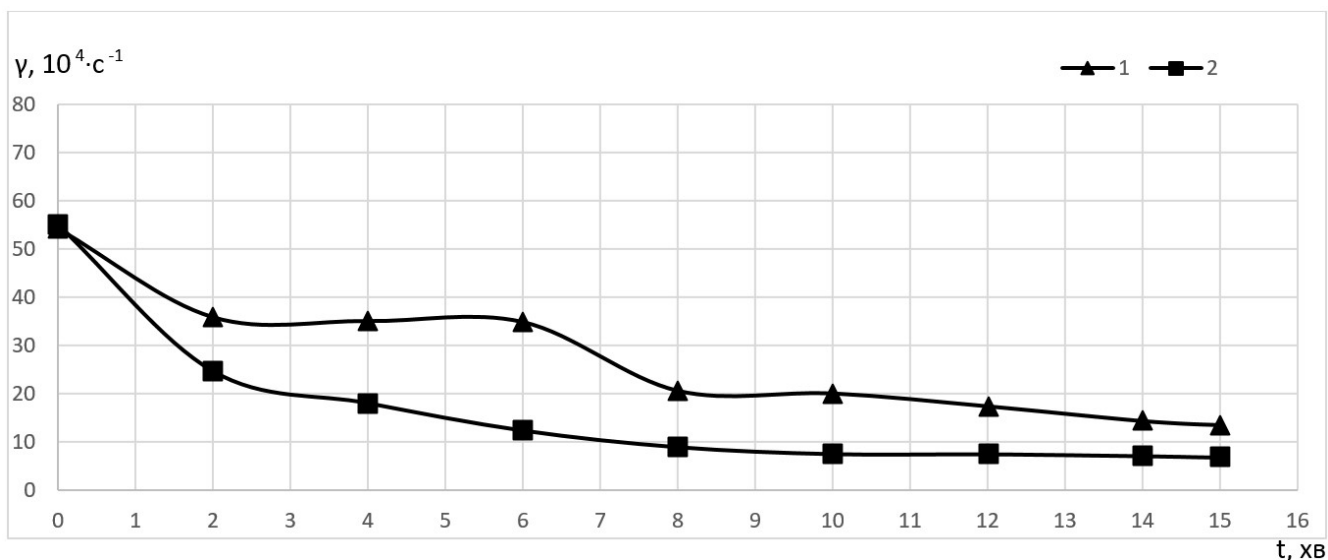


Рисунок 4 – Зміна градієнту швидкості зсуву впродовж періоду прогрівання двигуна
(тут і далі: 1 – моторна синтетична олива 5W-40; 2 – моторна напівсинтетична олива SAE 10W-40)
Figure 4 – The gradient of sliding velocity change during the warm-up period: engine synthetic oil 5W-40; 2-motor SAE 10W-40 semi-synthetic oil

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.

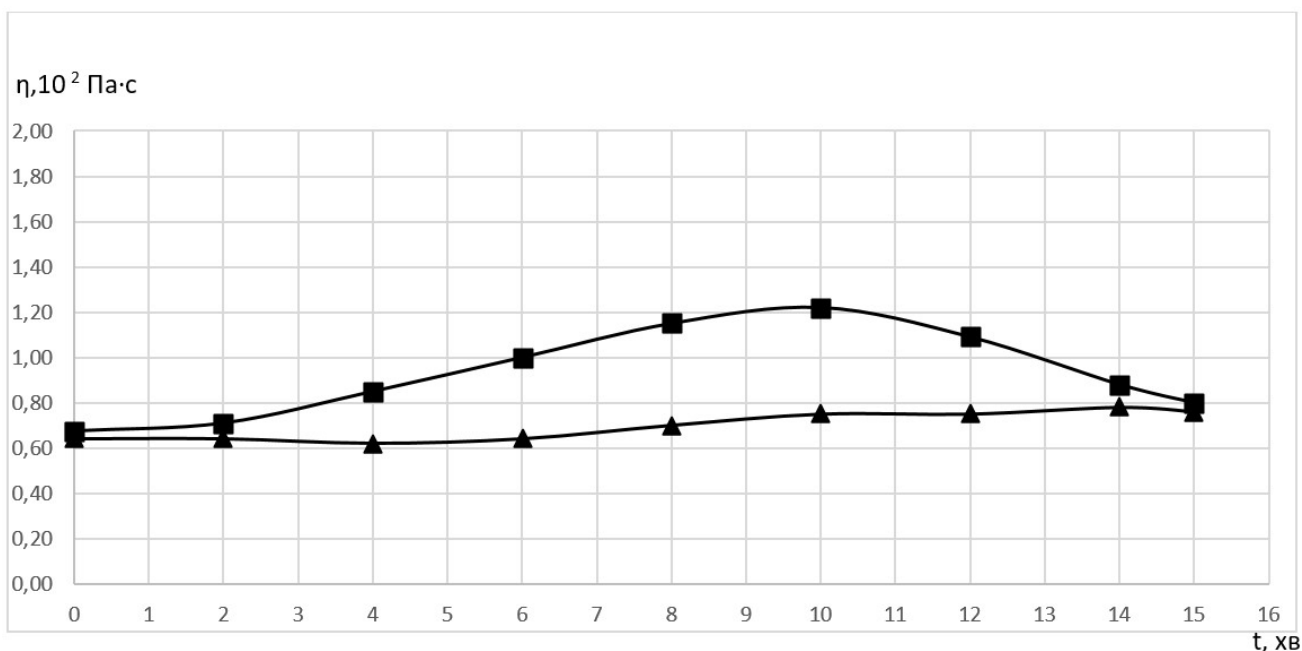


Рисунок 5 – Зміна ефективної в'язкості в період прогрівання двигуна
Figure 5 – Effective viscosity during warm-up period

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.

В діапазоні температур від плюс 5⁰С до плюс 75⁰С впродовж 11 хв. 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.

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

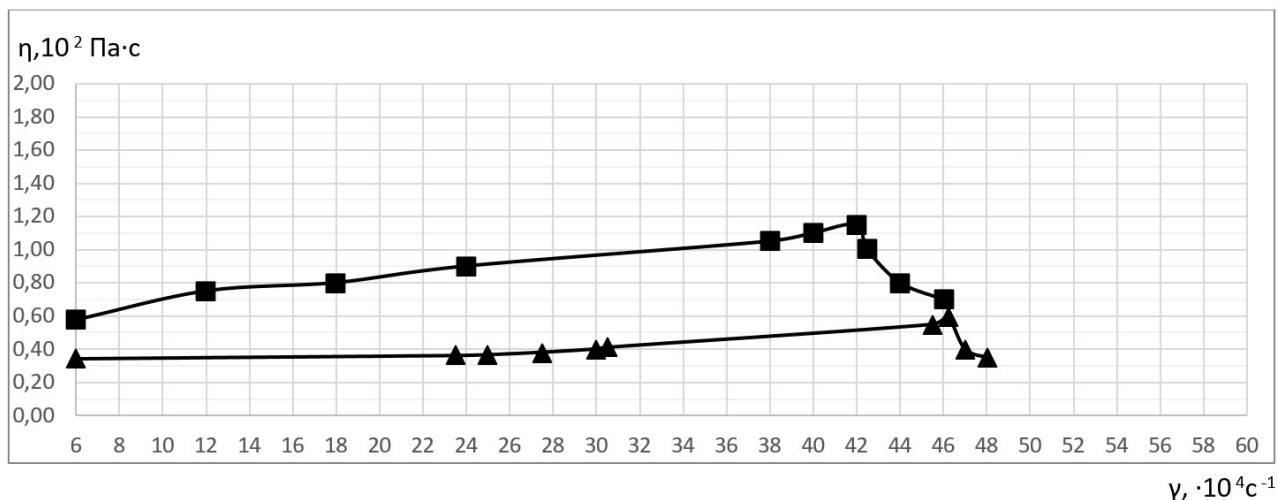


Рисунок 6 – Залежність ефективної в'язкості від градієнту швидкості зсуву

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

Дані криві також свідчать про відсутність існування двох областей, які були характерні для олив із більш пологою в'язкісно-температурною залежністю. Первинна і вторинна області вже мають більш лінійний характер залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву, що пояснюється більш стабільним ньютонівським характером поведінки досліджуваних олив.

Ньютонівські властивості досліджуваних олив втрачаються для напівсинтетичної оливи – при швидкості зсуву $4,2 \cdot 10^5 \text{ c}^{-1}$, а для синтетичної оливи – при швидкості зсуву $4,65 \cdot 10^5 \text{ c}^{-1}$.

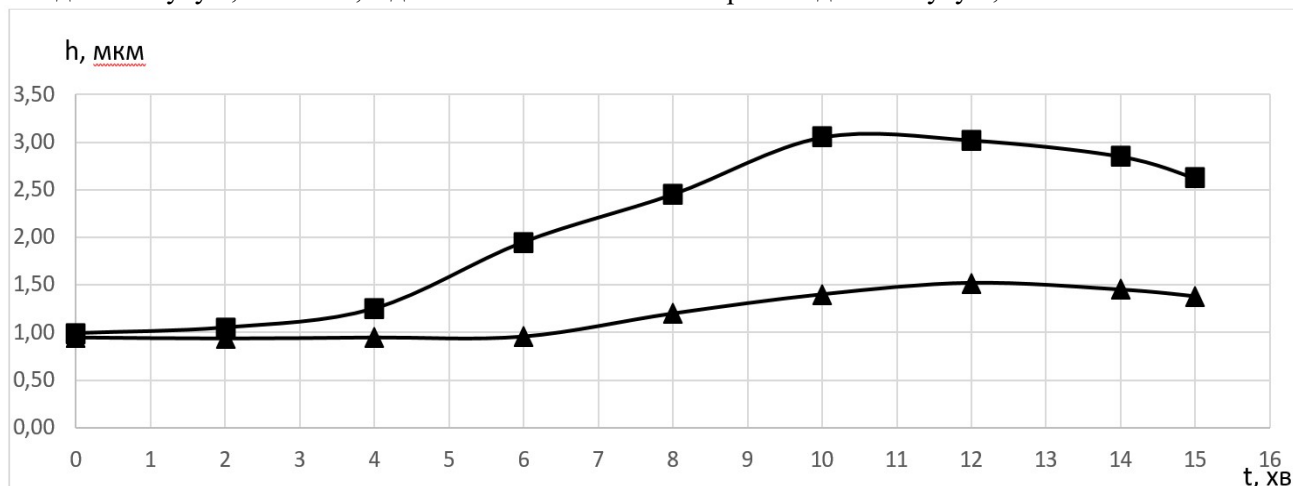


Рисунок 7 – Залежність товщини мастильного шару від часу двигуна

Figure 7 – The lubricant film thickness change during the warm-up period

Таким чином, дані залежності зміщуються для обох досліджуваних олив в область більш високих швидкостей зсуву, що пояснюється більш стабільними властивостями до механічної деструкції в умовах прискореного двигуна.

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 до умов реалізації змішаного тертя (мастильного голодування).

Напівсинтетична олива має деякі переваги при формуванні товщини мастильного шару в умовах рідинного тертя при помірних температурах (крива 2, див. рис. 7), що пояснюється формуванням товщини більшої величини, яка має кращі в'язкопружні властивості в даних умовах рідинного тертя.

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

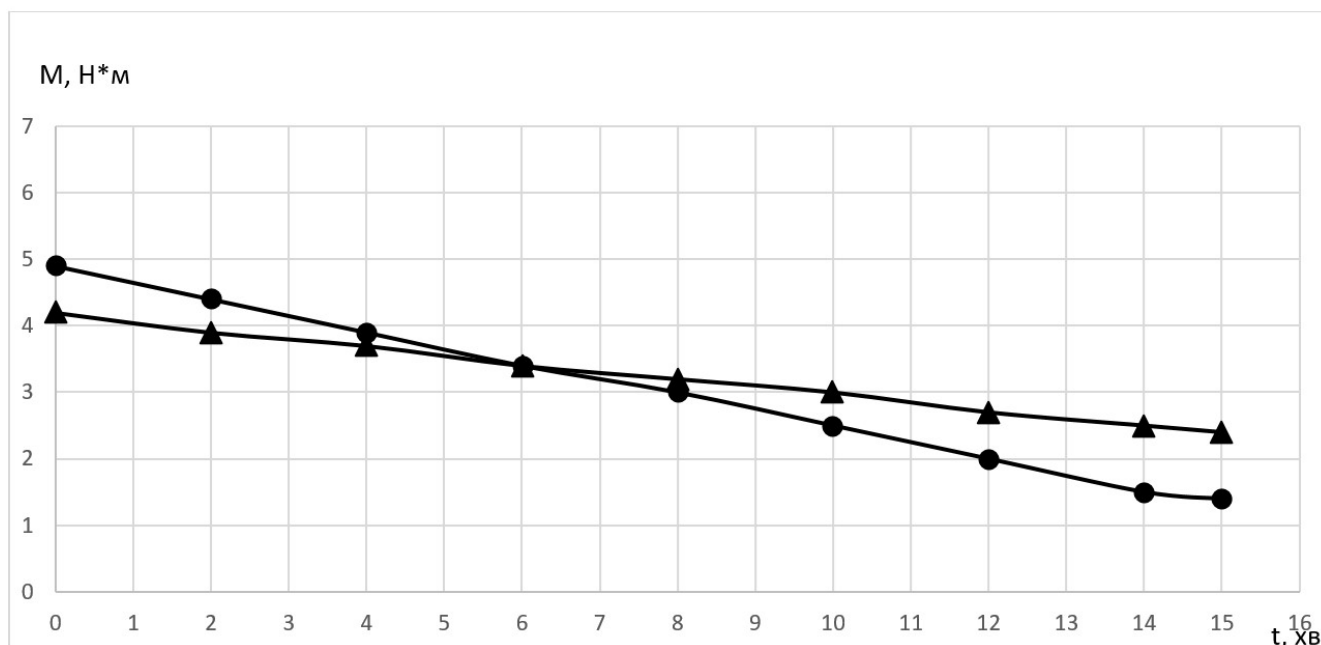


Рисунок 8 – Залежність моменту тертя від часу прогрівання двигуна

Figure 8 – The friction torque change during the warm-up period

Пологість кривої 1 залежності моменту і коефіцієнта тертя при підвищенні температури від мінус 18°C до плюс 75°C 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.

Згідно рис. 5 – 9, дані оливи напівсинтетичного й синтетичного походження мають чудові антифрикційні властивості, що пояснюється стабільними до механічної деструкції властивостями в умовах прискореного прогріву двигуна внутрішнього згорання.

Висновки.

Враховуючи вищенаведені результати в рамках лабораторних досліджень, можна надати практичні рекомендації для проведення подальших стендових випробувань стосовно застосування моторних олиг при низьких температурах в двигунах відповідних модифікацій, а саме:

1. В умовах двигуна в діапазоні температур від -18°C до $+75^{\circ}\text{C}$, напівсинтетична SAE10W-40 та синтетична SAE5W-40 оливи стабільні до механічної деструкції (прояву неньютонівських властивостей), що підтверджується відсутністю нестабільної первинної області зміни ефективної в'язкості при збільшенні швидкості зсуву на перших етапах випробування на СМЦ-2.

2. Поліпшення в'язкісно-температурних і в'язкісно-динамічних характеристик напівсинтетичної SAE10W-40 та синтетичної SAE5W-40 олиг дала можливість збільшити час прояву стабільності до механічної деструкції по зміні ефективної в'язкості від швидкості зсуву та триботехнічні властивості по товщині мастильного шару й коефіцієнту тертя, що загалом, дозволяє покращити умови реалізації рідинного тертя з перших секунд запуску та в умовах напрацювання в двигуні VW 1.9TDI.

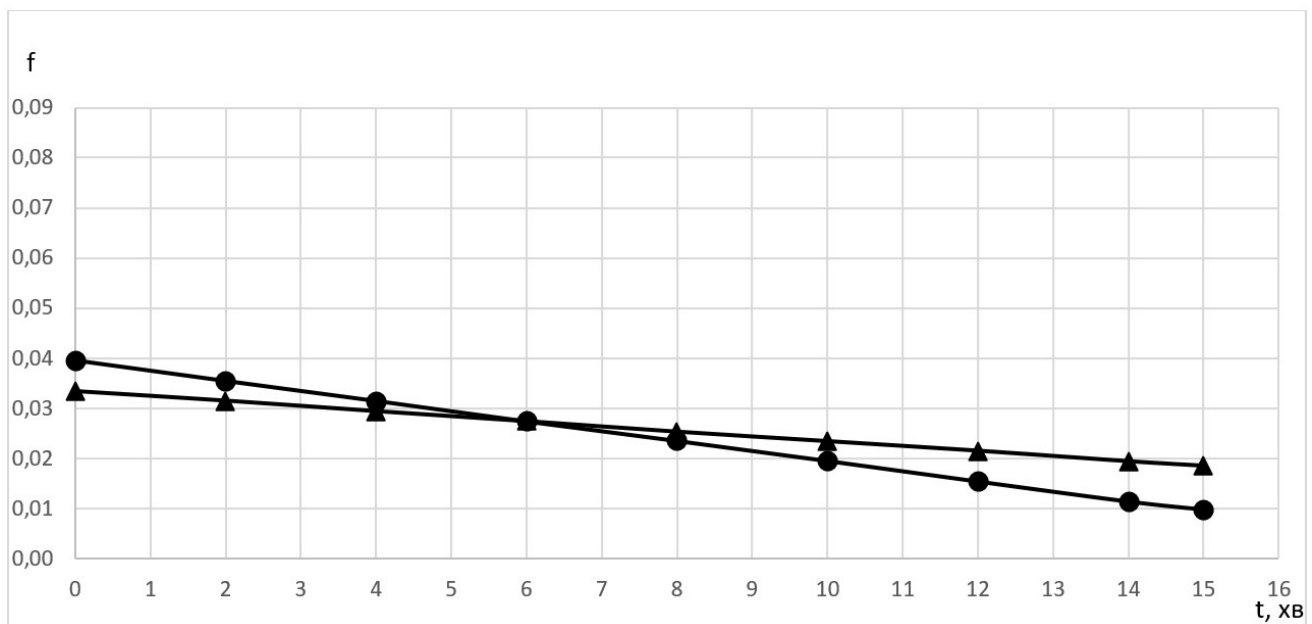


Рисунок 9 – Зміна антифрикційних характеристик мастильних матеріалів в період прогрівання двигуна
Figure 9 – Change in anti-friction characteristics of lubricants during engine warm-up

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. For older literature seer D. Klamann, H. Assmann in: Ullmann 3rd Ed., Vol. 15, pp. 204-330.
2. W. J. Bartz et al.: Handbuch der Betriebsstoffe für Kraftfahrzeuge. Expert-Vlg., Grafenau 1978.
3. M. L. McMillan, SAE Tech. Pap. Ser. 770373 (1977).
4. Аксенов А.Ф. Трение и изнашивание металлов в углеводородных гидкостях / А.Ф. Аксенов. – М.: Машиностроение, 1977. – 152 с.
5. Дроздов Ю.Н. Трение и износ в экстремальных условиях / Ю.Н. Дроздов, В.Г. Павлов, В.Н. Пучков. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.
6. Налимов В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов / В.В. Налимов, Н.А. Чернова. – М.: Наука, 1965. – 156 с.

REFERENCES

1. For older literature seer D. Klamann, H. Assmann in: Ullmann 3rd Ed., Vol. 15, pp. 204-330. [in English].
2. W. J. Bartz et al.: Handbuch der Betriebsstoffe für Kraftfahrzeuge. Expert-Vlg., Grafenau 1978. [in English].
3. M. L. McMillan, SAE Tech. Pap. Ser. 770373 (1977). [in English].
4. Aksenov AF Friction and wear of metals in hydrocarbon liquids / AF. Aksenov. – M .: Mechanical Engineering, 1977. – 152 h. [in Russian].
5. Drozdov Yu.N. Friction and wear in extreme conditions / Yu.N. Drozdov, V.G. Pavlov, VN Tufts. – M .: Mechanical Engineering, 1986. – 224 p. [in Russian].
6. Nalimov VV Statistical methods for planning extreme experiments / V.V. Nalimov, N.A. Draft. – M .: Science, 1965. – 156 p. [in Russian].

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Вплив температури навколишнього середовища на властивості моторних олив / М.Ф.Дмитриченко, О.А. Міланенко, О.М. Білякович, А.М. Савчук, Ю.О.Туриця // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2020. – Вип. 1 (46).

У статті представлені результати досліджень, які проводилися на трибометрі СМЦ-2 зі схемою кільце-гільза в умовах безударного тертя ковзання за рахунок обертального руху ролика. 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: моторні оливи напівсинтетичного походження TEMOL Premium 10W-40 і синтетичного походження TEMOL

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

Метою роботи є мінімізації процесів тертя в умовах примусового збільшення об'ємної температури моторної оливи в двигунах типу Д-241 та двигуна концерну Volkswagen VAG ASV 1.9 TDI.

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

За результатами виконання експериментальних досліджень встановлено, що стабільність формування товщини плівки при підвищенні температури, починаючи з низьких температур, надає синтетичним оливам деякі переваги по низькотемпературному запуску, тобто до умов реалізації змішаного тертя (мастильного голодування). Напівсинтетична олива має деякі переваги при формуванні товщини мастильного шару в умовах рідинного тертя при помірних температурах, що пояснюється формуванням товщини більшої величини, яка має кращі в'язкопружні властивості в даних умовах рідинного тертя. Встановлено, що оливи напівсинтетичного й синтетичного походження мають чудові антифрикційні властивості і це можливо пояснити стабільними до механічної деструкції властивостями в умовах прискореного прогріву двигуна внутрішнього згорання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОТОРНА ОЛИВА, РЕОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, АНТИФРИКЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ, ТОВЩИНА ПЛІВКИ.

ABSTRACT

Dmitrichenko N.F., Milanenko A.A., Bilyakovich O.N., Savchuk A.N., Turitsa Yu.A. Influence of temperature of the environment on properties of motor oils. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2020. – Issue 1 (46).

The article presents the results of studies that were conducted on the SMC-2 tribometer according to the ring-sleeve scheme in conditions of non-shocking sliding friction due to the rotational motion of the roller. In order to perform experimental studies of the processes of friction and wear of metal vapors and to study mechanical-physicochemical processes in the interaction of a steel-steel pair, in our experiment we studied motor all-season oils of different chemical composition on the rheological basis: motor oils of semisynthetic origin TEMOL 10 synthetic origin and TEMOL Premium synthetic origin origin of TEMOL Premium 5W-40. The aforementioned oils were tested for 15 min under conditions of temperature rise from minus 18⁰С to plus 75⁰С.

The purpose of the work is to minimize the friction processes in the conditions of forced increase of the volume temperature of engine oil in engines of type D-241 and engine of concern Volkswagen VAG ASV 1.9 TDI.

The method of investigation is the experimental determination of the rheological features of motor oils and the antifriction properties of friction pairs.

According to the results of experimental studies, it is established that the stability of the formation of film thickness with increasing temperature, starting from low temperatures, gives synthetic oils some advantages at low-temperature starting, that is, to the conditions of realization of mixed friction (lubrication starvation). Semi-synthetic oil has some advantages in the formation of the thickness of the lubricating layer under conditions of liquid friction at moderate temperatures, which is explained by the formation of a thickness of greater magnitude, has better viscoelastic properties in these conditions of fluid friction. It is established that oils of semisynthetic and synthetic origin have excellent antifriction properties and this can be explained by their stable to mechanical degradation properties in the conditions of accelerated warming of the internal combustion engine.

KEYWORDS: ENGINE OIL, RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS, ANTIFRICTION PROPERTIES, FILM THICKNESS.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Влияние температуры окружающей среды на свойства моторных масел / М.Ф.Дмитриченко, О.А. Міланенко, О.М. Білякович, А.М. Савчук, Ю.О.Туриця // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2020. – Вып. 1 (46).

В статье представлены результаты исследований, которые проводились на трибометре СМЦ-2 по схеме кольцо-гильза в условиях безударного трения скольжения за счет вращательного движения

ролика. Для выполнения экспериментальных исследований процессов трения и изнашивания металлических пар и изучение механо-физико-химических процессов при взаимодействии пары сталь-сталь, в нашем эксперименте исследовались моторные всесезонные масла различного химического состава по реологическому признаку: моторные масла полусинтетического происхождения TEMOL Premium 10W-40 и синтетического происхождения TEMOL Premium 5W-40. Вышеупомянутые масла испытывались в течение 15 мин в условиях повышения температуры от минус 18⁰С до плюс 75⁰С.

Целью работы является минимизации процессов трения в условиях принудительного увеличения объемной температуры моторного масла в двигателях типа Д-241 и двигателя концерна Volkswagen VAG ASV 1.9 TDI.

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

По результатам выполнения экспериментальных исследований установлено, что стабильность формирования толщины пленки при повышении температуры, начиная с низких температур, придает синтетическим маслам некоторые преимущества при низкотемпературном запуске, то есть к условиям реализации смешанного трения (смазочного голодания). Полусинтетическое масло имеет некоторые преимущества при формировании толщины смазочного слоя в условиях жидкостного трения при умеренных температурах, что объясняется формированием толщины большей величины, имеет лучшие вязко-упругие свойства в данных условиях жидкостного трения. Установлено, что масла полусинтетического и синтетического происхождения имеют отличные антифрикционные свойства и это можно объяснить стабильными до механической деструкции свойствами в условиях ускоренного прогрева двигателя внутреннего сгорания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МОТОРНОЕ МАСЛО, РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, АНТИФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА, ТОЛЩИНА ПЛЕНКИ.

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

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

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

Косенко Максим Ігорович, аспірант, Національний транспортний університет, Київ, Україна, kosenko171194@gmail.com / 0000-0002-5155-1828

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

Milanenکو 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

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

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

Kosenko Maksim I., graduate student, National Transport University, Kyiv, Ukraine, kosenko171194@gmail.com / 0000-0002-5155-1828

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 Анатоліевич, 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

Білякович 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

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

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

Косенко Максим Ігорович, аспірант, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, kosenko171194@gmail.com / 0000-0002-5155-1828

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.