

УДК 621.891
UDC 621.891

ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИФРИКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАНСМІСІЙНОЇ ОЛИВИ В УМОВАХ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

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

Міланенко О.А., кандидат 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

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

Куш О.І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

STUDY ANTIFRICTION PROPERTIES TRANSMISSION FLUID UNDER DYNAMIC LOADS

Dmytrychenko M.F., Sh.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

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

Bilyakovich Ph.D., National Aviation University, Kyiv, Ukraine

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

Turitsa, Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Kushch A.I., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

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

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

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

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

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

Куш А.И., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним зі шляхів підвищення техніко-економічних показників машин і механізмів являються покращення триботехнічних параметрів пар тертя вузлів машин і, зокрема, покращення антифрикційних і протизношувальних властивостей контактних поверхонь. Цьому питанню присвячені багато робіт вітчизняних і закордонних вчених, які зробили значний внесок в формування розуміння складних фізико-механічних процесів, які протікають в мікроскопічному об'ємі зони контакту тертя. Вивченню питань щодо дослідження антифрикційних властивостей оливо присвячені праці таких вчених як Д.П.Великанова [1], А.І.Нісевича, А.Г.Суслова [2] та ін..

Викладення невирішених питань. Зносостійкість деталей машин характеризується комплексним станом поверхонь тертя. Несуча здатність поверхонь деталей, їх коефіцієнт тертя і інтенсивність зношування при терті наряду з шорсткістю, визначається макровідхиленням, хвилястістю і фізико-механічними властивостями.

Постановка завдання. Дослідження зміни коефіцієнту тертя за час експерименту для оливи Honda ATF-Z1 (товарний та відпрацьований зразок) в умовах динамічних навантажень при змащуванні контактних поверхонь, виготовлених зі сталей 40Х та ШХ-15.

Викладення основного матеріалу. Встановлена загальна тенденція динаміки коефіцієнту тертя при напрацюванні, незалежно від типу оливи: до $N < 1100$ циклів спостерігаються провали з наступним підвищенням f при наробітці, по мірі адаптації товщини мастильного шару в контакті, коефіцієнт тертя стабілізується (рис. 1).

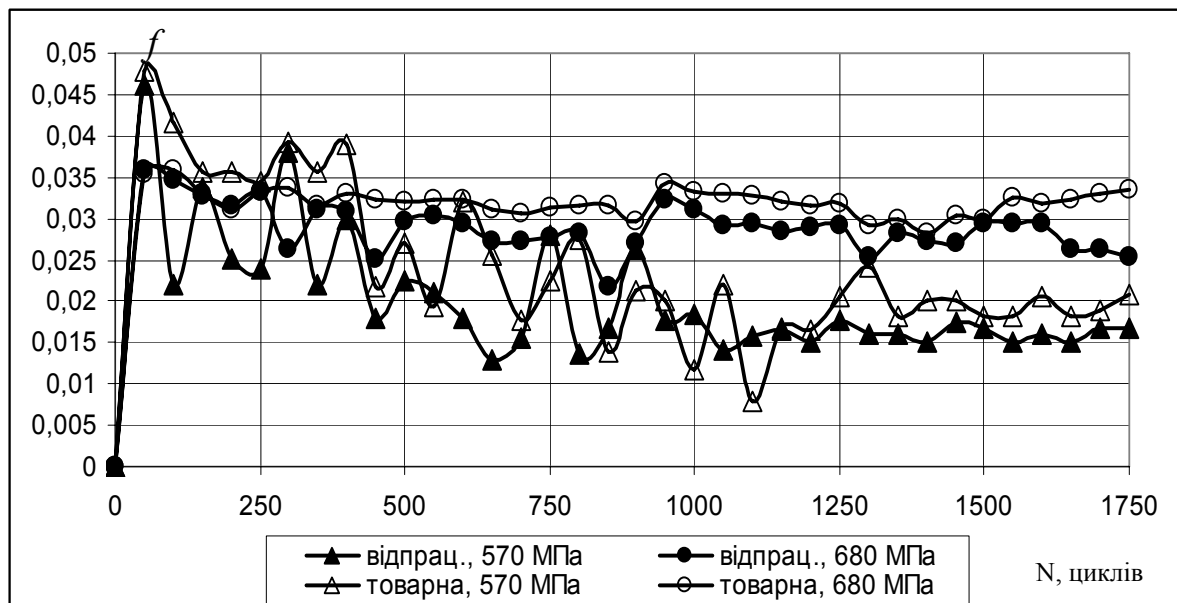


Рисунок 1 – Кінетика зміни коефіцієнта тертя залежно від навантаження при змащуванні товарною та відпрацьованою оливою Honda ATF-Z1

Нестабільність коефіцієнту тертя до 1100 циклів обумовлена адсорбційними – десорбційними процесами на активованій поверхні тертя по мірі формування – часткового або повного стирання граничних адсорбційних шарів. Наприклад, при σ_{\max} 680 МПа, $N = 830$ циклів, змащування відпрацьованою оливою: зафіксована повна деструкція змащувального шару на зупинці, коефіцієнт тертя знижується з 0,025 до 0,022. При подальшому напрацюванні повторно формуються граничні адсорбційні шари до $N = 920$ циклів, при цьому f зростає з 0,022 до 0,033 до 890 циклів, надалі знижується до 0,03 – саме в цей період відбувається зниження напруг зсуву сформованого масляного шару, що свідчить про його адаптацію на контактних поверхнях.

Встановлено підвищення антифрикційних властивостей відпрацьованої оливи, незалежно від навантаження, що обумовлено розглянутим вище збільшенням несучої здатності даної оливи, в порівнянні з товарною.

Проаналізуємо зміну коефіцієнту тертя при використанні сталі ШХ-15, σ_{\max} 570 МПа. При дослідженні антифрикційних властивостей оливи зафіксовано зменшення початкового значення коефіцієнта тертя до 50 циклів, в порівнянні з f для сталі 40X, в середньому на 20%, – для товарного і відпрацьованого зразків оливи коефіцієнт тертя на початку роботи складає 0,036 і 0,038 відповідно. При аналогічній динаміці щодо формування товщини мастильного шару в контакті, напруг зсуву сформованої масляної плівки для досліджуваних оливи при змащуванні контактних поверхонь різної твердості, ми припускаємо про домінуючий вплив на антифрикційні властивості оливи двох чинників. По-перше, при застосуванні більш твердого матеріалу – сталі ШХ-15 – ефективна в'язкість оливи, як зазначалось вище, зростає на 20%, в порівнянні з η_{ef} при застосуванні сталі 40X, а мастильний матеріал з вищою в'язкістю в контакті характеризується кращими антифрикційними властивостями [3, 4, 5]. По-друге, внаслідок змінання мікронерівностей контактних поверхонь в початковій стадії припрацювання, при домінуванні пластичної деформаційної компоненти, згідно Крагельському [6], підвищується механічна складова сили тертя. Ми вважаємо, що даний чинник є домінуючим при зростанні коефіцієнту тертя на початковій стадії припрацювання в експериментах, де використовувався менш твердий матеріал – сталь 40X.

При змащуванні сталі ШХ-15 відпрацьованою оливою – з 550 до 1000 циклів спостерігається приріст значення коефіцієнту тертя – з 0,031 до 0,034, тоді як для товарного зразка при вказаних циклах напрацювання відбувається протилежна закономірність – зафіксовано спад коефіцієнту тертя з 0,030 до 0,027 (рис. 2).

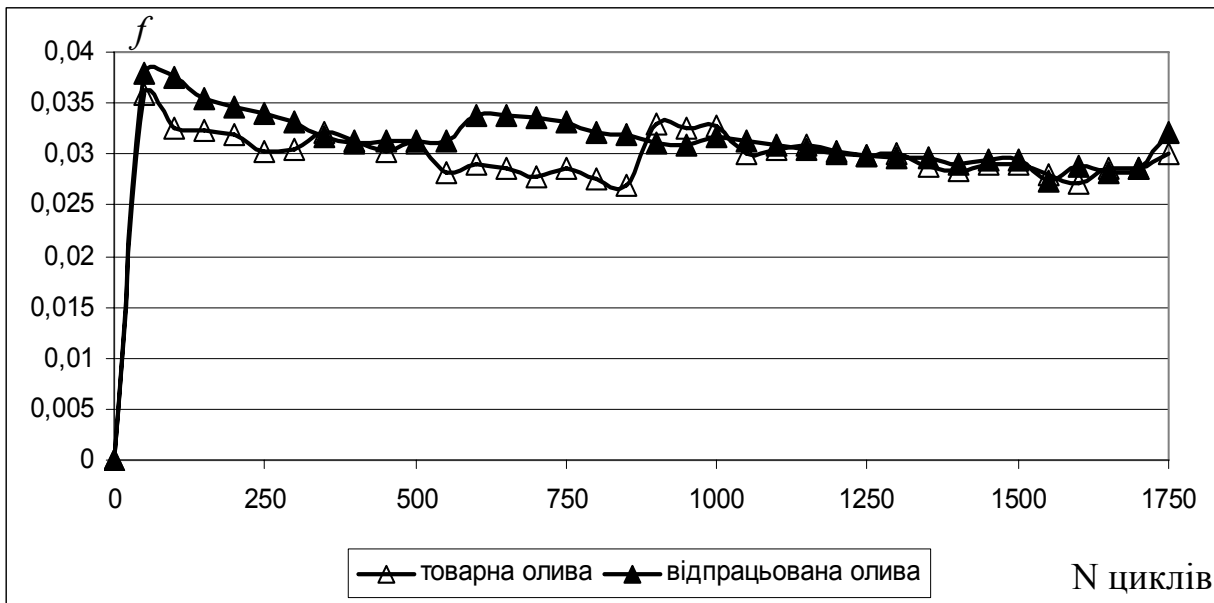


Рисунок 2 – Зміна коефіцієнта тертя при застосуванні роликів зі сталі ШХ-15 при контактному навантаженні 570 МПа

В даному діапазоні напрацювання спостерігаються наступні явища в контакті. При змащуванні відпрацьованою оливою з 550 до 800 циклів встановлена повна деструкція попередньо сформованих граничних шарів, відбувається безпосередній металевий контакт поверхонь, що призводить до зниження антифрикційних властивостей. Щодо підвищення антифрикційних властивостей товарної оливи, то зазначимо, що з 550 циклів встановлено формування нових стійких граничних плівок, які в подальшому характеризуються високим ступенем адаптації до знакозмінного навантаження.

В цілому, для обох груп досліджуваних оливи після 1050 циклів встановлюється рівнозначне значення коефіцієнту тертя, і до кінця дослідження він складає – 0,030 і 0,032 для товарного і відпрацьованого зразка, відповідно (рис. 2).

Слід зазначити, що це на 35% вище за аналогічні значення f , зафіксовані при використанні сталі 40Х. Встановлене явище зниження антифрикційних властивостей обумовлене тим, що на більш твердій поверхні сталі ШХ-15 відбувається періодична часткова деструкція граничних адсорбційних шарів в контакті; незважаючи на те, що $\eta_{\text{еф}}$, в середньому, вдвічі перевищує $\eta_{\text{еф}}$ при використанні сталі 40Х, напруга зсуву при $N > 1500$ циклів залишається високою ($\tau = 12,84$ МПа, на відміну від 7,7 МПа для оливи при змащуванні сталі 40Х), що свідчить про низьку адаптаційну здатність масляного шару до динамічних умов навантажень.

Висновок. На основі проведеного аналізу зміни антифрикційних властивостей оливи в контакті ми вважаємо, що на ефективне зниження коефіцієнту тертя впливає ступінь адаптаційної здатності граничних адсорбційних шарів на активованих тертях контактних поверхнях, що забезпечує кореляційне зменшення напруг зсуву масляного шару та підвищення антифрикційних властивостей оливи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Великанов Д.П. Эксплуатационные качества автомобилей / Д.П. Великанов. – Автотрансиздат, 1962. – 74 с.
2. Суслов А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей / А.Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 1987. – 208с.
3. Кламанн Д. Смазки и родственные продукты. – М.: Химия, 1988. – 487 с.
4. Дмитриченко Н.Ф., Мнацаканов Р.Г. Смазочные процессы в условиях нестационарного трения. – Житомир:ЖИТИ, 2002.- 308 с.
5. Мікосянчик О.О. Оцінка триботехнічних параметрів мастильних матеріалів при граничному мащенні в умовах локального контакту. Дисертація на здобуття вченого ступеня к.т.н.: 05.02.04. – Киев, 2006. – 235.
6. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин. – М.: Машиностроение, 1984 – 280 с.

REFERENCES

1. Velikanov D.P. Performance cars. Avtotransizdat. 1962. 74p. (Rus)
2. Suslov A.G. Technological support of the state parameters of the surface layer parts. M. Machinery. 1987. 208p. (Rus)
3. Klamann D. Lubricants and related products. M. Chemistry. 1988. 487p. (Rus)
4. Dmitrichenko N.F., Mnatsakanov R.G. Lubricating processes under unsteady friction. Zhitomir. 2002, 308p. (Rus)
5. Mikosyanchik O.O. Evaluation of tribological parameters lubricants under boundary friction conditions in the local contact. Dis. for the degree Ph.D, associate professor 05.02.04. NTU. K. 2006. (Ukr)
6. Kragelskiy I.V., Mihin N.M. Friction units of machines. – M.: Mechanical Engineering. 1984. 280p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Дмитриченко М.Ф. Дослідження антифрикційних властивостей трансмісійної оливи в умовах динамічних навантажень / М.Ф.Дмитриченко, О.А.Міланенко, О.М.Білякович, А.М.Савчук, Ю.О.Туриця, О.І.Куш // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2014. – Вип. 29.

В статті проведено аналіз зміни антифрикційних властивостей трансмісійної оливи. Встановлено підвищення антифрикційних властивостей відпрацьованої оливи, незалежно від навантаження.

Об'єкт дослідження – трансмісійна олива Honda ATF-Z1.

Мета роботи – дослідження антифрикційних властивостей товарного та відпрацьованого зразків оливи.

Метод дослідження – експериментальний метод визначення коефіцієнта тертя.

Однією з основних функцій мастильного матеріалу є його антифрикційні властивості в контакті.

Встановлено підвищення антифрикційних властивостей синтетичних трансмісійних олив з тривалим терміном експлуатації, незважаючи на зниження їх кінематичної в'язкості, що обумовлено гідродинамічними та еластогідродинамічними чинниками, які залежать від реологічних властивостей олив та твердості матеріалу контактних поверхонь.

Щодо підвищення антифрикційних властивостей товарної оливи, то зазначимо, що з 550 циклів встановлено формування нових стійких граничних плівок, які в подальшому характеризуються високим ступенем адаптації до знакозмінного навантаження.

В цілому, для обох груп досліджуваних олив після 1050 циклів встановлюється рівнозначне значення коефіцієнту тертя, і до кінця дослідження він складає – 0,030 і 0,032 для товарного і відпрацьованого зразка, відповідно.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АНТИФРИКЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ, МАСТИЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ, ОЛИВА, ГРАНИЧНИЙ ШАР.

ABSTRACT

Dmytrychenko N.F., Milanenko O.A., Bilyakovich O.N., Savchuk A.N., Turitsa Y.A., Kushch O.I. Study antifriction properties transmission fluid under dynamic loads. Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2014. – Vol. 29.

This article analyzes the changes antifriction properties of the transmission oil. Found an increase in anti-friction properties of the waste oil, regardless of the load.

Object of research – transmission oil Honda ATF-Z1.

Purpose – to study anti-friction properties and commercial waste oil samples.

Method of research – experimental method of determining the coefficient of friction.

One of the principal functions of the lubricant is its frictional contact properties.

Increase of anti-friction properties of the synthetic gear oils with long term operation, despite the reduction of the kinematic viscosity due to the hydrodynamic and elastogidrodinamichnyny factors that depend on the rheological properties of the oil and the hardness of the material contact surfaces.

To improve the antifriction properties of commodity oils, we note that of the 550 cycles established stable limit the formation of new slick, which are further characterized by a high degree of adaptation to alternating loads.

In general, for both groups of subjects after 1050 cycles of oil equivalent to set the value of the coefficient of friction, and the end of the study, he is – 0,030 and 0,032 for the commodity and the exhaust sample, respectively.

KEYWORDS: ANTI-FRICTION PROPERTIES, LUBRICANTS, OILS, BOUNDARY LAYER.

РЕФЕРАТ

Дмитриченко Н.Ф. Исследование антифрикционных свойств трансмиссионного масла в условиях динамических нагрузок / Н.Ф.Дмитриченко, А.А.Миланенко, О.Н.Билиякович, А.Н.Савчук, Ю.А.Турица, А.И.Куц // Вестник Национального транспортного университета. – К. : НТУ, 2014. – Вып. 29.

В статье проведен анализ изменения антифрикционных свойств трансмиссионного масла. Установлено повышение антифрикционных свойств отработанного масла, независимо от нагрузки.

Объект исследования – трансмиссионное масло Honda ATF-Z1.

Цель работы – исследование антифрикционных свойств товарного и отработанного образцов масла.

Метод исследования – экспериментальный метод определения коэффициента трения.

Одной из основных функций смазочного материала является его антифрикционные свойства в контакте.

Установлено повышение антифрикционных свойств синтетических трансмиссионных масел с длительным сроком эксплуатации, несмотря на снижение их кинематической вязкости, что обусловлено гидродинамическими и эластогидродинамическими факторами, которые зависят от реологических свойств масел и твердости материала контактных поверхностей.

По повышению антифрикционных свойств товарной масла, то отметим, что из 550 циклов установлено формирование новых устойчивых предельных пленок, которые в дальнейшем характеризуются высокой степенью адаптации к знакопеременного нагрузки.

В целом, для обеих групп испытуемых масел после 1050 циклов устанавливается равнозначное значение коэффициента трения, и к концу исследования он составляет – 0,030 и 0,032 для товарного и отработанного образца, соответственно.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ, СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МАСЛО, ГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ.

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.

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.

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.

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.

Куц Олександр Іванович, 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.

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.

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.

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.

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.

Kushch Aleksey I., associate professor, National Transport University, associate professor department of Manufacturing repair and materialoved, e-mail: kushch_oleksiy@bigmir.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 материаловедство», e-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua, тел. (044)2808203, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 318.

Миланенко Александр Анатольевич, 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. Суворова, 1, к.102.

Биликович Олег Николаевич, кандидат технических, профессор, Национальный авиационный университет, профессор кафедры «Технологій аеропортів», 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 материаловедство», e-mail: tolik_savchuk@bigmir.net, тел. (044)2801886, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к.102.

Турица 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. Суворова, 1, к.102.

Кушч Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры «Производство, ремонт и материаловедство», e-mail: kushch_oleksiy@bigmir.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