Національний науковий центр
«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

ISSN print 0131-2189 ISSN on-line 2707-0751
DOI: https://doi.org/10.37204/0131-2189

Механізація та електрифікація сільського господарства

Загальнодержавний збірник

Випуск № 10 (109)

Глеваха – 2019

ББК 40.7
УДК 631.171
М 55

Збірник, починаючи з 44-го випуску, 1979 року зареєстровано в Міжнародному центрі періодичних видань (ISSN International Centre. Paris. France), а з 2019 року він має власну електронну версію, яка розміщується на офіційному веб-сайті: https://journal.imesg.gov.ua/. Видання реферується та індексується в міжнародних наукометричних базах, системах і репозитаріях: CrossRef (США), Goodle Scholar (США), ResearchBib (Канада).

Засновник видання – Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства».

Періодичність видання – два випуски на рік.

Тематична спрямованість видання – висвітлення проблем механізації, електрифікації й автоматизації сільськогосподарського виробництва; узагальнення як вітчизняного, так і зарубіжного досвіду розвитку аграрної інженерної науки.

Періодичне видання включено до Переліку наукових фахових видань України (наказ МОН України від 07.10.2015 р. № 1021).

Випуск друкується згідно з рішенням вченої ради ННЦ «ІМЕСГ» (протокол № 18 від 10 грудня 2019 року).

Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського прийняла на репозитарне зберігання та представлення на інформаційному порталі в розділі «Наукова періодика України». URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua. Видання індексується Google Scholar.

Свідоцтво про державну реєстрацію
Серія КВ № 21384-11184 ПР від 17.06.2015 р.

Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). 192 с.

Національний науковий центр
«Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства», 2019 р.

BBC 40.7
UDC 631.171
M 55

Compilation starting from 44th release in 1979 registered at the International Centre periodical publications (ISSN International Centre. Paris, France) and since 2019 it has its own electronic version, which is available on the official website: https://journal.imesg.gov.ua/. The publication is referenced and indexed in international science databases, systems and repositories: CrossRef (USA), Goodle Scholar (USA), ResearchBib (Canada).

Founder of edition – National scientific centre "Institute for Agricultural Engineering and Electrification".

Periodicity issue – two issues of per year.

Thematic orientation Edition – covering of the problems mechanization, electrification and automation of agricultural production; generalization of both domestic and foreign experience of agricultural engineering.

Periodical included in the of the List scientific professional editions of Ukraine (Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 07.10.2015 No. 1021).

Edition printed accordance with decision of the Academic Council of the NSC "IAEE" (protocol No. 18 of December 10, 2019).

National Library of Ukraine V. I. Vernadsky adopted at repositories storing and presentation at the portal of the "Scientific Periodicals Ukraine" URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua. The publication is indexed by Google Scholar.

Certificate of state registration
Series KV № 21384-11184 PR from 17.06.2015.

Mechanization and electrification of agriculture : nationwide collection / NSC "IAEE". Glevakha, 2019. Issue 10 (109). 192 p.

© National Scientific Center
"Institute of Agricultural Enqineering
and Electrification", 2019.

Національна редакційна колегія

Головний редактор – д.т.н., проф., академік НААН В. В. Адамчук (смт Глеваха)
Заступник головного редактора – к.т.н. М. І. Грицишин (смт Глеваха)
Відповідальний секретар – провідний інженер Н. М. Коньок (смт Глеваха)

Члени редакційної колегії:

к.т.н. А. М. Борис (смт Глеваха)
д.т.н. В. В. Братішко (смт Глеваха)
д.т.н., проф., академік НААН В. М. Булгаков (м. Київ)
к.т.н. М. О. Василенко (смт Глеваха)
д.т.н. Ю. Г. Вожик (смт Глеваха)
к.т.н. Ю. В. Герасимчук (смт Глеваха)
д.т.н., проф. Г. А. Голуб (м. Київ)
к.т.н. В. І. Днесь (смт Глеваха)
пров. бібліограф Т. С. Жук (смт Глеваха)
д.т.н., проф. В. В. Козирський (м. Київ)
к.е.н. В. І. Крутякова (смт Хлібодарське Одеської обл.)
к.т.н. Р. Б. Кудринецький (смт Глеваха)
к.т.н. В. Ф. Кузьменко (смт Глеваха)
д.т.н., проф. В. Г. Мироненко (смт Глеваха)
д.т.н., проф., чл.-кор. НААН В. Т. Надикто (м. Мелітополь)
к.т.н. В. А. Насонов (смт Глеваха)
к.т.н. С. П. Погорілий (смт Глеваха)
к.т.н В. В. Ратушний (смт Глеваха)
к.п.н. В. І. Рябець (м. Тараща)
к.т.н. І. Ф. Савченко (смт Глеваха)
заввідділу Н. В. Сергєєва (смт Глеваха)
к.т.н. С. П. Степаненко (смт Глеваха)
к.т.н. В. В. Ткач (смт Глеваха)
к.т.н. В. М. Третяк (смт Глеваха)
д.т.н., проф. А. І. Фененко (смт Глеваха)

Зарубіжні члени редакційної колегії:

д.т.н., проф., академік АСГН Республіки Казахстан В. А. Астаф'єв (м. Костанай)
д.т.н., проф. Б. Г. Борисов (м. Русе, Болгарія)
к.т.н., доц. Р. Готеборські (м. Прага, Чехія)
к.т.н., доц.. М. Коренко (м. Нітра, Словаччина)
д.т.н., проф. Є. Красовськи (м. Люблін, Польща)
д.т.н., проф. В. Крочко (м. Нітра, Словаччина)
д.т.н., проф. А. К. Леола (м. Тарту, Естонія)
д.т.н., проф. Я. В. Новак (м. Люблін, Польща)
д.т.н. проф. С. Івановс (смт Улборка, Латвія)
к.т.н., доц. Д. Степонавічюс (м. Каунас, Литва)
д.т.н., проф. Й. Хорабик (м. Люблін, Польща)
д.т.н., проф., чл.-кор. НАН Білорусії В. О. Шаршунов (м. Могильов, Білорусь)
д.т.н., проф. Л. П. Шульц (м. Бонн, Німеччина)

Адреса редколегії:

11, вул. Вокзальна, смт Глеваха, Васильківський район, Київська область, 08631, Україна
Тел.: (04571) 3-11-01 – головний редактор В. В. Адамчук
Тел.: (04571) 3-26-88 – відповідальний секретар Н. М. Коньок
E-mail: zbir.imesg@gmail.com
Сайт: www.imesg.gov.ua

National Editorial Board

Editor-in-Chief – Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAAS V. V. Adamchuk (town-type settlement Glevakha)
Deputy Chief Editor – Candidate of Technical Sciences M. I. Gritsyshyn (town-type settlement Glevakha)
Responsible secretary – leading engineer N. M. Konyok (town-type settlement Glevakha)

Editorial Board Members:

Candidate of Technical Sciences A. M. Boris (town-type settlement Glevakha)
Doctor of Technical Sciences V. V. Bratishko (town-type settlement Glevakha)
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAAS V. M. Bulgakov (town Kyiv)
Candidate of Technical Sciences M. O. Vasilenko (town-type settlement Glevakha)
Doctor of Technical Sciences Yu. G. Vozhik (town-type settlement Glevakha)
Candidate of Technical Sciences Yu. V. Gerasymchuk (town-type settlement Glevakha)
Doctor of Technical Sciences, Professor G. Golub (town Kyiv)
Candidate of Technical Sciences V. I. Dnes (town-type settlement Glevakha)
Leading bibliographer T. S. Zhuk (town-type settlement Glevakha)
Doctor of Technical Sciences, Professor V. Kozyrskyy (town Kyiv)
Candidate of Economic Sciences V. I. Krutyakova (town-type settlement Khlybodarskoe of Odessa region)
Candidate of Technical Sciences R. B. Kudrynetskyy (town-type settlement Glevakha)
Candidate of Technical Sciences V. F. Kuzmenko (town-type settlement Glevakha)
Doctor of Technical Sciences, Professor V. G. Myronenko (town-type settlement Glevakha)
Doctor of Technical Sciences, Professor, Corr. of NAAS V. Nadykto (town Melitopol)
Candidate of Technical Sciences V. A. Nasonov (town-type settlement Glevakha)
Candidate of Technical Sciences S. P. Pohorilyy (town-type settlement Glevakha)
Candidate of Technical Sciences V. V. Ratushny (town-type settlement Glevakha)
Candidate of Pedagog. Sciences V. Ryabets (town Tarashcha)
Candidate of Technical Sciences I. Savchenko (town-type settlement Glevakha)
Head of Department N. V. Sergeeva (town-type settlement Glevakha)
Candidate of Technical Sciences S. P. Stepanenko (town-type settlement Glevakha)
Candidate of Technical Sciences V. V. Tkach (town-type settlement Glevakha)
Candidate of Technical Sciences V. M. Tretyak (town-type settlement Glevakha)
Doctor of Technical Sciences, Professor A. Fenenko (town-type settlement Glevakha)

Foreign members of the Editorial Board:

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of ASHN Republic of Kazakhstan V. Astafyev (town Kostanai)
Doctor of Technical Sciences, Professor B. Borisov (town Ruse, Bulgaria)
Candidate of Technical Sciences, Docent R. Hotyborsky (town Prague, Czech Republic)
Candidate of Technical Sciences, Docent M. Korenko (town Nitra, Slovak Republic)
Doctor of Technical Sciences, Professor E. Krasovskii (town Lublin, Poland)
Doctor of Technical Sciences, Professor V. Krochko (town Nitra, Slovak Republic)
Doctor of Technical Sciences, Professor A. Leola (town Tartu, Estonia)
Doctor of Technical Sciences, Professor J. Novak (town Lublin, Poland)
Doctor of Technical Sciences, Professor S. Ivanovs (town-type settlement Ulbroka, Latvia)
Candidate of Technical Sciences, Docent D. Steponavichyus (town Kaunas, Lithuania)
Doctor of Technical Sciences, Professor J. Horabyk (town Lublin, Poland)
Doctor of Technical Sciences, Professor, Corr. National Academy of Sciences Belarus V. Sharshunov (town Mogilev, Republic of Belarus)
Doctor of Technical Sciences, Professor L. P. Schulze (town Bonn, Germany)

Address of Editorial Board:

11, Vokzalna Street, Glevakha-1, Vasylkiv District, Kyiv Region, 08631 UKRAINE
Tel.: (04571) 03-11-01 – Editor-in-Chief V. V. Adamchuk
Tel.: (04571) 3-26-88 – Responsible secretary N. M. Konyok
E-mail: zbir.imesg@gmail.com
Website: www.imesg.gov.ua

ЗМІСТ

Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для рослинництва

1. Адамчук В. В., Булгаков В. М., Головач І. В., Ружило З. В.
Теоретичні дослідження коливань очисних робочих органів спірального сепаратора картоплі 10

2. Вожик Ю. Г.
Шляхи підвищення родючості ґрунтів 24

3. Горобей В. П.
Теоретичні дослідження розсіву насіння лаповим сошником із роликом-розсіювачем 33

4. Панасюк В. І.
Дослідження закономірності осідання краплин рідини під час обприскування польових культур 42

5. Маранда С. О.
Теоретичні дослідження процесу розподілу біоматеріалу на поверхні поля 48

6. Котов Б. І., Степаненко С. П.
Аналіз впливу нерівномірності швидкості повітряного потоку на траєкторії руху зернових частинок у пневмоінерційному сепараторі 57

7. Швидя В. О.
Теоретичне обґрунтування використання контактного нагріву для сушіння насіння у вакуумі 66

8. Степаненко С. П.
Аналітичні дослідження технологічних параметрів криволінійного каналу пневмосепаратора 75

9. Крупич О. М., Банга В. І., Веремейчик Н. В., Крупич С. О.
Дослідження прискорень струшування гілок та відриву плодів волоського горіха 84

Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для тваринництва

10. Мілько Д. О., Журавель Д. П., Педченко Г. П., Кузьменко В. Ф.
Методика складання раціону великої рогатої худоби на основі поживної цінності кормових компонентів 91

11. Болтянська Н. І., Болтянський О. В.
Обґрунтування вибору системи опалення свинарників 97

12. Болтянська Н. І.
Шляхи вдосконалення конструкцій шестеренних прес-грануляторів 104

13. Григоренко С. М., Мілько Д. О.
Методика експериментальних досліджень процесу сушіння пташиного посліду в барабанній сушарці 111

Енергетика, енергетичні засоби, відновлювані джерела енергії, електротехнології та автоматизація виробничих процесів

14. Погорілий С. П.
Результати експериментальних досліджень сили опору коченню МЕЗ-330 «Автотрактор» ... 118

15. Журавель Д. П., Мілько Д. О., Бондар А. М.
Використання біологічної оливи для сільськогосподарської техніки ... 125

16. Скляр О.Г., Скляр Р. В.
Аналіз роботи біогазових установок ... 132

17. Скляр О. Г., Скляр Р. В.
Аналіз роботи насосів, що використовуються в біогазових установках ... 139

18. Witold Jan Wardal
Prawne i praktyczne aspekty wytwarzania i uzdatniania biogazu rolniczego ... 146

Створення, технічне обслуговування, ремонт і надійність машин

19. Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Калінін О. Є., Кононогов Ю. А.
Дослідження зносостійкості лемешів плугів, зміцнених електроконтактним обробленням і точковим наплавленням ... 154

20. Болтянська Н. І., Комар А. С.
Кількісні показники економічного аналізу надійності прес-гранулятора з нерухомою матрицею ... 160

Інженерія машинних систем та управління проектами, адаптація аграрного виробництва до глобальних змін клімату

21. Мироненко В. Г., Тютюнник Н. В.
Система інформаційного забезпечення визначення раціонального терміну початку збирання врожаю зернових колосових культур ... 166

22. Крутякова В. І.
Концепція стратегії розвитку виробництва біологічних засобів захисту рослин ... 170

23. Вітрух П. І.
Моделювання продуктивності для оцінки проектних параметрів транспортно-технологічних машин ... 177

Ювілеї ... 183
Пам’яті вченого ... 187

DOI: https://doi.org/10.37204/0131-2189-2019-10-15
УДК 631.3–192:662.63

Використання біологічної оливи для сільськогосподарської техніки

Журавель Д. П.,
д.т.н., доц., академік МААО, Таврійський державний агротехнологічній університет імені Дмитра Моторного; ORCID iD 0000-0002-6100-895X
Мілько Д. О.,
д.т.н., доц., Таврійський державний агротехнологічній університет імені Дмитра Моторного,
e-mail: milkodmitry@gmail.com;
ORCID iD 0000-0002-7887-4715
Бондар А. М.,
к.т.н., Таврійський державний агротехнологічній університет імені Дмитра Моторного;
ORCID iD 0000-0002-4761-9084

Анотація

Мета. Покращення триботехнічних властивостей біологічної оливи для забезпечення надійної роботи вузлів і агрегатів функціональних систем мобільної сільськогосподарської техніки.

Методи. Використано методи оцінки триботехнічних властивостей змащувальних матеріалів біологічного походження.

Результати. Розглянуто методологію покращення триботехнічних властивостей оливи біологічного походження для мобільної сільськогосподарської техніки.

У результаті проведених досліджень встановлено, що кращу стійкість до зношування мають матеріали, які працюють у середовищі біологічних змащувальних матеріалів, крім того, знос у середовищі біологічних олій практично не залежить від навантаження трибосистеми. Однак біологічна олива схильна до негативних процесів, які призводять до полімеризації й окислення. Для покращення триботехнічних властивостей біологічної оливи необхідно вводити в неї спеціальні добавки і присадки, які дозволять нівелювати вказані процеси.

Висновки

1. Встановлено, що використання сумішевої оливи є перспективним. Широке застосування рослинної оливи у виробництві змащувальних матеріалів дозволить вирішити деякі складні екологічні проблеми.

2. Хіммотологічні й триботехнічні властивості біологічної оливи кращі, ніж у мінеральної, але вона поступається за стійкістю до окислення, тому для покращення основних показників доцільно вводити до її складу необхідні багатофункціональні добавки і присадки. Однак добавки до біологічної оливи мають структурні складові різного походження, вони несистематизовані й не мають наукового обґрунтування для забезпечення зносостійкості поверхневих шарів пар тертя вузлів і агрегатів мобільної техніки.

3. У результаті проведених досліджень встановлено, що знос зразків для пари тертя «золотник – корпус гідророзподільника» зменшився в середовищах: ріпакової оливи на 62,5%, а з 1,0% добавкою МКФ-18 на 75%; соняшникової оливи на 62,5%, а з 1,0% добавкою МКФ-18 на 80%.

Ключові слова: сільськогосподарська техніка, надійність функціональних систем, триботехнічні властивості, металоплакувальні добавки, біологічні рідини, змащувальні матеріали, вузли й агрегати.

DOI: https://doi.org/10.37204/0131-2189-2019-10-15
UDC 631.3–192: 662.63

Use of biological oils for agricultural machinery

Zhuravel D. P.,
Doctor of Technical Sciences, Assoc., Academician of MAAO, Dmitry Motornyi Tavrida State Agrotechnological University;
ORCID iD 0000-0002-6100-895X
Milko D. O.,
Doctor of Technical Sciences, Assoc., Dmitry Motornyi Tavrida State Agrotechnological University,
e-mail: milkodmitry@gmail.com;
ORCID iD 0000-0002-7887-4715

Bondar A. M.,
Candidate of Technical Sciences, Dmitry Motornyi Tavrida State Agrotechnological University;
ORCID iD 0000-0002-4761-9084

Annotation

Purpose. Improvement of tribotechnical properties of organic oil to ensure the reliable operation of nodes and units of functional systems of mobile agricultural machinery.

Methods. The methods of estimation of tribotechnical properties of lubricants of biological origin were used.

Results. The methodology of improvement of tribotechnical properties of biological oil for mobile agricultural machinery is considered.

As a result of the conducted researches it is established that materials that work in the environment of biological lubricants have the best resistance to wear, in addition, the wear in the environment of biological oils is practically independent of the tribosystem load. However, organic oil is prone to negative processes that lead to polymerization and oxidation. To improve the tribotechnical properties of organic oil, it is necessary to introduce special additives and additives in it, which will allow to level these processes.

Conclusions.

1. It is established that the use of blended oil is promising. The widespread use of vegetable oil in the production of lubricants will solve some of the complex environmental problems.

2. The chemical and tribotechnical properties of organic oil are better than those of mineral oils, but they are inferior to the resistance to oxidation, so it is advisable to introduce multifunctional additives and additives to improve its basic characteristics. However, additives to organic oils have structural components of different origin, they are unsystematized and have no scientific justification to ensure the wear resistance of the surface layers of friction pairs of nodes and aggregates of mobile machinery.

3. As a result of the researches it was established that the wear of the samples for friction steam "spool – the valve body" decreased in the environments: rapeseed oil by 62.5%, and with 1.0% by the addition of ICF-18 by 75%; of sunflower oil by 62.5%, and with 1.0% by the addition of MKF-18 by 80%.

Keywords: agricultural technology, the reliability of functional systems, tribotechnical properties, metalplating additives, biological fluids, lubricants, units and aggregates.

DOI: https://doi.org/10.37204/0131-2189-2019-10-15
УДК 631.3-192: 662.63

Использование биологических масел для сельскохозяйственной техники

Журавль Д. П.,
д.т.н., проф., академик МААО, Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного;
ORCID iD 0000-0002-6100-895X
Милько Д. А.,
д.т.н., проф., Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, e-mail: milkodmitry@gmail.com;
ORCID iD 0000-0002-7887-4715
Бондарь А. М.,
к.т.н., Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного; ORCID iD 0000-0002-4761-9084

Аннотация

Цель. Улучшение триботехнических свойств биологических масел для обеспечения надежной работы узлов и агрегатов функциональных систем мобильной сельскохозяйственной техники.

Методы. Использованы методы оценки триботехнических свойств смазочных материалов биологического происхождения.

Результаты. Рассмотрена методология улучшения триботехнических свойств масла биологического происхождения для мобильной сельскохозяйственной техники.

В результате проведенных исследований установлено, что лучшую износостойкость имеют материалы, которые работают в среде биологических смазочных материалов, кроме того, износ в среде биологических масел практически не зависит от нагрузки трибосистемы. Однако

биологические масла подвержены негативным процессам, которые приводят к полимеризации и окислению. Для улучшения триботехнических свойств биологических масел необходимо вводить в них специальные добавки и присадки, которые позволят нивелировать указанные процессы.

Выводы

1. Установлено, что использование смеси масел является перспективным. Широкое применение растительных масел в производстве смазочных материалов позволит решить некоторые сложные экологические проблемы.

2. Химмотологические и триботехнические свойства биологических масел лучше, чем у минеральных, но они уступают по стойкости к окислению, поэтому для улучшения основных показателей целесообразно вводить в их состав необходимые функциональные добавки и присадки. Однако добавки к биологическим маслам имеют структурные составляющие различного происхождения, они несистематизированы и не имеют научного обоснования для обеспечения износостойкости поверхностных слоев пар трения узлов и агрегатов мобильной техники.

3. В результате проведенных исследований установлено, что износ образцов для пары трения «золотник – корпус гидрораспределителя» уменьшился в средах: рапсового масла на 62,5%, а с 1,0% добавкой МКФ-18 на 75%; подсолнечного масла на 62,5%, а с 1,0% добавкой МКФ-18 на 80%.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, надежность функциональных систем, триботехнические свойства, металлоплакирующие добавки, биологические жидкости, смазочные материалы, узлы и агрегаты.

Постановка проблеми. Проблемам освоювання альтернативних відновлювальних джерел енергії вже давно приділяють увагу всі високорозвинуті держави світу. Така необхідність диктується як вичерпанням невідновлювальних енергетичних ресурсів, так і великою кількістю екологічних проблем, які виникають насамперед унаслідок використання традиційних енергетичних джерел. У разі збереження нинішніх темпів видобутку та використання корисних копалин, їх вистачить на 30–40 років. Довгостроковий прогноз припускає, що з безперервним ростом вживання корисних копалин (газ, вугілля, нафта) росте концентрація токсичних елементів в атмосфері [1, 2, 4–6].

Більшість розвинутих держав світу нині активно шукають шляхи для одержання і використання біопалива з біологічної сировини. Наприклад, Європейський Союз планує до 2030 року забезпечити чверть своїх потреб у пальному для транспорту за рахунок біологічних видів палива [2, 4, 6]. Підвищення надійності використання сільськогосподарської техніки (СГТ) із застосуванням альтернативних видів пально-мастильних матеріалів (ПММ) рослинного походження є важливою народногосподарською проблемою [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині в Україні однією з основних проблем є підвищення надійності мобільної сільськогосподарської техніки з використанням ПММ біологічного походження [1, 2, 4–6]. У своїх роботах вчені в цій галузі запропонували важливі аспекти підвищення надійності під час експлуатації вузлів та агрегатів сільськогосподарської техніки, що працюють у середовищі змащувальних матеріалів [3, 5, 7].

Що ж стосується використання змащувальних матеріалів біологічного походження під час експлуатації вузлів та агрегатів сільськогосподарської техніки, то аналіз процесів, що при цьому відбуваються, вивчений недостатньою мірою [1, 2, 4–6, 8–10].

Рослинна олива, за своїм хімічним складом, являє собою тригліцериди. Жирні кислоти, що входять до складу рослинних олій, діють як поверхнево-активні речовини (ПАР), їхні складні ефіри утворюють мастильну плівку на поверхні тертя, а жирні спирти виступають як своєрідні розчинники [2].

Аналізуючи дослідження, які присвячені даній проблемі, встановлено, що використання пально-мастильних матеріалів пов’язане не тільки з точки зору експлуатаційних властивостей, а й хіммотологічних і триботехнічних.

Застосування їх як ПММ для СГТ дасть змогу підвищити довговічність вузлів і агрегатів функціональних систем зі зниженням агресивності, схильності до полімеризації і задоволенням інших експлуатаційних вимог [1, 2, 4–6].

Мета досліджень. Покращення триботехнічних властивостей біологічної оливи для забезпечення надійної роботи вузлів і агрегатів функціональних систем мобільної сільськогосподарської техніки.

Методи досліджень. Використано методи оцінки триботехнічних властивостей змащувальних матеріалів біологічного походження.

Результати досліджень. Для покращення триботехнічних властивостей оливи з метою забезпечення надійної роботи вузлів і механізмів у неї вводять спеціальні речовини [8–10]. Органічні оливорозчинні продукти (понад 100 з'єднань) називають присадками, а тверді нерозчинні речовини неорганічного походження – антифрикційними добавками.

Температура поверхонь тертя є одним із важливих факторів, що впливають на коефіцієнт тертя та їхні фізико-механічні властивості трибосистеми. Водночас встановлюється взаємозв'язок між температурою і коефіцієнтом тертя. Температура поверхонь тертя має також суттєвий вплив. Зміну температури поверхонь тертя оцінювали за температурою різних робочих рідин за допомогою інфрачервоного пірометра моделі «Салют С-210» із межами вимірювання 20–600 °С. У перший період відбувається активна взаємодія мікронерівностей поверхонь тертя, що призводить до росту температури. Зміна температури мінеральної оливи М-10$В_2$ проходить поступово і стабілізації процесу за час випробовування не відбувається.

Біологічна олива в чистому виді в процесі роботи, тобто зі зміною силових, швидкісних і температурних режимів, нестабільна. Тому для покращення триботехнічних властивостей біологічної оливи необхідно провести легування її металоплакувальними добавками [6–10]. Триботехнічні дослідження оптимального складу металоплакувальної добавки до рослинної оливи проводили на чотирикульковій машині тертя МАСТ-1 (рис. 1) за типовою методикою.

Рис. 1. Загальний вид машини тертя МАСТ-1
Fig. 1. General view of friction machine MAST-1

Частота обертання верхньої кулі – 1440 $хв^{-1}$, тривалість кожного випробування – 10 с. Кулі виготовлені зі сталі ШХ 9, твердістю 60–62 HRC. Температура оливи – 292–294 °К. Оціночними показниками протизносних властивостей оливи служили величини діаметрів плям зношування $d_{зн.ср}$, які були заміряні після закінчення випробувань. Наприкінці кожного експерименту вимірювали силу тертя, що виникає в зоні контакту куль (за допомогою тензометричного динамометра, закріпленого з нижньою чашкою машини тертя), підсилювача ТА-5 і стрілочного мікроамперметра М-266М. Силу тертя перераховували у величину коефіцієнта тертя f, що служив оцінним показником антифрикційних властивостей оливи [8–10].

На рисунку 2 наведена залежність коефіцієнта тертя від концентрації багатофункціональної добавки МКФ-18 у рослинній оливі.

Із залежності видно, що стабілізація значень коефіцієнта тертя відбувається при концентрації добавки МКФ-18 для рослинної ріпакової оливи в межах 0,8–1,0%. Отже, для забезпечення металоплакувального ефекту необхідно вводити в рослинну оливу 0,8–1,0% багатофункціональної добавки типу МКФ-18.

Дослідження показали, що із введенням металоплакувальної 1,0% добавки МКФ-18 на поверхнях тертя утворюється металічна плівка міді, яка має високу теплопровідність і забезпечує відвід теплоти від поверхонь тертя, а відповідно і зниження температури. У разі використання в якості змащувального середовища біологічних рідин на основі ріпакової та соняшникової оливи відбувається більш плавне підвищення температури і швидкий перехід до постійного температурного режиму: для ріпакової оливи – 30–31 °С; для соняшникової оливи – 34–35 °С. Пов'язано це з тим, що в основу біологічної оливи входять різного роду карбонові кислоти, які взаємодіють із поверхнею металу, утворюючи при цьому сервовитну плівку, яка призводить до зниження температури.

Для покращення антифрикційних властивостей рослинної оливи (РО) в умовах граничного тертя були проведені дослідження з кількості антифрикційної присадки типу SMT 2514 у ріпаковій оливі до стабілізації коефіцієнта тертя (рис. 3).

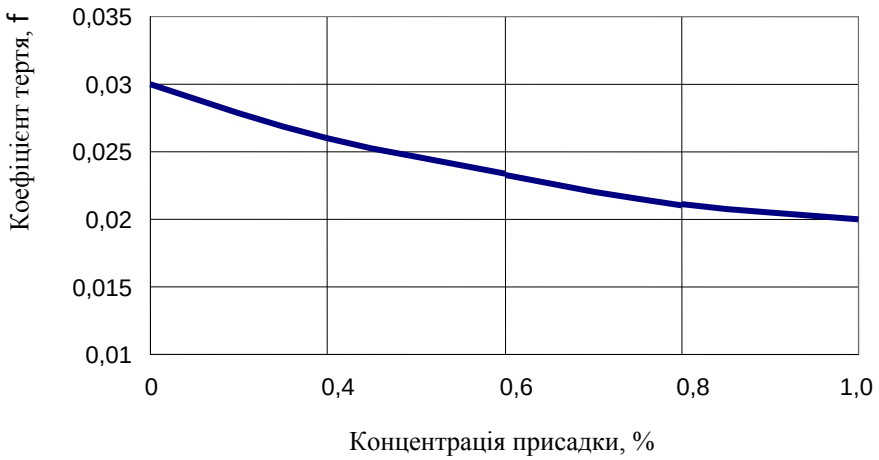

Рис. 2. Залежність коефіцієнта тертя від концентрації багатофункціональної добавки МКФ-18 у рослинній оливі
Fig. 2. The dependence of the coefficient of friction on the concentration of multifunctional additive MKF-18 in vegetable oil

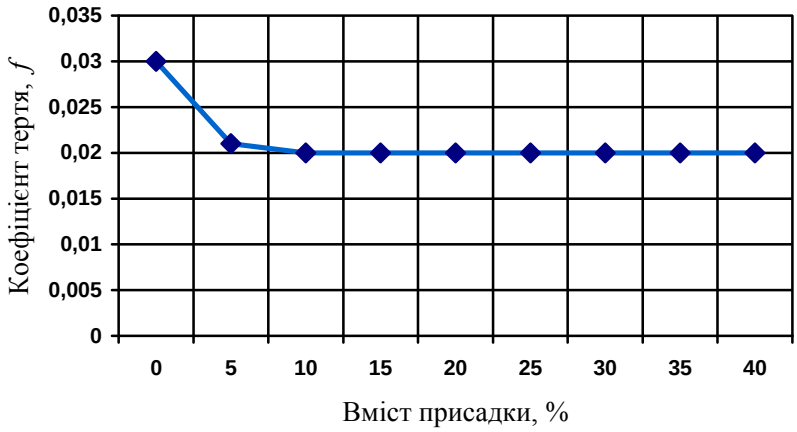

Рис. 3. Вплив кількості присадки типу SMT 2514 на коефіцієнти тертя в середовищі ріпакової оливи
Fig. 3. Influence of SMT 2514 additive quantity on friction coefficients in rapeseed oil

Нами було встановлено, що для покращення антифрикційних властивостей рослинної оливи в умовах граничного тертя необхідно вводити 6–8% антифрикційної присадки типу SMT 2514.

Для забезпечення довговічності вузлів і агрегатів функціональних систем необхідно також вводити в біооливу цілий ряд інших присадок, для чого необхідне спеціальне обладнання. Крім того, не всі присадки сумісні між собою, що може призвести в одному випадку до ефекту синергії – синергізму, а іншому до ефекту антагонізму. Виходячи з літературних джерел, відомо, що мінеральна і біологічна олива добре змішуються. Тому нами були проведені триботехнічні дослідження на машині МАСТ-1 із встановлення відсоткового співвідношення біологічної РО і мінеральної М-10$В_2$. Залежність коефіцієнта тертя від концентрації ріпакової оливи в мінеральній нафтовій М-10$В_2$ наведена на рисунку 4.

Встановлено, що найбільш оптимальним співвідношенням є: 40–45% ріпакової оливи і 55–60% мінеральної нафтової М-10$В_2$.

Експериментальні дослідження елементів гідросистем проводили на спеціально розробленій нами установці (рис. 5).

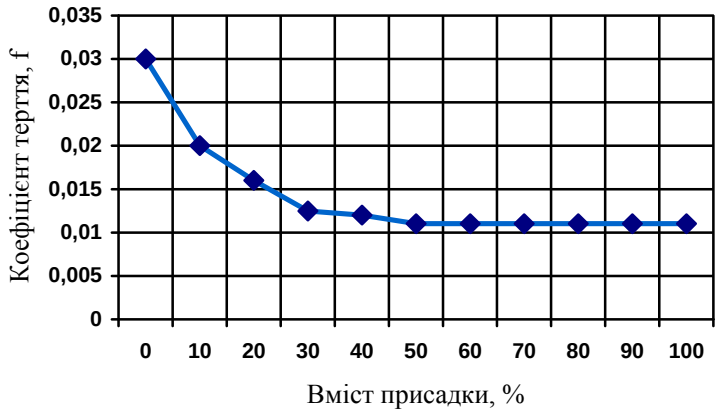

Рис. 4. Залежність коефіцієнта тертя від концентрації ріпакової оливи в мінеральній нафтовій М-10$В_2$
Fig. 4. The dependence of the coefficient of friction on the concentration of rapeseed oil in the mineral oil M-10$В_2$

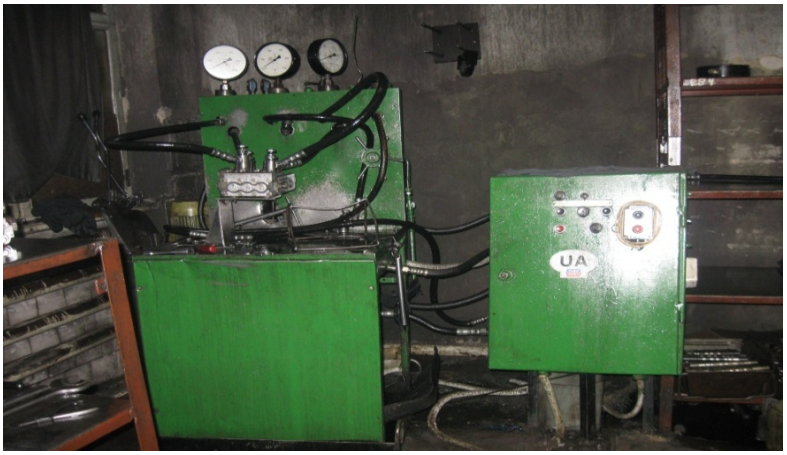

Рис. 5. Загальний вигляд експериментальної установки для випробування елементів гідросистем
Fig. 5. General view of the experimental installation for testing the elements of hydraulic systems

Унаслідок проведення досліджень встановлено, що знос зразків для трибоспряження «золотник – корпус гідророзподільника» зменшився на 75%, а трибоспряження «торець шестерні – платик шестеревого гідронасосу» – на 66%, порівнюючи з мінеральною нафтовою оливою М-10$В_2$.

Отже, встановлено, що хіммотологічні й триботехнічні властивості мінеральної та біологічної оливи істотно відрізняються, тому покращення властивостей можливо досягти завдяки змішуванню їх у певних пропорціях.

Висновки

1. Встановлено, що використання сумішевої оливи є перспективним. Широке застосування рослинної оливи у виробництві змащувальних матеріалів дозволить вирішити деякі складні екологічні проблеми.

2. Хіммотологічні й триботехнічні властивості біологічної оливи кращі, ніж у мінеральної, але вона поступається за стійкістю до окислення, тому для покращення основних показників доцільно вводити до її складу необхідні багатофункціональні добавки і присадки. Однак добавки до біологічної оливи мають структурні складові різного походження, вони несистематизовані й не мають наукового обґрунтування для забезпечення зносостійкості поверхневих шарів пар тертя вузлів і агрегатів мобільної техніки.

3. У результаті проведених досліджень встановлено, що знос зразків для пари тертя «золотник – корпус гідророзподільника» зменшився в середовищах: ріпакової оливи на 62,5%, а з 1,0% добавкою МКФ-18 на 75%; соняшникової оливи на 62,5%, а з 1,0% добавкою МКФ-18 на 80%.

Бібліографія

1. Клевцов М. М., Божок А. М., Понеділок В. Ф. Ефективність та експлуатаційна надійність двигунів сільськогосподарських машин. Київ : Урожай, 1995. 192 с.

2. Девянин С. Н., Марков В. А., Семенов В. Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. Москва : Издательский центр ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. 340 с.

3. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів та систем керування : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2012. 308 с.

4. Калетник Г. М. Розвиток ринку біопалива в Україні. Київ : Аграрна наука, 2008. 461 с.

5. Гавриш В. І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки (теорія, методологія, практика) : монографія. Миколаїв : МДАУ, 2007. 283 с.

6. Топливо-смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие / В. В. Остриков и др. Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2008. 304 с.

7. Смазочные материалы: антифракционные и противоизносные свойства. Методы испытаний : справ. / под общ. ред. Р. М. Матвеевского, В. Л. Лашхи, И. А. Буяновского и др. Москва : Машиностроение, 1989. 224 с.

8. Журавель Д. П., Юдовинськй В. Б. Триботехнічні властивості олій біологічного походження. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2011. С. 160–166.

9. Журавель Д. П., Мітков Б. В. Дослідження впливу присадок на експлуатаційні властивості олій. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2012. С. 254–259.

10. Журавель Д. П. Особливості використання олив біологічного походження для мобільної техніки. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. Мелітополь : Копіцентр «Документ-сервіс», 2014. С. 157–165.

Bibliohrafiia

1. Klevcov, M. M., Bozhok, A. M., Ponedilok, V. F. (1995). Efektivnist ta ekspluatacijna nadijnist dviguniv silskogospodarskih mashin. Kiyiv: Urozhaj.

2. Devyanin, S. N., Markov, V. A., Semenov, V. G. (2007). Rastitelnye masla i topliva na ih osnove dlya dizelnyh dvigatelej. Moskva: Izdatelskij centr FGOU VPO MGAU.

3. Dubovoj, V. M. (2012). Identifikaciya ta modelyuvannya tehnologichnih ob'yektiv ta sistem keruvannya. Vinnicya: VNTU.

4. Kaletnik, G. M. (2008). Rozvitok rinku biopaliva v Ukrayini. Kiyiv: Agrarna nauka.

5. Gavrish, V. I. (2007). Zabezpechennya efektivnogo vikoristannya palivno-energetichnih resursiv u agrarnomu sektori ekonomiki (teoriya, metodologiya, praktika): monografiya. Mikolayiv: MDAU.

6. (2008) Toplivo-smazochnye materialy i tehnicheskie zhidkosti. Tambov: Tambovskij gosudarstvennyj tehnicheskij unyversitet.

7. Matveevskiy, R. M., Lashha, V. L., Buyanovskiy, I. A. (Eds). (1989). Smazochnye materialy: antifrakcionnye i protivoiznosnye svojstva. Metody ispytanij i dr. Moskva: Mashinostroenie.

8. Zhuravel, D. P., Yudovinskj, V. B. (2011). Tribotehnichni vlastivosti olij biologichnogo pohodzhennya. *Praci TDATU,* 160 – 166.

9. Zhuravel, D. P., Mitkov, B. V. (2012). Doslidzhennya vplivu prisadok na ekspluatacijni vlastivosti olij. *Naukovij visnik Tavrijskogo derzhavnogo agrotehnologichnogo universitetu,* 254 –259.

10. Zhuravel, D. P. (2014). Osoblivosti vikoristannya oliv biologichnogo pohodzhennya dlya mobilnoyi tehniki. *Visnik Ukrayinskogo viddilennya Mizhnarodnoyi akademiyi agrarnoyi osviti,* 157 – 165.

References

1. Klevtsov, M. M., Bozhok, A. M., Ponedilok, V. F. (1995). Efficiency and operational efficiency of engine power machines. Kyiv : Harvest.

2. Devyanin, S. N., Markov, V. A., Semenov, V. G. (2007). Vegetable oils and fuels based on them for diesel engines. Moscow : Publishing Center FGOU VPO MGAU.

3. Dubovoi, V. M. (2012). Identification and model of technological objects and systems of ceruvannya: tutorial. Vinnytsya : VNTU.

4. Kaletnik, G. M. (2008). Rosinko market of biopaliva in Ukraine. Kyiv : Agricultural science.

5. Gavrish, V. I. (2007). Safeguarding of effective victorious energy and energy resources in the agricultural sector of economy (theory, methodology, practice): monograph. Mikolaev : MDAU.

6. (2008). Fuel-lubricants and technical fluids: a training manual Tambov : Tambov State Technical University.

7. Matveevskiy, R. M., Lashha, V. L., Buyanovskiy, I. A. (Eds). (1989). Lubricants : antifractional and antiwear properties. Test Methods. Moscow : Engineering.

8. Zhuravel, D. P., Yudovinsky, V. B. (2011). Tribotechnical power of the oligarchic biology. *Proceedings of the TDATU*, 160–166.

9. Zhuravel, D. P., Mitkov, B. V. (2012). Up to the moment with additives for the exploitation of power. *The science news of the Tavria State Agrotechnological University*, 254–259.

10. Zhuravel, D. P. (2014). Special Features of the Olive Biological Campaign for Mobile Technology. *Newsletter of the Ukrainian National Agricultural Academy,* 157–165.