

УДК 678.01:531.43(045)  
UDK 678.01:531.43(045)

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПАЛИВА НА ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дмитриченко М.Ф., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,  
Україна

Білякович О.М., кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, Київ,  
Україна

Савчук А.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,  
Україна

Міланенко О.А., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,  
Україна

Туриця Ю.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,  
Україна

Лізанець В.І., Національний транспортний університет, Київ, Україна

## METHODOLOGY OF ESTIMATION OF INFLUENCE OF CONCENTRATION OF FUEL IS ON TRIBOTECHNICAL PROPERTY OF LUBRICATING MATERIALS

Dmytrychenko M.F., Ph.D., Engineering (Dr), National Transport University, Kyiv, Ukraine

Bilyakovych O.N., Ph.D, associate professor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Savchuk A.N, Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Milanenko A.A, Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Turitsa Y.A., Ph.D, associate professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Lizanets V.I., National Transport University, Kyiv, Ukraine

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ТОПЛИВА НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дмитриченко Н.Ф., доктор технических наук, Национальный транспортный университет,  
Киев, Украина

Биликович О.Н., кандидат технических наук, Национальный авиационный университет, Киев,  
Украина

Савчук А.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,  
Украина

Миланенко О.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет,  
Киев, Украина

Турица Ю.А., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,  
Украина

Лизанец В.И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,  
Украина

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню дослідження впливу концентрації палива на триботехнічні властивості мастильних матеріалів присвячені роботи багатьох провідних вчених: Венцеля Є.С., Гаркунова Д.Н., Дмитриченка М.Ф., Мнацаканова Р.Г., Мікосянчик О.О., Біляковича О.М., та інші.

Аналіз попередніх досліджень, результати математичного моделювання, що проводились авторським колективом засвідчують, що одним з найважливіших відбракувальних показників мастильних середовищ в експлуатації транспортних засобів, який визначає період ефективного використання моторних та трансмісійних оливо, є кінематична в'язкість.

Як відомо, якість та регулярність заміни моторних оливо, відповідність їх сорту конкретному модельному ряду двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) і умовам експлуатації - все це відіграє суттєву роль у забезпеченні довговічної і надійної роботи агрегатів і систем ДВЗ, так як олива сприяє формуванню стійких поверхонь тертя з високими антифрикційними і протизношувальними властивостями, охолодженню й очищенню контактних поверхонь, зменшенню механічних втрат тощо.

У той же час процеси старіння і забруднення оливо, що відбуваються в працюючому двигуні практично безупинно, залежать, насамперед, від виду і властивостей палива, що використовується в двигуні, від якості самої моторної оливи, типу, конструкції, технічного стану (ступеню зношуваності), режимів роботи й умов експлуатації ДВЗ.

**Викладення невирішених питань.** Як відомо, потрапляння у моторну оливу дизельного палива та бензину призводить до зменшення в'язкості оливи, що також доводить необхідність враховування, у першу чергу, саме цього показника при розробці методики визначення мастильних та антифрикційних властивостей оливо на основі оцінки їх реологічних характеристик в нестационарних умовах мащення.

Моторні оливи, забруднені паливом, окисляються значно швидше з утворенням органічних кислот і відкладень, що погіршують їх якість. У результаті зменшується в'язкість оливи і температура спалаху, можливе ушкодження підшипників, втулок та інших елементів конструкції ДВЗ, інтенсифікуються процеси зношування і нагаролаковідкладень у циліндро-поршневій групі (ЦПГ) двигуна.

**Постановка завдання.** При експлуатації моторних оливо має місце три основних процеси щодо якісних змін мастильного матеріалу: спрацьовування полімерного загусника, розбавлення оливи паливом і старіння її базової частини. Перших два процеси призводять до розрідження оливи, а третій – до її загущення. Причому вважається, що олива є непридатною до подальшої експлуатації при значенні зміни кінематичної в'язкості на 30-50%.

Отже, чим менша величина зміни значень кінематичної в'язкості оливи, тим більш тривалим є термін її служби, що в свою чергу підвищує довговічність трибомеханічних систем.

**Викладення основного матеріалу.** Наявність дизельного палива (ДП) в моторній оливі може бути викликано наступними причинами:

- протіканням через впорскуючий насос регульованого клапана;
- протіканням через форсунки, що впорскують паливо;
- недоліками у випаровуванні суміші, які обумовлені засміченням однієї з форсунок впорскування палива;
- постійною роботою двигуна на «холостому» режимі або на «холостому» режимі при підвищених обертах;
- «холодним» запуском двигуна або поїздками на незначній відстані з постійним запуском ДВЗ.

Якщо в моторну оливу потрапило ДП, це швидко призведе до її розведення і, відповідно, до втрати в'язкості. У результаті оливона плівка втрачає свою консистенцію, втрачається опірність у зонах, що особливо піддані навантаженням, таких, як втулки, шатуни, кулачки і штовхачі клапанів, що, зношуються інтенсивніше.

Бензин (як освинцьований, так і без свинцю), що потрапляє в оливу ДВЗ впливає на неї аналогічно дизельному паливу. При дослідженні впливу бензину на якісний стан мастильного середовища принципово важливою є оцінка концентрації палива в моторній оливі. Незначна кількість бензину в оливі, як правило, зникає при випаровуванні і не здійснює надалі негативного впливу на експлуатаційні властивості мастильного матеріалу, у той час як збільшення концентрації бензину (як і дизельного палива) може істотно вплинути на погіршення фізико-хімічних властивостей самої моторної оливи та функціонування ДВЗ у цілому.

Аналіз попередніх досліджень, результати математичного моделювання, що проводились авторським колективом, засвідчують, що одним з найважливіших відбракувальних показників мастильних середовищ в експлуатації транспортних засобів, який визначає період ефективного використання моторних та трансмісійних оливо, є кінематична в'язкість.

Як відомо, потрапляння у моторну оливу дизельного палива та бензину призводить до зменшення в'язкості оливи, що також доводить необхідність враховування, у першу чергу, саме цього показника при розробці методики розрахунку впливу концентрації палива на триботехнічні властивості мастильних матеріалів.

Зміна кінематичної в'язкості характеризує спрацьовуваність в оливі полімерного загусника. Саме за величиною цього параметра можна прогнозувати здатність оливи до збереження своїх в'язкісних характеристик у процесі тривалої експлуатації.

При експлуатації моторних оливо має місце три основних процеси щодо якісних змін мастильного матеріалу: спрацьовування полімерного загусника, розбавлення оливи паливом і старіння її базової частини. Перших два процеси призводять до розрідження оливи, а третій – до її

загущення. Причому вважається, що олива є непридатною до подальшої експлуатації при значенні зміни кінематичної в'язкості на 30-50%. Отже, чим менша величина зміни значень кінематичної в'язкості оливи, тим більш тривалим є термін її служби.

Протизношувальні властивості оливи погіршуються практично лінійно із зменшенням її в'язкості. Зміна в'язкості оливи в межах нормативних значень стандартів може призвести до погіршення їх протизношувальних властивостей у декілька разів.

При зменшенні в'язкості:

- зростає можливість підтікання і просочування оливи у всіх зазорах і нещільностях, що призводить до зміни циклової подачі і зниження тиску в системі мащення;
- погіршуються змащувальні властивості оливи, інтенсифікується знос сполучених деталей.

При збільшенні в'язкості:

- ускладнюється проходження оливи через фільтр;
- погіршується подача оливи до деталей тертя, що спричиняє зростання інтенсивності їх зношування.

На першому етапі реалізації даної методики визначається величина зміни в'язкості моторної оливи при напрацюванні:

$$v_2' = v_2 \times T^{0,03} + e^{|\lg A|} - (B^{0,55} + \lg v_{\text{палива}}), \quad (1)$$

де:

T – час експлуатації, год;

A – вміст повітря в оливі, %;

B – відсотковий вміст палива в оливі.

Наступний етап – визначення величини зміни в'язкості моторної оливи в залежності від температури:

$$v_2 = v_1 \exp\left(-\beta(t_2 - t_1) + \exp^{-(200-t_2)^{0,3}}\right), \quad (2)$$

де:

$v_1$  – кінематична в'язкість оливи при 50°C;

$t_1$  – температура оливи, 50°C;

$t_2$  – температура оливи, яка досліджується, °C;

$\beta$  – в'язкісно-температурний коефіцієнт:

$\beta = 0.022$  – для мінеральної оливи;

$\beta = 0.02$  – для напівсинтетичної оливи;

$\beta = 0.018$  – для синтетичної оливи.

Протизношувальні властивості палива погіршуються, як і у випадку з оливами, майже лінійно із зменшенням його в'язкості і збільшенням вмісту води в ньому. Зміна в'язкості палива в межах норм стандартів може призвести до погіршення їх протизношувальних властивостей в два рази, а збільшення вмісту води до 1 % погіршує їх у три рази.

В'язкість палива збільшується з пониженням температури. Чим вище значення в'язкості при 20°C, нормоване технічними умовами (тобто чим важче фракційний склад палива), тим суттєвіше в'язкість палива залежить від температури. Літні сорти палива стають малорухливими вже при -5°C, зимові зберігають рухливість до температури -25...30 °C.

В'язкість дизпалива в стандарті нормується діапазоном від мінімальної до максимальної: 1,8...5,0 мм<sup>2</sup>/с (сСт) для зимових, 3,0...6,0 мм<sup>2</sup>/с для літніх та 1,5 ... 4,0 мм<sup>2</sup>/с для арктичних сортів. В'язкість палива більшою мірою впливає на роботу паливоподаючої апаратури, визначає внутрішнє тертя паливного потоку і тим самим гідравлічні втрати енергії в системі паливоподачі, а також обумовлює витрати палива через зазори прецизійних деталей паливоподаючої апаратури.

Надмірна в'язкість палива також призводить до проблем в експлуатації ДВЗ. Зокрема, вона призводить до погіршення сумішоутворення і згорання – через труднощі розпилу і дрібнення крапель палива. Одночасно погіршується і його прокачуваність через фільтри.

В'язкість дизпалива, як відомо, знижується з нагріванням і, навпаки, збільшується при низьких температурах. Чим вище значення в'язкості при 20°C, тим істотніші відбуваються зміни з паливом при зниженні температури. Літні сорти палива вже при мінус 3-5 °C загустівають і перестають нормально прокачуватись через паливний фільтр. Це зазвичай відповідає так званій температурі помутніння, тобто початку кристалізації парафінів, що

містяться в паливі. При температурі приблизно  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  таке паливо застигає, і тоді спроби запуску двигуна з загуслим дизпаливом без відігрівання двигуна транспортного засобу практично завжди закінчуються ушкодженням паливного насоса високого тиску.

При зменшенні в'язкості:

- збільшується підтікання і просочування палива у всіх зазорах і нещільностях, що призводить до зміни циклової подачі і зниження тиску упорскування, збільшується витрата палива;
- погіршуються змащувальні властивості палива, інтенсифікується знос плунжерних пар;
- паливо підтікає в отвори форсунок, збільшуючи нагароутворення і димність.

При збільшенні в'язкості:

- ускладнюється проходження палива через фільтри;
- погіршується розпилювання палива (утворюються крупні краплі та короткий струмінь);
- погіршується сумішеутворення;
- паливо випаровується повільніше, згорає не повністю, тому його витрата збільшується, спостерігається підвищене нагароутворення і димлення, відпрацьовані гази стають чорними (у разі використання дизельного палива), токсичнішими, підвищується витрата палива;
- закоксовуються сопла розпилювачів форсунок.

Величина зміни в'язкості палива визначається за наступною формулою:

$$V_{\text{палива}} = V_{100} \times \exp^{0,022 \times (100 - t_2)}, \quad (3)$$

де:

$V_{100}$  - кінематична в'язкість палива при  $50^{\circ}\text{C}$ ;

$t_2$  - температура палива, яке досліджується,  $^{\circ}\text{C}$ .

За запропонованими нижче формулами здійснюється обчислення значень зміни кінематичної в'язкості оливи при потраплянні в неї палива (при  $100^{\circ}\text{C}$ ). Аналіз розрахункових даних здійснюється за зведеною таблицею величини зміни в'язкості, отриманої за всіма трьома формулами:

$$V_{100 \text{ олива+п}} = V_{100 \text{ свіжа олива}} - \log V_{100 \text{ пал.}} \times \exp^{B^{0,35}}; \quad (4)$$

$$V_{100 \text{ олива+п}} = V_{100 \text{ свіжа олива}} - \left(\frac{B}{V_{100 \text{ пал.}}}\right)^{0,82}; \quad (5)$$

$$V_{100 \text{ олива+п}} = V_{100 \text{ свіжа олива}} - V_{100 \text{ пал.}}^{0,001} \times B^{0,6}, \quad (6)$$

де:

$V_{100 \text{ олива+п}}$  - в'язкість оливи при  $100^{\circ}\text{C}$ , в яку потрапляє паливо;

$V_{100 \text{ свіжа олива}}$  - в'язкість свіжої оливи при  $100^{\circ}\text{C}$ ;

$V_{100 \text{ пал.}}$  - в'язкість палива при  $100^{\circ}\text{C}$ .

$B$  - відсотковий вміст палива.

**Висновок та перспективи подальших розвідок.** За результатами реалізації вищенаведеної методики стало можливим запропонувати таблицю зі значеннями гранично допустимих показників моторних олив, по досягненні яких подальша експлуатація даного класу мастильних матеріалів є небезпечною для трибосполучень ДВЗ (табл. 1).

Так потрапляння в оливу 5% палива зменшує її в'язкість на 15 – 18%, а температуру спалаху – на 30%.

Не допускається потрапляння в оливу більше 5% палива і рекомендується проводити заміну оливи, якщо її в'язкість зміниться у більшу або меншу сторону на 20 – 25 % від в'язкості оливи у стані постачання.

Таблиця 1 - Значення гранично допустимих показників моторних олив

Показник	Браковочний показник	Примітка
Кінематична в'язкість Динамічна в'язкість	При розбавлянні паливом: - 20% (зниження) від показника товарної оливи. При відсутності в оливі палива: +30% (збільшення) від показника товарної оливи.	Динамічну в'язкість обчислюють розрахунковим шляхом для температури -18 <sup>0</sup> C
Температура спалаху	менше 170 <sup>0</sup> C	
Вміст палива	більше 5.0 %	

Але важливо враховувати не лише зміну абсолютного значення величини в'язкості працюючої оливи, а й причини, які викликають цю зміну даного показника якості. Якщо в'язкість оливи підвищується унаслідок накопичення в ній нерозчинного осаду, то в цьому випадку можна допустити підвищення в'язкості до 30% за умови, що олива має достатні диспергуючі властивості.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Микутенко Ю.А., Шкаренко В.А., Резников В.Д. Смазочные системы дизелей. - Л.: Машиностроение, 1986. - 125 с.
2. Бакашвили Д.Л., Чхаидзе Г.Р., Шварцман В.Ш. и др. Влияние неньютоновских свойств смазок на эффективную вязкость и силу трения в тяжело нагруженном упруго-гидродинамическом контакте // Трение и износ. – 1982.– том.3, № 2. – С. 265 – 273.
3. Венцель С.В. Смазка и долговечность двигателей внутреннего сгорания. – К.: Техніка, 1977. – 208 с.
4. Микутенко Ю.А., Шкаренко В.А., Резников В.Д. Смазочные системы дизелей. - Л.: Машиностроение, 1986. - 125 с.
5. An electrostatic liquid cleaner as an advanced technology of oil cleaning/Sasaki Akira, Tobisu Torao, Uchiyame Shinji// Proc.Jap.Int.Tribol.Conf.Nagoya, Oct.29 - Nov.1, 1990. Vol.1.- Tokyo, 1990.- s.59-63.
6. Загрязнение смазочных жидкостей в системах смазки и их очистка/Мацуо Ресаку//Дзюнкацу кэйдай = J.Econ.Maint.Tribol.. - 1992.- N 308. - с. 46-51. - Яп.
7. Обельницкий А.М. Топливо и смазочные материалы: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1982. - 208 с.
8. Бакашвили Д.Л., Чхаидзе Г.Р., Шварцман В.Ш. и др. Влияние неньютоновских свойств смазок на эффективную вязкость и силу трения в тяжело нагруженном упруго-гидродинамическом контакте // Трение и износ. – 1982.– том.3, № 2. – С. 265 – 273.

#### REFERENCES

1. Mukutenok Y.A., Shkarenko V.A., Reznikov V.D. Lubricating system of diesel engines. L.: Engineering, 1986. 125 p.
2. Bakashvili D.L., Chhaidze G.R., Shvarzman V.S. Effect of non-Newtonian properties of the effective viscosity of lubricants and friction in heavily loaded elastohydrodynamic contact // Friction and wear. 1982. T.3, №2. P. 265 - 273.
3. Vencel S.V. Greasing and longevity of combustion engines. K. Technique, 1997. 208 p.
4. Mukutenok Y.A., Shkarenko V.A., Reznikov V.D. Lubricating systems of diesels. L. Engineer, 1986. 125 p.

5. An electrostatic liquid cleaner as an advanced technology of oil cleaning/Sasaki Akira, Tobisu Torao, Uchiyame Shinji// Proc.Jap.Int.Tribol.Conf.Nagoya, Oct.29 - Nov.1, 1990. Vol.1.- Tokyo, 1990.- s.59-63.

6. Mazuo Resaku, Dzukazu Keyzay. Contamination of lubricating liquids in the systems of greasing and their cleaning.Econ.Maint.Tribol. 1992.N 308. P. 46-51.

7. Obelnytskiy A.M. Fuel and lubricating materials: Textbook for the institutes of higher. M. 1982. 208 p.

8. Bakashvili D.L., Chhaidze G.R., Shvarzman V.S. Influence of non-newtonian properties of greasings on effective viscosity and force of friction in tyazhelonagruzhennom uprugogidrodinamicheskom contact. Friction and wear. 1982. T.3. P 265 – 273.

#### РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Методика оцінки впливу концентрації палива на триботехнічні властивості мастильних матеріалів. / М.Ф.Дмитриченко, О.М.Білякович, А.М.Савчук, О.А.Міланенко, Ю.О.Туриця // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.:НТУ – 2013. Вип. 12.

У роботі наведено результати теоретичних розрахунків та практичного впровадження наукових досліджень, що лягли в основу розробки методики визначення граничних значень найбільш важливих відбракувальних показників мастильних середовищ в експлуатації транспортних засобів.

Об'єкт дослідження – властивості мастильних матеріалів.

Мета роботи – розробка методики оцінки впливу концентрації палива на триботехнічні властивості мастильних матеріалів.

Методи дослідження – передбачали експериментальне встановлення залежності кінематичної в'язкості від експлуатаційних чинників та емпіричне моделювання процесів мащення.

Зміна кінематичної в'язкості характеризує спрацьовуваність в оливі полімерного загусника. Саме за величиною цього параметра можна прогнозувати здатність оливи до збереження своїх в'язкісних характеристик у процесі тривалої експлуатації. Протизношувальні властивості палива погіршуються, як і у випадку з оливами, майже лінійно із зменшенням його в'язкості і збільшенням вмісту води в ньому. Зміна в'язкості палив в межах норм стандартів може призвести до погіршення їх протизношувальних властивостей в два рази, а збільшення вмісту води до 1 % погіршує їх у три рази.

Але важливо враховувати не лише зміну абсолютного значення величини в'язкості працюючої оливи, а й причини, які викликають цю зміну даного показника якості. Якщо в'язкість оливи підвищується унаслідок накопичення в ній нерозчинного осаду, то в цьому випадку можна допустити підвищення в'язкості до 30% за умови, що олива має достатні диспергуючі властивості.

За результатами реалізації вищенаведеної методики стало можливим запропонувати значення гранично допустимих показників моторних олив, по досягненні яких подальша експлуатація даного класу мастильних матеріалів є небезпечною для трибосполучень ДВЗ.

Результати роботи можуть бути впроваджені при коректуванні програм хімотологічних випробувань та оптимізації фізико-хімічних параметрів товарних олив.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ОЛИВА, КОНЦЕНТРАЦІЯ ПАЛИВА, КІНЕМАТИЧНА В'ЯЗКІСТЬ, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИ ПОКАЗНИКИ.

#### ABSTRACT

Dmytrychenko M. Methodology of estimation of influence of concentration of fuel is on tribotechnical property of lubricating materials. Management of projects, system analysis and logistics. Kyiv. National Transport University. 2013. Vol. 12.

Results over of theoretical calculations and practical introduction of scientific researches that underlay development of methodology of determination of maximum values of the most essential indexes of quality of lubricating environments in exploitation of transport vehicles are in-process brought.

Object of the study - properties of lubricating materials.

Purpose of the study - creative methods estimates effect of concentration on the fuel properties technological lubricatin gmaterials.

Methods of the study - provide for experimental establishment kinematic viscosity dependence of operational factors and modeling processes lubricating stuff.

Changing kinematic viscosity characterizes abrasion in oil polymerous stiffener/ Exactly on the size of this parameter it is possible to forecast the capacity of oil for the maintainance of the frictional descriptions in the process of the protracted exploitation. Antiwear properties of fuel get worse, as in the case

of oils, almost arcwise with diminishing of his viscosity and increase of maintenance of water in him. A change viscosity of fuels within the limits of norms of standards can result in worsening of their antiwear properties in two times, and increase of maintenance of water to 1% worsens them in three times.

But it is important to take into account not only the change of absolute value of size of viscosity of working oil but also reasons which cause the change of this index of quality. If viscosity of oil rises as a result of accumulation in him of insoluble sediment, it is in this case possible to assume the increase of viscosity to 30% on condition that has butters sufficient dispersive properties. On results realization of the above-mentioned method became possible to offer a value maximum possible indexes of motor oils, after achievement of which subsequent exploitation of this class of lubricating materials is dangerous for tribosopryazheniy DVZ.

Job performances can be inculcated at adjustment of the programs of khimotologikal tests and optimization of physical and chemical parameters of commodity oils.

**KEY WORDS:** OIL, CONCENTRATION OF FUEL, KINEMATICS VISCIDITY, MAXIMUM POSSIBLE INDEXES.

#### РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф. Методика оценки влияния концентрации топлива на триботехнические свойства смазочных материалов / Н.Ф.Дмитриченко, О.Н.Білякович, А.Н.Савчук, А.А.Миланенко, Ю.А.Турица // Управление проектами, системный анализ и логистика. – К.:НТУ – 2013. Вып. – 12.

В работе приведены результаты теоретических расчетов и практического внедрения научных исследований, которые явились основанием разработки методики определения предельных значений наиболее важных отбраковочных показателей смазочных сред в эксплуатации транспортных средств.

Объект исследования - свойства смазочных материалов .Объект исследования - свойства смазочных материалов.

Цель работы - разработка методики оценки влияния концентрации топлива на триботехнические свойства смазочных материалов.

Методы исследования - предусматривали экспериментальное установление зависимости кинематической вязкости от эксплуатационных факторов и эмпирическое моделирование процессов смазки.

Изменение кинематической вязкости характеризует срабатываемость в масле полимерного загустителя. Именно по величине этого параметра можно прогнозировать способность масла к сохранению своих вязкостных характеристик в процессе длительной эксплуатации. Противоизносные свойства топлива ухудшаются, как и в случае с маслами, почти линейно с уменьшением его вязкости и увеличением содержания воды в нем. Изменение вязкости топлив в пределах норм стандартов может привести к ухудшению их противоизносных свойств в два раза, а увеличение содержания воды до 1% ухудшает их в три раза.

Но важно учитывать не только изменение абсолютного значения величины вязкости работающего масла, но и причины, которые вызывают изменение данного показателя качества. Если вязкость масла повышается в результате накопления в нем нерастворимого осадка, то в этом случае можно допустить повышение вязкости до 30% при условии, что масла имеет достаточные диспергирующие свойства. По результатам реализации вышеприведенной методики стало возможным предложить значение предельно допустимых показателей моторных масел, по достижении которых последующая эксплуатация данного класса смазочных материалов является опасной для трибосопряжений ДВЗ.

Результаты работы могут быть внедрены при корректировке программ химотологических испытаний и оптимизации физико-химических параметров товарных масел.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** МАСЛО, КОНЦЕНТРАЦИЯ ТОПЛИВА, КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ, ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

#### 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. Суворова, 1, к. 318

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.

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. Суворова, 1, к.102.

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. Суворова, 1, к.102.

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. Суворова, 1, к.102.

Лізанець Віталій Ігоревич, Національний транспортний університет, молодший науковий співробітник кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавство», e-mail: lizanets\_vitaliy@ukr.net, тел. (044)2801886, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к.102.

#### AUTHOR:

Dmytrychenko Mukola 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, Suvorova str. 1, of. 318.

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.

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, Suvorova str. 1, of. 102.

Milanenko Aleksandr 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, Suvorova str. 1, of. 102.

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, Suvorova str. 1, of. 102.

Lizanets Vytaliy I., National Transport University, junior researcher department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: lizanets\_vitaliy@ukr.net, tel. (044)2801886, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

#### АВТОРЫ:

Дмитриченко Николай Федорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 318.

Биликович Олег Николаевич, кандидат технических наук, профессор, Национальный авиационный университет, профессор кафедры «Технологий аэропортів», e-mail: oleg65@voliacable.com, тел. (044)4067694, Украина, 03680, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1, к.1.409

Савчук Анатолий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: tolik\_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Міланенко Александр Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: milanmasla@gmail.com, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Туриця Юлія Александровна, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: yuliya\_tur@ukr.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Лізанець Віталій Ігоревич, Национальный транспортный университет, младший научный сотрудник кафедры «Производство, ремонт и материалознавство», e-mail: lizanets\_vitaliy@ukr.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

#### РЕЦЕНЗЕНТИ:

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності, Київ, Україна



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

REVIEWER:

Mateychuk V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), National Transport University, professor department of ecology and safety of vital functions, Kyiv, Ukraine

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