

Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Шуліка С. О.; Гаврилюк М. Р., к.т.н., н.с.

МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ. ЧАСТИНА 2. ПРИКЛАДИ ВИПРОБУВАНЬ

В роботі в стислій формі наведені деякі відомості, що стосуються класифікації та застосування мастильних рідин для транспортної галузі. Наведені приклади випробування моторних мастил на в'язкість та заморожування.

В роботі продовжено огляд мастил та масел. За результатами аналізу літературних та інтернет джерел пропонується класифікацію та позначення мастил [1 – 3].

Дослідження властивостей та застосування ЗОР, виготовлених на базі вітчизняної сировини приведені в [4 - 24].

Згідно міжнародної класифікації та позначення мастил, що запропонована Американський національний інститут пластичних мастил (National Lubricating Grease Institute (США)). Перший параметр, яким оперує однойменна класифікація, це «консистенція змащення» (простіше кажучи, ступінь її густоти).

Існує дев'ять категорій від 000 до 6 (див. табл. 1):

Таблиця 1 – Міжнародні класифікації та позначення мастил. National Lubricating Grease Institute (USA)

Клас NLGI	Число (0,1 мм) пенетрації	Консистенція	Область застосування
000	445-475	дуже рідка	закриті зубчасті передачі
00	400-430	рідка	
0	355-385	напіврідка	центральні мастильні системи
1	310-340	дуже м'яка	
2	265-295	м'яка	кулькові / роликові підшипники
3	220-250	напівтверда	високошвидкісні підшипники
4	175-205	тверда	
5	130-160	дуже тверда	відкриті зубчасті передачі
6	85-115	надтверда	

- категорії 000 і 00 є напіврідкими мастилами, що використовуються, як альтернатива олів в механізмах і централізованих системах змащення з малим перерізом каналів (наприклад, у двигунах сучасних вантажівок)

- 0 і 1 категорії для застосування в головних централізованих системах змащення (наприклад промислове обладнання, вантажні автомобілі)

- категорії 2 і 3 використовуються в основному для змащення підшипників (зауважимо, що категорія 2 найбільш поширена серед пластичних мастил для легкового транспорту)

- категорії 4 і 6 представляють виключно густі мастила і використовуються рідко.

Згідно з міжнародною класифікацією ISO, мастила позначаються поруч буквами і цифрами. Німецький стандарт DIN 51502, яким керуються виробники більшості європейських

країн, встановив позначення пластичних мастил шляхом застосування класифікації NLGI і спеціальних літерних позначень.

Стандарт DIN 51502 класифікує пластичні мастила за призначенням, типом базового масла, набору присадок, що входять до складу мастила, діапазону робочих температур і стійкості до вимивання.

Приклад маркування пластичного мастила KP2K-30 за DIN 51502:

К - Код призначення мастила (табл. 2);

P – Код базового масла і присадок (табл. 2);

2 – Клас консистенції за класифікацією NLGI;

K – Код верхньої температури застосування і стійкість до вимивання (табл. 3);

-30 – Значення найбільш низької температури застосування в °С.

Розшифровка характеристики:

Пластична мастило, призначене для змащування підшипників ковзання і кочення (К), що містить «протизносні» та «протизадирні» присадки (P), вироблене на базі мінерального базового масла (код синтетичного масла, наприклад HC = вуглеводневої, відсутній). Максимальна температура застосування +120°C (K). Нижня межа температурного діапазону застосування – мінус 30°C (-30).

Таблиця 2 – Призначення пластичних мастил

Код	Призначення
К	Для підшипників кочення і ковзання, площин ковзання
G	Для закритих передач
OG	Для відкритих передач
M	Для підшипників ковзання і ущільнень

Таблиця 3 – Синтетичні базові масла і присадки

Код	Синтетичні базові масла
E	Поліефірне базове масло
FK	Фторвуглеводне базове масло
HC	Синтетичне вуглеводневе базове масло
PH	Базове масло на основі ефірів фосфорної кислоти
Продовження таблиці на наступній сторінці	
PG	Полігліколеве базове масло
SI	Силіконове базове масло
X	Інші типи базових масел
Код	Присадки
P	Протизадирні присадки EP
F	Тверді наповнювачі (графіт, дисульфід молібдену і т.п.)

Таблиця 4 – Верхні межі температури застосування і водостійкість

Код	Верхня межа робочої температури, °C	Стійкість до вимивання водою температури (° C) за DIN 51807
C	+60	0 або 1 при 40 °C
D	+60	2 або 3 при 40 °C
E	+80	0 або 1 при 40 °C
F	+80	2 або 3 при 40 °C
G	+100	0 або 1 при 90 °C
H	+100	2 або 3 при 90 °C
K	+120	0 або 1 при 90 °C
M	+120	2 або 3 при 90 °C
N	+140	Обговорюється додатково
P	+160	Обговорюється додатково
R	+180	Обговорюється додатково
S	+200	Обговорюється додатково
T	+220	Обговорюється додатково
U	Вище +220	Обговорюється додатково

Класифікація автомобільних масел по SAE. Класифікація масел по SAE це 5 типів літнього мастила, які нумеруються цифрами (20, 30, 40, 50, 60), 6 типів зимових мастил, де буква W означає «зима» 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W). Всесезонні масла позначають двозначним кодом, наприклад, 10W40. При цьому перше число вказує на мінімальні значення динамічної в'язкості мастила при негативних температурах і гарантує стартові властивості (щоб зрозуміти при якій мінімальній температурі масло не втрачає свої властивості необхідно відняти з числа 35), друге число демонструє діапазон кінематичної в'язкості при 100 C та динамічної в'язкості при 150 °C.

Класифікація автомобільних моторних масел по API. Вибір масла повинен виходити не тільки з в'язкості, а й враховувати експлуатаційні характеристики моторного масла (термін служби автомобіля, тип і особливості двигуна та інше) для чого існує класифікація масел по API. Ця класифікація моторних масел передбачає поділ автомобілів на два типи: S (Service Station) – бензинові двигуни й C (Commercial) – дизельні двигуни. Друга літера (A, B, C, D, E, F, G, H, J, L, M) визначає рівень експлуатаційних властивостей. Найкращими сьогодні є моторні масла для легкових автомобілів з маркуванням SM, саме вони, як показує експертиза, найкраще підходять для сучасних потужних двигунів, що працюють у складних умовах.

Експертиза моторних масел, каже, що моторні масла класу SC підходять для автомобілів 1964 - 1967 р.р. випуску, SD – для авто 1968 – 1971 р.р. випуску, SE – 1972 – 1979 , SF – для автомобілів до 1988 р. SG – 1989 - 1993 р.р. Для дизельного палива також існують масла, використовувані тільки в старих автомобілях CB – дизельне масло для автомобілів 1949 – 1960 р.р., CC – з 1960 р., CD – з 1955 р. (CD + масло дизельне для японських автомобілів). Саме останнє з'явилася маркування дизельних мастил - CI- 4, створене в 2002 р., замінює попередні покоління CD, CE, CF- 4, CG- 4, і GH- 4.

Класифікація масел по ACEA. Ще одна вірогідна класифікація автомобільних масел - ACEA. Вважайте можливим вибрати моторне масло, що знаходиться із типом сучасного руху. Таким чином, класифікуються A1, A2, A3 під дією для бензинових двигунів; класи B1,

В2, В3, В4 - для дизельних легких двигунів; класи Е1, Е2, Е3, Е4 - для дизельних двигунів важливого транспорту. Чим вища цифра, тим часом потрібно вимагати до масел (скорочення для класів А1 і В1).

Потрібно відзначити, що власна класифікація автомобільних моторних масел є у виробництві виробників, і нерідко вона намагається перенести і створити багато параметрів, але, по суті, існує достатньо маркетингового ходу. Так, оригінальна і провідна марка додала компанію Mobil: Mobil 1 New Life (0W - 40) – моторне масло для автомобілів із закупівлями від 0 до 100 тис. км, Mobil 1 Peak Life (5W - 50) – для автомобілів із пробігом від 100 тис. км, Mobil 1 Extended Life (10W- 60) - для автомобілів із пробігом від 150 тис. км. ESPFormula (5W-30) – для дизельних двигунів.

Випробування моторних масел на в'язкість після заморожування. За зимову в'язкість відповідає перша цифра з буквою W. Але як виявилось на практиці навіть перша цифра 5W на практиці відрізняються. Автори [25 – 27] порівнювали в'язкість масел на холоді, щоб визначити яке стійкіше до замерзання.

Для визначення в'язкості треба взяти пробірки в які закладають кульки, що будуть з різною швидкістю опускатись вниз (рис. 1 а). Кульку виймали з підшипника (рис. 1 б). Якщо масло більш рідке то кулька тоне скоріше.



а



б

Рисунок 1 – Експеримент по визначенню в'язкості масла – а. Розбирання підшипника – б [26]

Номери досліджуваних масел (всі масла W30, крім Idemitsu W20) :

- 1 – Motul;
- 2 – G-Energy;
- 3 – Castrol Magtec;
- 4 – Mobil1;
- 5 – Total Quartz;
- 6 – Genesis Armotech;
- 7 – Genesis Claritech;
- 8 – Shell Helix Ultra;
- 9 – Castrol Edge;
- 10 – Idemitsu (zebro) SN OW-20.

Розливання масел здійснюють через лійку в пробірку за номерами (рис. 2б), в кожен пробірку додають кульку (рис. 3), герметизують пробірки (рис. 4б) та закріплюють колодки (рис. 5а). Фіксують результати експерименту (рис. 5б).



а

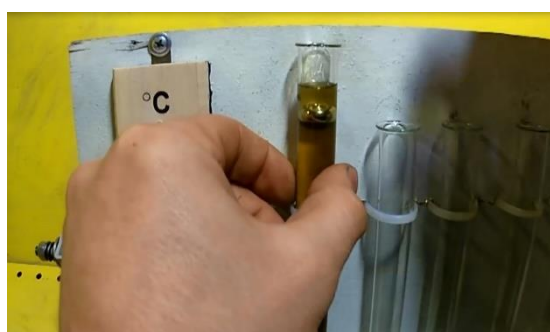


б

Рисунок 2 – Стенд для проведення експериментів – а. Розливання масла – б [26]



а



б

Рисунок 3 – Додавання кульки в пробірку [26]



а

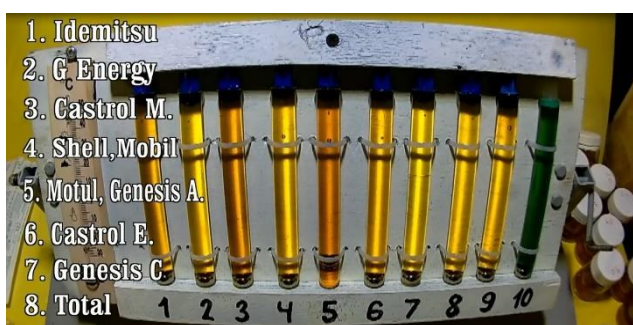


б

Рисунок 4 – Заливання масла – а. Герметизація пробірок – б [26]



а



б

Рисунок 5 – Закріплення колодки – а. Результати першого експерименту – б [26]

Результати першого експерименту (розподіл за місцями): 1- Idemitsu (zebro) SN OW-20; 2 - G-Energy; 3 - Castrol Magtec; 4 - Shell Helix Ultra; Mobil1; 5 - Motul; Genesis Armotech; 6 - Castrol Edge; 7 – Genesis Claritech; 8 - Total Quartz.

Далі стенд із пробірками виставили на мороз та витримали 2 години. Температура досягала мінус 22 °С (рис. 6, 7).



Рисунок 6 – Тримання 2 годин на морозі – а. Після перегортання стенду - б [26]



Рисунок 7 – Результати експерименту [26]

Різниця в порівнянні майже немає, що в теплі, що на холоді. Але Motul виявився більш стабільним і перескочив з 4 на 3 місце.

Визначення в'язкості масла за робочих температур 100 °С. В'язкість масла за робочих температур 100 °С параметр, що визначає працездатність у двигуні. Принцип дії приладу (реометра (рис. 8)) заснований на опорі обертання деталі в маслі з відомими геометричними параметрами. Старіння масла є великою проблемою. Масло старіє і втрачає свої властивості, що змазують, так що вузли починають працювати повільніше і підвищується знос. Мاستило втрачає масло внаслідок випарних процесів, воно висихає і твердне.



Рисунок 8 – Прилад реометр [27]

Для проведення експериментів необхідно застосовувати термостат (рис. 9), який підтримує значення температури в широкому діапазоні від мінус 40 до 200 °С. В'язкість моторних масел опосередковано вказує на товщину масляної плівки у різних парах тертя.



Рисунок 9 – Термостат [27]

Для проведення експерименту масло витримували при температурі 200 С певні проміжки часу (рис. 10). В справжніх двигунах під час експлуатації змінюються властивості масла, тому якщо проводити експерименти зі товарним маслом, то результати будуть не достовірні.



Рисунок 10 – Витримання масел за певний час [27]

	MOTUL ECOLITE	LUKOIL GENESIS CLARITECH	SHELL HELIX ULTRA	LUKOIL GENESIS ARMORTECH	TOTAL QUARTS	Газпром- нефть G-ENERGY	CASTROL EDGE	CASTROL MAGNATEC	MOBIL 1
В'язкість свіжого масла за 100 °С, мм ² /с	11.5	11.6	12.0	10.0	10.6	10.1	11.5	9.5	11.9
15 хв	0	+2.7	0	0	+2.3	0	+3.8	-4	+1.5
2 год.	-2,7	0	-6.2	-3.8	-3.5	-4.3	+3.8	+2.6	-6.3
4 год.	0	-3.8	-3.1	-5	-3.5	-6.8	0	-7.9	-9
6 год.	0	0	-2.0	-3.8	-2.4	-4.9	-4.3	-6.6	-13.2
Оцінка за 5 - бальною шкалою	5	5	4	4	4	3	2	2	1

Рисунок 11 – Результати експериментів [27]

На останньому місці виявився Mobil1 який показав саму значну зміну в'язкості. В'язкість масла Motul майже не змінилась під час проведення експериментів. За ним йде Lucoil Genesis Claritech. Третє – місце Shell Helix Ultra. Четверте – Genesis Claritech; П'яте місце – Total Quartz його в'язкість спочатку підвищилась, а потім почала падати (масло стало більш рідким). G-Energy на шостому місці, його в'язкість теж впала. Сьоме місце – Castrol Edge, а восьме – Castrol Magtec.

З властивостями масел, що застосовуються в транспортній галузі та енергомашинобудуванні можна ознайомитись в наступних джерелах [28-39].

Висновки. Наведено класифікацію та маркування масел (в т.ч для автомобілів). Показано приклад випробування моторних масел за показником - в'язкість при мінусовій температурі. Потрібно відзначити, що масло використовується для збільшення терміну служби і надійності механічного вузла тертя. Мастила потрібно вибирати відштовхуючись від умов, в яких вони будуть працювати, враховуючи їх стійкість до старіння. Таким чином, можна підвищити надійність і ефективність роботи змащуваних механізмів

Список літературних джерел

1. Класифікація пластичних мастил. Режим доступу: <http://forsage.rv.ua/lubricants.htm>
2. Класифікація пластичних мастил NLGI. Режим доступу: <http://uaz-upi.com/klasifikatsiya-plastichnikh-mastil-nlgi>.
3. Яке моторне мастило вибрати для вашого авто? Режим доступу: https://rikauto.com.ua/ua/news_full/1002.
4. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.
5. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84953347662&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4f73bdf9754dfdac7256947d377c3271&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%288918120300%29&relpos=1&citeCnt=1&searchTerm=>
6. Балицький О.І., М.Р. Гаврилюк, Колесніков В.О., Екологічно чиста змащувально-охолоджуюча рідина для механічної обробки сталі (Ecologically clean lubricant-cooling liquid for steel machining) 12-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 28-29 травня, 2015 року. - С. 80 – 81.
7. Alexander Balitskii, Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W, Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Obrobka skrawaniem – 9.- Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Edwarda Miko // IX Szkola Obrobki Skrawaniem, Sandomierz Kielce, 2015. – S. 168-176. Режим доступу: http://www.mechanik.media.pl/pliki/do_pobrania/artykuly/22/21_168_176.pdf.
8. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Mechanik. – 2015. – N 8-9.–S.722 (168-176).DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.424. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/efektywnosc-olejow-roslinnych-jako-cieczy-smarujaco-chlodzacych-w-obrobce-skrawaniem-stali-wirnikowych.html>.
9. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 - 73. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19815>. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>.
10. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів. Патент на

корисну модель № 106988 України, МПК (2016.01) С10М 173/00, С10М 133/06 (2006.01), С10М 129/56 (2006.01). Заявка № u 2015 12667; Заявлено 21.12.2015. Опубліковано 10.05.2016. Бюл. №9.- 4 с.

11. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/oddziaływanie-wodoru-na-kształtowanie-i-odprowadzenie-wiorow-w-obrobce-skrawaniem-stali-wysokostopowych-z-uzyciem-ekologicznych-cieczy-smarujaco-chlodzacych.html>

12. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Mechanik. – 2016. – N 10. – S. 1412-1413. <http://dx.doi.org/10.17814/mechanik.2016.10.387>. Режим доступу: <http://sci.ldubgd.edu.ua:8080/bitstream/handle/123456789/3064/Mechanika.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

13. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних металів // О. Балицький, М. Гаврилюк, В. Колесніков // Тез. доп. 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». 27-28 жовтня – Львів: КІПАТРИ ЛТД. – 2016. – С. 17-18. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331413198_Doslidzenna_vplivu_zmasuvально-oholodzuvalnih_ridin_na_obrobluvanist_visokomicnih_metaliv_O_Balickij_M_Gavrilyuk_V_Kolesnikov_Tez_dop_5-oi_Miznarodnoi_naukovo-tehnicnoi_konferencii_Teoria_ta_praktika_ra

14. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf>.

15. Балицький О.І., Колесніков В.О. Гаврилюк М.Р., Еліаш Я., Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання (Diagnostics of defects and fracture of hard-to-process alloys by the results of investigation of wear and cutting products) // 13-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 18-19 травня, 2017 року. С. 189 – 191. Режим доступу: http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/3559/148.%20Kolesnikov%20P.189_191.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

16. Еліаш Я. Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В., Балицька В. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій // Монографія “Проблеми хімотології та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів” / За заг. ред. С.Бойченка – Центр учбової літератури. Київ, 2017. – С. 418-422. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331558509_Elias_A_Balickij_OI_Gavrilyuk_MR_Kolesnikov_VO_Balicka_VO_Ekologicno-cisti_zmasuvально-oholodzuuci_ridini_na_bazi_roslinnih_olij_Monografia_VI_Miznarodnoi_naukovo-tehnicnoi_konferencii_Problemi_himnotol

17. Колесніков В.О. Концепція проведення діагностики технічних систем за аналізом продуктів зношування та різання // XXV відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН-2017. 27- 29 вересня 2017 р. С. 131 – 132. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331332036_Kolesnikov_V_O_Koncepcia_provedenna_diagnostiki_tehnicnih_sistem_za_analizom_produktiv_znosuvanna_ta_rizanna_Konferencia_molodih_naukovciv_i_specialistiv_Fiziko-mehanicnogo_institutu_im_G_V_Karpenka_N

18. Колесніков В.О. Підвищення корозійної тривкості деталей з важкооброблюваної сталі під час механічного оброблення точінням // Матеріали XIV Міжнародної конференції "Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "Корозія-2018". 5

- 6 червня 2018 р., м. Львів. - С. 328 – 331. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/333220918_MATERIALI_VII-oi_MIZNARODNOI_NAUKOVO-PRAKTICNOI_INTERNET-KONFERENCII_PROBLEMI_I_PERSPEKTIVI_ROZVITKU_AVTOMOBILNOGO_TRANSPORTU_8-10_kvitna_2019_MATERIALS_OF_VII-th_INTERNATIONAL_SCIENTIFIC_PRACTICAL_IN.

19. Балицький О.І., В. О. Колесніков, Гаврилюк М. Р. Вплив змащувальної охолоджувальної рідини на формування продуктів різання сталі 38ХНЗМФА // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2018. - № 5 – 103-107. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331877029_Fiziko-himicna_mehanika_materialiv-2018-No_5-Physicochemical_Mechanics_of_Materials_UDK_621.

20. Колесніков В.О. Дослідження механічної оброблюваності та пошкоджуваності Ni-Co сплавів // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРІ ЛТД. — 2018. — С. 44 – 46. Режим доступу: http://znc.com.ua/ukr/news/2016/201810_konf1.pdf.

21. Колесніков В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. // Материалы VII-й Международной научно - технической интернет-конференции "Проблемы и перспективы развития автомобильного транспорта", 8 - 10 апреля 2019, г. Винница. - С. 72 - 83. Режим доступа: <http://dSPACE.luguniv.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3790/1/175.%20Kolesnikov%20P.%2072%20-%2083.pdf>.

22. Балицький О., Колесніков В., Еліаш Я., Гаврилюк М. Вплив типу металевої матриці на механічну оброблюваність сталей та сплавів для енергетики // Матеріали.14-й Міжн. симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 6-8. Balitskii A., Kolesnikov V., Elias J., Havrylyuk M. Influence of metallic matrix types on the tooling of steels for power engineering // Proc. of the 14-th International Symposium of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv. - Lviv, Ukraine, 23-24 May 2019. - P. 6-8. Режим доступу: http://www.mi.sanu.ac.rs/novi_sajt/research/projects/Materialy_ISUMEL_14--%20PROCEEDINGS%20ISUMEL%202019.pdf.

23. Колесніков В.О. Дослідження механічної обробки аустенітної високоазотної сталі // Матеріали I міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2019”, 13 - 15 травня 2019 р., м. Вінниця. – С. 206 – 208. Режим доступу: <https://studylib.ru/doc/6237933/kolesn%D1%96kov-v.o.-dosl%D1%96dzhennya-mehan%D1%96chno%D1%97-obrobki-austen%D1%96tno.>

24. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. Materials Science. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7. Режим доступу: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85069729621&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4f73bdf9754dfdac7256947d377c3271&sot=outdocs&sdt=outdocs&sl=17&s=AU-ID%288918120300%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=#references>.

25. Маслоchart 1, поиск лучшего моторного масла, зольность, испаряемость. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=hGW3THAsf6o>

26. Маслоchart 2, лучшее моторное масло, вязкость, заморозка. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=JtnBVz4nf3Q>.

27. Лучшее моторное масло для зимы, заключительный тест по заморозке. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=1uJ58tM0cn0>.

28. Смазки и смазочные вещества. Энергетика. Режим доступа: <https://forca.ru/stati/energetika/smazki-i-smazochnye-veschestva.html>.

29. Смазочные материалы для энергетики. Режим доступа: <https://www.total.ua/ru/energetics>.

30. История компании Bardahl (Бардаль). Режим доступа: <http://www.bardahl-ua.com/istoriya-kompanii-bardahl>.

31. Белосельский Б.С. Технология топлива и энергетических масел: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МЭИ. – 2005. – 346 с.
32. Елесеєв В.Е., Наумов И. У. Способ регенерации отработанного моторного масла / Институт химии им. В.И. Никитина, 7.12.88. БИ №45.
33. Заскалько П.П., Загородный Н.Г., Донькин Е.И. Вторичное использование отработанных масел // Автомобильная промышленность. 1988. – №8. – С. 35 - 37.
34. Картавцева З.М., Калганов В. А., Прохорова Р. В. О методе оценки фунгицидной активности биоцидных присадок к СОЖ. // Микробиологический журнал. 1990. – т. 52, №1. – С. 99 - 105.
35. Картошкин А.П. Новая концепция сбора и переработки отработанных смазочных масел // Материалы научно-техн. семинара стран СНГ // СПГАУ. 1995. - С. 29 - 30.
36. F.J. Owuna, M.U. Dabai, M.A. Sokoto et al., Chemical modification of vegetable oils for the production of biolubricants using trimethylolpropane. // Egyptian Journal of Petroleum, 2019. – Vol. 28. – P. 1–8.
37. Structural Aspects of Surfactant Selection for the Design of Vegetable Oil Semi-Synthetic Metalworking Fluids/ Fu Zhao, Andres Clarens, Ashley Murphree, Kim Hayes and Steven J. Skerlos // Environmental Science & Technology. – 2006. – Vol. 40. – № 24. – P. 7930–7937.
38. Insight into the role of amines in Metal Working Fluids/ A. Lotierzo, V. Pifferi, S. Ardizzone, P. Pasqualin, G. Cappelletti // Corrosion Science. – 2016. – Vol. 110. – P. 192 – 199.
39. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Частина 2./ Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 500с. Режим доступу: http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Pal_mast_Mater_kn2.pdf

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

Шуліка Сергій Олександрович – студент, що навчається за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Транспорт» кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка"

Гаврилюк Марія Романівна – к.т.н., науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Житомирський державний технологічний університет
Технічний університет ім. Георгія Асакі, м. Ясси, Румунія
Університет Лінчопінга, Швеція
Департамент енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради**

МАТЕРІАЛИ

**VIII-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ”**

14-15 квітня 2020

MATERIALS

**OF VIII-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC PRACTICAL
INTERNET-CONFERENCE**

“PROBLEMS AND PROSPECTS OF AUTOMOBILE TRANSPORT”

ВНТУ, Вінниця, 2020

УДК 629.3

Відповідальні за випуск **В. В. Біліченко, В. А. Кашканов**

Рецензенти: **Поляков А. П.**, доктор технічних наук, професор
Анісімов В. Ф., доктор технічних наук, професор

Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 320 с.

Збірник містить Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції за такими основними напрямками: проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів; сучасні технології на автомобільному транспорті; транспортні системи, логістика, організація і безпека руху; сучасні технології організації та управління на транспорті; системотехніка і діагностика транспортних машин; стратегії, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту.

Роботи публікуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

УДК 629.3

ЗМІСТ (CONTENTS)

<u><i>Аргун Ш. В., Гнатов А. В., Гнатова Г. А.</i> Альтернативні джерела генерації електричної енергії для транспорту і його інфраструктури</u>	6
<u><i>Атаманюк Г. В., Горбачов П. Ф.</i> Аналіз умов застосування пішохідних переходів та визначення затримок учасників руху поза зоною впливу перехрестя</u>	8
<u><i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Кернус Р. О., Мосузенко Ю. А.</i> Підвищення ефективності доставки вантажів у міжнародному сполученні</u>	13
<u><i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Тирса Я. В., Кабак В. Д.</i> Оцінка ефективності функціонування міського пасажирського транспорту з урахуванням вибору маршруту пасажиром</u>	15
<u><i>Аулін В. В., Голуб Д. В., Біліченко В. В., Замуренко А. С.</i> Принципи самоорганізації автомобільних транспортних систем</u>	17
<u><i>Аулін В. В., Гриньків А. В., Головатий А. О.</i> Системна концепція аналізу автотранспортної техніки та зміни її технічного стану підчас експлуатації</u>	20
<u><i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М.</i> Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 1</u>	23
<u><i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М.</i> Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 2</u>	31
<u><i>Бережна Н. Г., Волкова Т. В., Кутья О. В.</i> Щодо обсягів перевезення пасажирів, тенденції їх зміни і прогнозування</u>	46
<u><i>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Антонюк В. Г.</i> Аналіз впливу конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива</u>	51
<u><i>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Бережнов Б. П.</i> Зміна характеристик оливи в процесі експлуатації дизельних двигунів та методи їх поліпшення</u>	54
<u><i>Біліченко В. В., Пелипенко В. Л.</i> Підвищення ефективності гальмівних систем автомобілів</u>	57
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Базиль А. Ю., Коваль Р. В.</i> Визначення якості пасажирських перевезень</u>	60
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В.</i> Методики визначення потреби в рухомому складі</u>	64
<u><i>Буренніков Ю. Ю.</i> Застосування системи електронного навчання e-learning в підвищенні кваліфікації працівників підприємств автомобільного сервісу</u>	68
<u><i>Бурлака С. А.</i> Робота двигуна Д-240 при використанні біопалива обробленого ультразвуком</u>	71
<u><i>Войтків С. В.</i> Аналіз компоновальних схем електромобілів малої вантажопідйомності</u>	75
<u><i>Войтків С. В.</i> Визначення параметрів мас електромобілів малої вантажопідйомності на стадії ескізного проектування</u>	84
<u><i>Войтків С. В.</i> Типи і класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності</u>	91
<u><i>Володарець Н. В.</i> Использование средств нейросетевого аппарата для информационной поддержки и управления условиями эксплуатации транспортных средств</u>	97
<u><i>Ву Д. М., Горбачёв П. Ф., Колий А. С., Свичинский С. В.</i> Подход к распределению городских транспортных потоков на основе параметров светофорных циклов</u>	98
<u><i>Галушак О. О., Галушак Д. О., Антонюк В. Г.</i> Аналіз способів усунення дисбалансу в одноциліндровому ДВЗ</u>	103
<u><i>Гальона І. І.</i> Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів</u>	106

<u>Горяинов А. Н. Возможности реализации стандартов образования транспортной и логистической направленности (образовательная программа, учебный план)</u>	108
<u>Грицук І. В., Погорлецький Д. С., Симоненко Р. В. Особливості формування системи теплової підготовки двохпаливних транспортних засобів, працюючих на рідкому нафтовому паливі і зрідженому нафтовому газі</u>	112
<u>Захарчук В. І., Захарчук О. В., Школярчук В. О. Покращення показників двигуна під час його роботи на альтернативному паливі</u>	116
<u>Зыбцев Ю. В. Изменение конфигурации кривой крутящего момента ДВС при разгоне автомобиля</u>	119
<u>Кашканов В. А., Сульжук А. А. Аналіз методів діагностування автомобільних генераторів</u>	121
<u>Коваленко Р. І. Аналіз шляхів підвищення прохідності сучасних пожежних автоцистерн</u>	126
<u>Колесников В. А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной и энергомашиностроительных отраслей. Часть 2</u>	131
<u>Колесніков В. О. Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі</u>	144
<u>Колесніков В. О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі</u>	158
<u>Колесніков В. О., Шуліка С. О., Гаврилюк М. Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування</u>	166
<u>Колесніков В. О., Шуліка С. О., Гаврилюк М. Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань</u>	179
<u>Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О. Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні</u>	190
<u>Кравченко О. П., Титаренко В. Є., Шумляківський В. П., Барабаш С. С. Оцінка безпечності автомобільної дороги міста за станом протиаварійних засобів</u>	204
<u>Кривошапов С. И. Оценка точности определения расхода топлива в процессе стендовых испытаний автомобилей на стенде с беговыми барабанами</u>	210
<u>Кузель В. П., Буда А. Г., Нікіфоров Н. С. Перспективи вдосконалення зовнішніх форм кузова легкового автомобіля</u>	213
<u>Кукурудзяк Ю. Ю., Манджула Р. А. Діагностування системи подачі бензину порівнянням електричного та віброакустичного сигналів</u>	216
<u>Лаврентьєва О. О., Великодний Д. О., Токовило А. Д. Методика використання середовища Flexsim у професійному навчанні студентів автотранспортного профілю</u>	218
<u>Лужанська Н. О., Лебідь І. Г., Яцечко С. Р. Розробка стратегії взаємовідносин вантажних митних комплексів з клієнтами</u>	220
<u>Лук'янченко О. Ю. Концептуальні підходи в проектах створення автомобілів оперативних служб</u>	222
<u>Макаров В. А., Макарова Т. В. Аспекти підходу до підготовки спеціаліста в галузі транспорту</u>	226
<u>Маренич А. С., Ефименко А. Н. Аналіз функціональних можливостей Matlab с расширением Simulink при исследовании движения автомобиля</u>	228
<u>Москаленко О. В., Кашканова А. А., Кашканов А. А. Аналіз чинників, що визначають технічний стан кузовів легкових автомобілів та впливають на безпеку руху</u>	231
<u>Мошноріз М. М., Постернак В. А. Інтелектуальна система пропуску автомобільного транспорту на територію підприємства</u>	237
<u>Музильов Д. О., Карнаух М. В. Останні тенденції при формуванні ланцюгів постачання для доставки сільськогосподарських вантажів</u>	240
<u>Назаров О. І., Шпінда Є. М. Підвищення ефективності гальмування легкових автомобілів, обладнаних АБС, що експлуатуються</u>	242

<u>Павленко В. М., Кужель В. П., Галак К. С., Шалавінська К. О. Огляд існуючих стандартів і методик випробування фрикційних пар гальм з метою дослідження стійкості руху автомобілів при гальмуванні</u>	245
<u>Павленко О. В., Анощенков В. Д. Формування критерію вибору раціонального варіанту доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я</u>	249
<u>Павленко О. В., Волкова Т. В., Конькова Ю. О. Підхід по визначенню ефективної системи управління транспортним підрозділом гірничодобувних та металургійних підприємств</u>	254
<u>Павленко О. В., Іванченко Д. Є. Результати експериментальних досліджень по вибору ефективного функціонування складської системи підприємства</u>	259
<u>Павленко О. В., Шарий С. В. Результати експериментальних досліджень по вибору ефективної схеми доставки збірних вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні</u>	263
<u>Подригало М. А., Подригало Н. М., Бобошко О. А., Коряк О. О. Вібростійкість моторно-трансмійних установок з двигунами внутрішнього згоряння</u>	268
<u>Поляков А. П., Мірний С. І. Вибір критеріїв оцінки ефективності застосування методу формування номенклатури та кількості запасних частин для проведення робіт з технічного обслуговування вантажних автомобілів</u>	272
<u>Поляков А. П., Мороз Л. В. Аналіз факторів, які впливають на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів</u>	274
<u>Сакно О. П., Колеснікова Т. М., Олло В. П., Медведєв Є. П. Моделювання зміни технічного стану автотранспортних засобів з урахуванням використання прогресивних технологій обслуговування</u>	276
<u>Сауляк Л. В. Аналіз проблем розвитку логістики на автотранспорті</u>	283
<u>Сахно В. П., Шарай С. М., Поляков В. М., Дехтяренко Д. О. Засади кластеризації в процесах управління діяльністю підприємств транспортної галузі</u>	284
<u>Свершюк А. В. Застосування інтерактивних технологій при викладанні дисциплін, пов'язаних з галуззю автомобільного транспорту</u>	286
<u>Смирнов Є. В., Огневий В. О. Кооперація як стратегія розвитку виробничо-технічної бази на автомобільному транспорті</u>	292
<u>Сосик А. Ю., Щербина А. В., Дударенко О. В., Галайда Ю. Є. Система автоматичного керування кутів встановлення керованих коліс</u>	294
<u>Спірін А. В., Борисюк Д. В., Красовський С. В. Модель коливань коліс автомобіля ..</u>	297
<u>Терещенко О. П., Поляков А. П. Логістичні принципи постачання сировини та продукції</u>	300
<u>Худяков І. В., Грицук І. В., Матейчик В. П., Симоненко Р. В., Погорлецький Д. С., Черненко В. В., Манжелей В. С. Дистанційна ідентифікація режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів</u>	303
<u>Цимбал С. В., Копитко М. С. Оцінка та розробка заходів по вирішенню проблеми експлуатації електромобілів в Україні</u>	309
<u>Цимбал С. В., Копитко М. С. Розробка заходів для забезпечення безперервної їзди по міській вулиці</u>	312
<u>Цимбал С. В., Окаевич О. М. Методи визначення конкурентоспроможності автосервісних підприємств</u>	315
<u>Цись О. О., Кучма О. І., Хлівний О. О. Аналіз можливостей застосування САД-системи Компас-3D у процесі підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю</u>	319

191. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилук М.Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції

“Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту” (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference *“Problems and prospects of automobile transport”*). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 179 – 189.
Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf>.

https://kolesnikov.ucoz.com/load/kolesnikov_v_o_shulika_s_o_gavriljuk_m_r_mastilni_materiali_dlja_transportnoji_galuzi_ta_energomashinobuduvannja_chastina_2_prikladi_viprob/1-1-0-218

https://researchworker.ucoz.ru/load/publikacii/kolesnikov_v_o_shulika_s_o_gavriljuk_m_r_mastilni_materiali_dlja_transportnoji_galuzi_ta_energomashinobuduvannja_chastina_2_prikladi_viprob/3-1-0-334

https://www.researchgate.net/publication/342988426_Kolesnikov_VO_Sulika_SO_Gavriluk_MR_Mastilni_materiali_dla_transportnoi_galuzi_ta_energomasinobuduvanna_Castina_2_Prikladi_viprobuvan_Materiali_VIII-oi_miznarodnoi_naukovo-practicnoi_internet-konferen