

Аулін В.В.
Замота Т.М.
Чернай А.Є.

Кіровоградський національний
технічний університет
e-mail: aulin52@mail.ru
chernayae91@gmail.com

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЗОЛОТНИКОВОГО
ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИКА МСГТ ТА АТТ
ТРИБОТЕХНОЛОГІЯМИ ПРИПРАЦЮВАННЯ
І ВІДНОВЛЕННЯ**

УДК- 62-363

В роботі розглянуто причини відмов золотникового гідророзподільника. Виявлено, що на його ресурс суттєво впливають макрогеометричні відхилення та неспіввідповідність плунжерної пари. Запропоновано метод підвищення довговічності золотникового гідророзподільника та усунення макрогеометричних відхилень плунжерної пари триботехнологіями припрацювання та відновлення з відображенням усіх стадій життєвого циклу агрегату

Ключові слова: довговічність, золотник, плунжерна пара, ресурс.

Актуальність

Деталі систем і агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки (МСГТ) та автотранспортної техніки (АТТ) працюють в складних умовах знакозмінного циклічного та динамічного навантаження, підвищеної запиленості, взаємодії з активними та агресивними робочими середовищами, а тому не виробляють запланованого ресурсу. Зазначимо, що понад 30 % усіх відмов і несправностей, що виникають під час експлуатації сучасної мобільної сільськогосподарської техніки, відносяться до відмов і несправностей елементів і агрегатів гідравлічних систем.

Забезпечення і підвищення надійності гідравлічних систем є складним завданням, яке потребує комплексного вирішення на всіх етапах життєвого циклу, на основі якісного і кількісного аналізу причин відмов, аналізу впливу зовнішніх та внутрішніх факторів, протікання фізико-хімічних та трибофізичних процесів. Їх відмови призводять до непланових ремонтів, а також до простою основного обладнання.

Основна причина зменшення довговічності елементів гідросистеми є низька якість робочої рідини, несвоєчасна його заміна і заміна оливного фільтру, засмічення оливного радіатора-охолоджувача, нерівномірний тиск, гідравлічні удари, заклинювання, жорсткість роботи [1]. Тому підвищення довговічності золотникового гідророзподільника МСГТ та АТТ є актуальним і потребує ретельних експериментальних та теоретичних досліджень.

Аналіз досліджень і публікацій

Питаннями довговічності золотникового гідророзподільника займався Т.М. Башта. Він досліджував комплекс сил, що діють на систему, та процеси, які відбуваються при роботі золотника. Було виявлено способи зменшення сил тертя, негативно впливаючих на довговічність золотникового гідророзподільника. Відповідно для зниження тертя, і особливо в умовах високих температур, плунжери та гільзи покриваються тонким шаром срібла. Сили тертя в спряженнях деталей можуть бути знижені шляхом зменшення нерівноважних радіальних сил тиску рідини на плунжер. Найбільш простим способом зниження зазначених сил є прорізання на поверхні плунжера або гільзи кільцевих прямокутних канавок. [3]. В роботах Іванова С.В., Болдирьова Є.І., Іванова Н.Д., Шлугера М.А та інших розглянуто збільшення корозійної стійкості, терміну служби та зміцнення робочої поверхні плунжера у гідророзподільних механізмах за допомогою гальванічного покриття хромом [4,5].

Зміна конструкції золотника[6] додаванням осевих канавок дозволяє урівноважити радіальні сили і збільшити ресурс гідророзподільника. В роботі [7] запропоновані методи покращення якісних показників золотника, використовуючи нанесення захисного шару на плунжерну пару.

Метою роботи є підвищення ресурсу золотникового гідророзподільника трибо-технологіями припрацювання і відновлення.

Основний матеріал

Дослідження стану надійності гідросистем МСГТ і АТТ виявили найбільш характерні дефекти, що знижують її довговічність в умовах реальної експлуатації. Аналіз відмов показав що серед вузлів гідросистеми найменш надійними є гідророзподільники – 24 %(рис. 1.), а найменш надійна деталь в них є золотник – 22 % (рис 2)

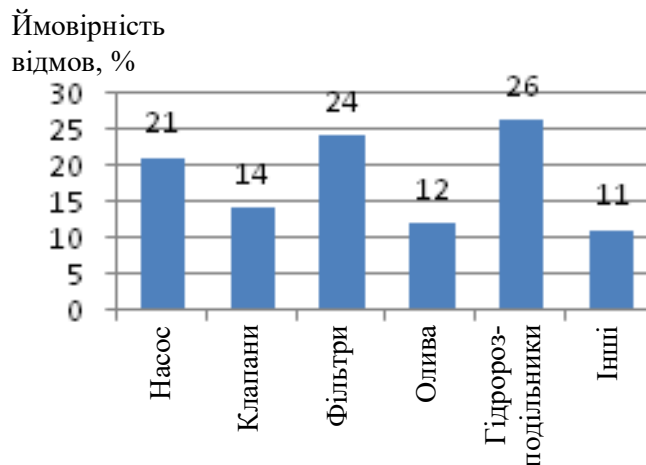


Рис.1. Діаграма відмов вузлів гідросистеми

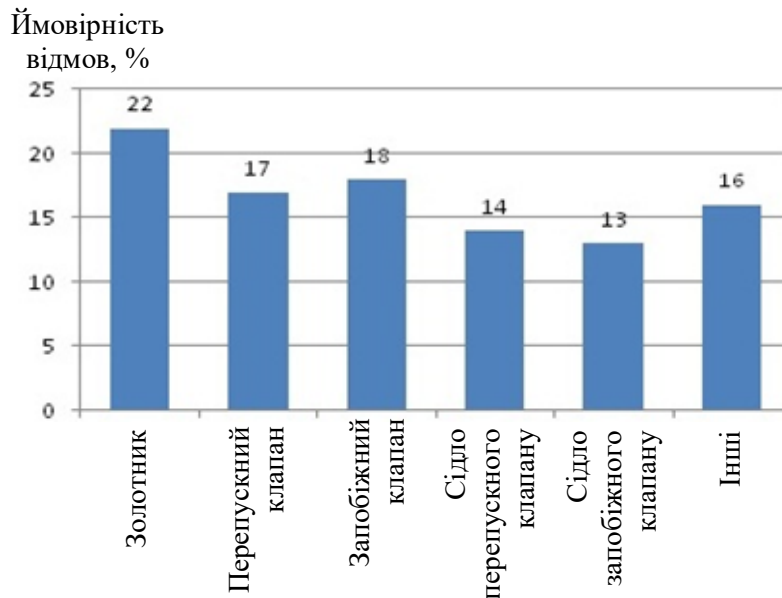


Рис.2. Діаграма відмов деталей гідророзподільника

Виявлено, що одним з основних процесів, що відбувається в плунжерній парі золотникового гідророзподільника і визначає якість його робочої поверхні, є тертя при русі і при зрушенні плунжера з місця. Величина сил тертя в більшій мірі залежить від правильності геометричних форм плунжера і гільзи і співвісності їх розташування. При виготовлення плунжерних пар може спостерігатися як їх неспіввісність, так і макрогеомет-

ричні відхилення, які підсилюють процеси зношування та руйнування робочих поверхонь деталей. Внаслідок цього робоча рідина золотникового гідророзподільника забруднюється механічними частинками зносу. Визначено, що сила тертя може значно збільшитися при попаданні в зазори абразивних частинок між поверхнями плунжера і гільзи, які перебувають в оливі. При попаданні твердих частинок зносу у зазор вони обумовлюють розклинюючу дію на плунжер золотника в радіальному напрямку і притиснення його до гільзи. Внаслідок заклинювання цих частинок у звуженнях зазору вони можуть заклинити плунжер. Це може відбутися і через прояв явища облітерація.

Враховуючи аналіз можливостей триботехнологій припрацювання і відновлення та усунення макрогеометричних відхилень робочої поверхні пари золотника МСГТ та АТТ, зазначено особливості протікання процесів. Показано, що запропонований метод припрацювання спряжень деталей дає нові можливості розв'язання проблеми довговічності вузлів і агрегатів машин. Складові властивості надійності при цьому проявляють себе не як адитивні, а як синергетичні компоненти, теоретичні основи яких розроблено проф. В.В.Ауліним [10]. Виходячи з цього, запропонований метод ефективно об'єднує чотири основні властивості надійності і забезпечує: безвідмовність спряжень деталей – зменшенням припрацювального зносу, що не дозволяє вийти за межі граничних зазорів; підвищення довговічності спряжень деталей – зменшенням тривалості припрацювання і величини зносу; ремонтпридатність – розширенням полів допусків спряжень деталей; збережуваність експлуатаційних показників – можливістю суміщення процесів припрацювання з процесами відновлення при обкатці деталі та під час експлуатації МСГТ та АТТ. Механізм формоутворення робочих поверхонь золотника при припрацюванні досліджували для різних матеріалів і видів макрогеометричних відхилень в умовах різних режимів тертя. Виявлено, що більшість спряжень деталей при реалізації методу проходять три основні етапи припрацювання, режим тертя на яких визначається числом критерію Зоммерфельда Sm (табл.1).

Таблиця 1.

Етапи методу припрацювання поверхонь спряжених деталей

I етап	Формування початкової площі контакту; граничний режим тертя, $Sm < 10^{-5}$; прояв механічної складової процесів: механічне стирання або відтиснення пластичних матеріалів
II етап	Зростання площі плями контакту; перехід від напіврідинного тертя до гідродинамічного, $Sm \approx 10^{-5}$; прояв електрохімічної і механічної складових процесів
III етап	Остаточне формування площі плями контакту; режим гідродинамічного тертя, $Sm > 10^{-5}$; прояв електрохімічної складової процесів

Проведені дослідження дозволили визначити, що притирання плунжерної пари золотникового гідророзподільника накладанням змінного електричного струму забезпечує якісне притирання робочої пари з макрогеометричними відхиленнями, усуваючи їх з малим зносом. Застосування методу знижує величину сил тертя і витрати робочої рідини в умовах експлуатації, збільшує площу плями контакту між робочими поверхнями золотника. Показано, що запропонований метод, як сучасний технологічний метод управління ресурсом золотника, забезпечує його збільшення в межах життєвого циклу. З'ясовано, що для досягнення цього необхідно виконати цілий ряд умов на його етапах. При цьому основи розв'язання проблеми підвищення ресурсу вузла слід закладати при їх проектуванні і виготовленні. Згідно запропонованого методу на етапі підготовки золотника до сприйняття експлуатаційних навантажень (стендова обкатка, контрольні випробу-

вання і експлуатаційна обкатка) необхідно забезпечений мінімальний знос припрацювання і швидко стабілізацію моменту тертя робочих поверхонь (рис. 3.).

Показано що найкращим результатом можна вважати закінчення процесу припрацювання плунжерної пари золотника в умовах стендової обкатки. При традиційних методах припрацювання (крива 1, рис.3) досягти цього не вдається, а для остаточного завершення припрацювання потрібна тривала і затратна експлуатаційна обкатка. Застосування методу припрацювання швидко стабілізує інтенсивність зношування J_u і момент тертя $M_{тр}$, що призводить до значного збільшення ресурсу машини на величину $\Delta t_{ехмп}$.

Істотна ефективність експлуатації може бути підвищена застосуванням триботехнічних технологій відновлення (ТТВ) робочих поверхонь на основі суміщених процесів з усуненням макрогеометричних відхилень і підвищенням якості робочих поверхонь деталей [8,9]. Такий підхід знижує інтенсивність зношування в період нормальної експлуатації і сприяє додатковому підвищенню ресурсу на величину $\Delta t_{ехмп} + ТТВ$. Аналіз зміни моменту тертя при притиранні показує його швидко стабілізацію за час $t_{пр ехмп}$ і збереження на досягнутому рівні протягом всього періоду експлуатації. Усунення макрогеометричних відхилень плунжерної пари, при притиранні знижує момент тертя в порівнянні зі звичайними методами, а подальше підвищення ефективності роботи можна досягти за рахунок ТТВ (крива 3, рис.3.).

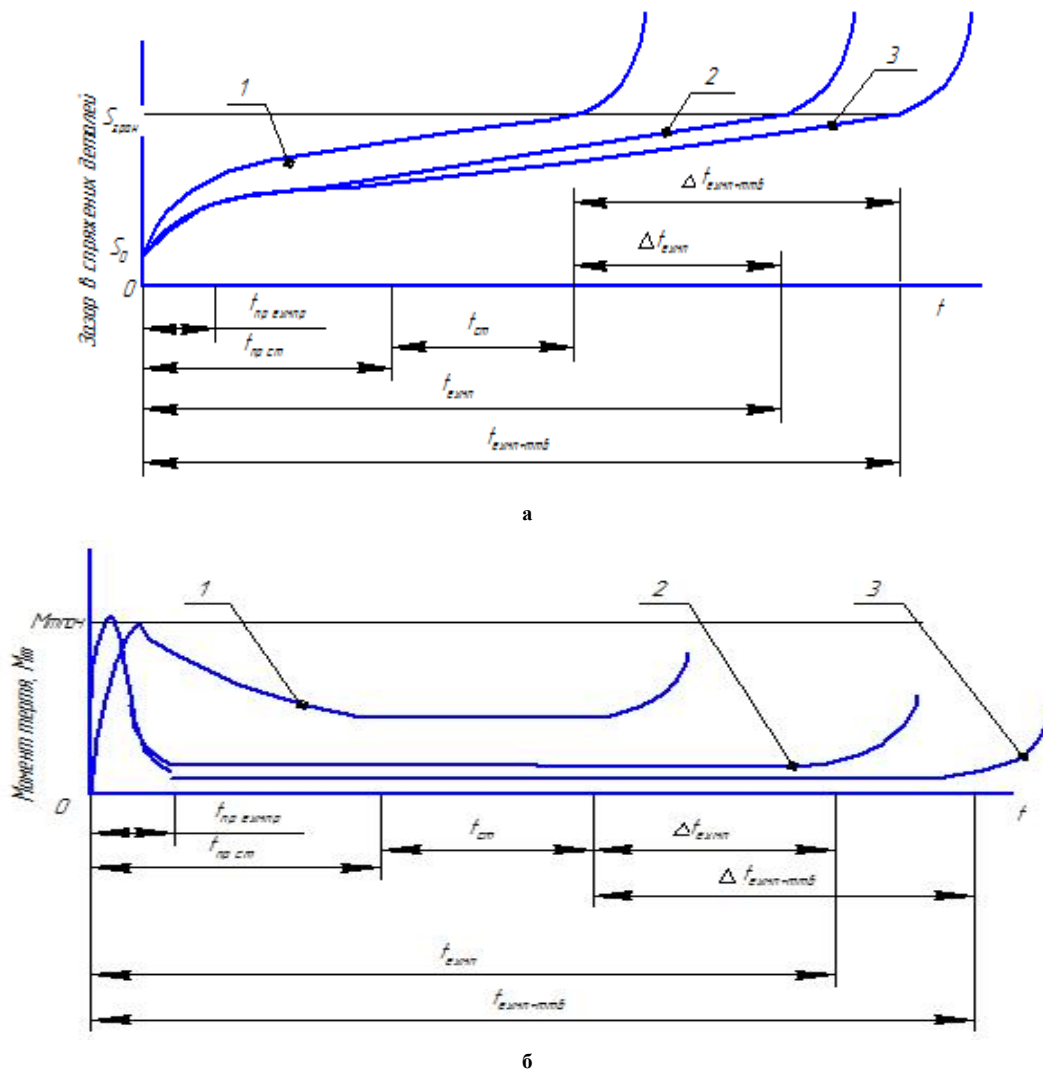


Рис.3. Вплив триботехнологій припрацювання і відновлення на зміну величини зазору (зносу) (а) і моменту тертя (б) від напрацювання плунжерної пари на різних етапах життєвого циклу

На рис. 3 показані криві залежностей: 1 - при застосуванні традиційних методів підробітки; 2 – при використанні припрацювання методом накладення змінного електричного струму на основні спряження деталей; 3 - при використанні методу при обкатці і ТТВ при експлуатації. При цьому фіксуються наступні проміжки часу: t – поточний час; $t_{\text{пр ехмп}}$ - час притирання з накладанням електричного струму; $t_{\text{прст}}$ – час стандартного притирання; $t_{\text{ехмп}}$ – час роботи золотника з використанням притирання з накладанням електричного струму. $t_{\text{ехмп+ттв}}$ - час роботи золотника з використанням притирання з накладанням електричного струму та використання ТТВ; $\Delta t_{\text{ехмп}}$ – збільшення часу роботи золотника з використанням запропонованого методу; $\Delta t_{\text{ехмп+ттв}}$ - збільшення часу роботи золотника з використанням запропонованого методу та ТТВ.

Для забезпечення переходу суміщення триботехнологій припрацювання і відновлення усуненням макрогеометричних відхилень робочих поверхонь плунжерної пари золотникового гідророзподільника застосовується різного роду присадки в робоче (технологічне) середовище. Розроблено алгоритм підвищення довговічності у вигляді блок-схеми (рис. 4) із забезпеченням технічного контролю параметрів.

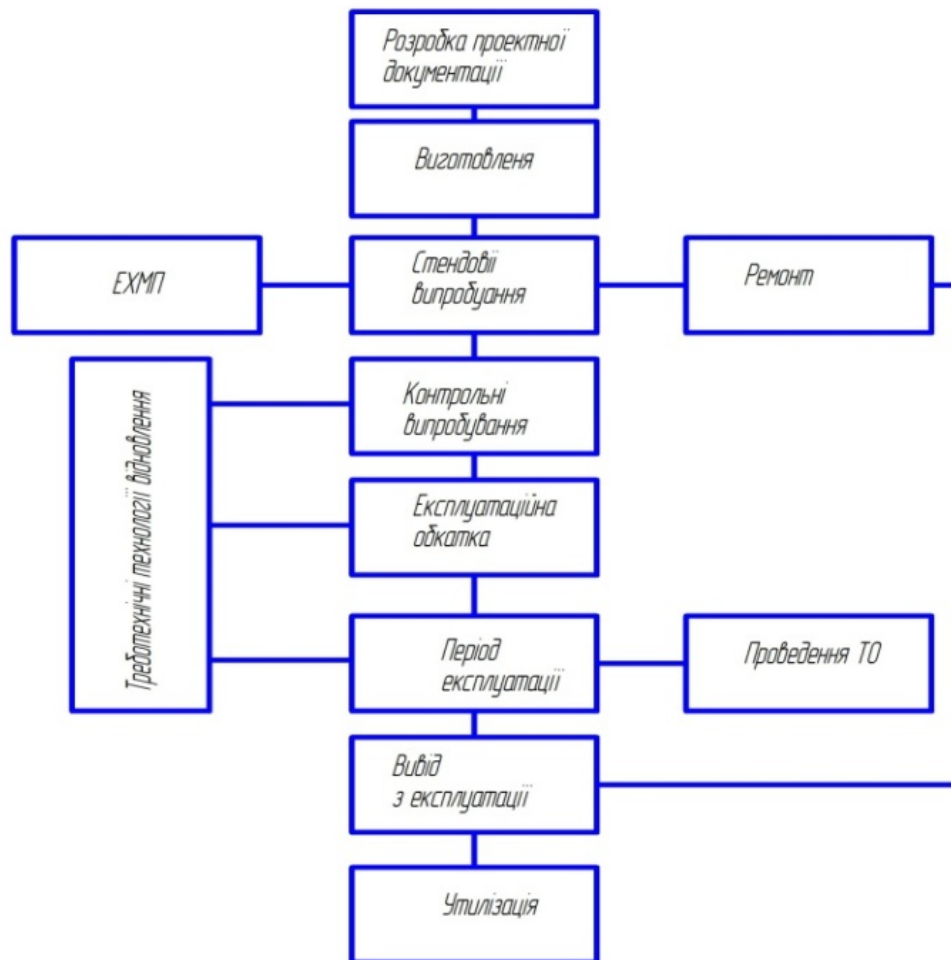


Рис.4. Алгоритм підвищення довговічності золотникового гідророзподільника МСГТ застосуванням триботехнологій припрацювання і відновлення з усуненням макрогеометричних відхилень спряжених деталей.

У представленому алгоритмі відображені всі стадії життєвого циклу плунжерної пари золотника, наведені превентивні методи забезпечення довговічності машини на основі технічного обслуговування (ТО) і капітального ремонту. Показано які до моменту утилізації агрегат буде проходити експлуатаційні цикли. Зазначене дає можливість забезпечити високу ефективність застосування суміщення триботехнологій припрацю-

вання і відновленням з автоматизованим управлінням ресурсу спряжень деталей в золотниковому гідророзподільнику.

Висновки.

1. Обґрунтовано вплив характеру протікання процесів на підвищення ресурсу золотникового гідророзподільника МСГТ та АТТ при застосуванні триботехнологій припрацювання.

2. Розроблено алгоритм усунення макрогеометричних відхилень плунжерної пари з відображенням усіх стадій життєвого циклу агрегату на основі технічного обслуговування і ремонту МСГТ з урахуванням триботехнологій припрацювання та відновлення як операції по технічному обслуговуванню.

Література.

1. Камаров А.А. Надежность гидравлических устройств самолетов / А.А. Камаров М.: Машиностроение, 1976 г.
2. Ловкис З.В. Гидроприводы сельскохозяйственной техники: конструкция и расчет / З.В. Ловкис М.: Агропромиздат, 1990 г. 239 с.:
3. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика / Т.М. Башта – М.: Машиностроение 1971 г. – Т. 32 – С 329 – 340
4. Справочник. Гальванические покрытия в машиностроении / под ред. М. А. Шлугера. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – С.119–121.
5. Иванова Н.Д. Соединения фтора в гальванотехнике. / Н.Д. Иванова, С.В.Иванов, Е.И. Болдырев – К.: Наук. думка, 1986. – С.91–97.
6. Пат. 29324 UA МПК F 15 B 13/02 Золотниковий гідророзподільник/Войшвілло В.В. - № 200710108; заявл. 10.09.2007; опубл. 10.01.2008.
7. Аулін В.В., Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, О.В. Кузик, А.В. Гринків, Д.В. Голуб // Монографія – Кропивницький: видавець Лисенко В.Ф., 2016 – 304 с
8. Аулін В.В. Триботехнічне відновлення протягом строку служби дизелів. / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, В.М. Лисенко // Проблеми трибології (Problems of tribology). – Хмельницький: ХНУ. – 2007. – №2 (44) – С. 60-62.
9. Замота Т.Н. Повышение эксплуатационной износостойкости деталей машин их триботехническим восстановлением и управлением процессами приработки. / Т.Н. Замота, В.В. Аулин, С.В. Лысенко. // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. –2016. Vol.18 –No.4. - pp.89-96.
10. Аулін В.В. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах: монографія / В.В.Аулін – Кіровоград: Видавництво Лисенко В.Ф., 2014р. -370с.

Summary

Aulin V.V., Zamota T.M., Chernay A.E. Increasing longevity spool agricultural and transport equipment triathl grinding in technology and Recovery

The paper discusses causes of failure of the spool valve. Identified that the resource of the spool is substantially affected by a geometric inequality and the alignment plunger pair. A method is proposed to improve the durability of the spool valve and an algorithm to eliminate geometric

deviations plunger pair with a reflection of all stages of the life cycle of the unit

Keywords: durability, valve, plunger pair resource

References

1. Kamarov A.A. Nadezhnost' gidravlicheskih ustrojstv samoletov /A.A. Kamarov M.: Mashinostroenie, 1976 g.
2. Lovkis Z.V. Gidroprivody sel'skohozjajstvennoj tehniki: konstrukcija i raschet / Z.V. Lovkis M.: Agropromizdat, 1990 g. 239 s.
3. Bashta T.M. Mashinostroitel'naja gidravlika/ T.M. Bashta – M.: Mashinostroenie 1971 g. – T. 32 – S 329 – 340
4. Spravochnik. Gal'vanicheskie pokrytija v mashinostroenii / pod red. M. A. Shlugera. – M.: Mashinostroenie, 1985. – T.1. – S.119–121
5. Ivanova N.D. Soedinenija ftora v gal'vanotehnike. / N.D. Ivanova, S.V. Ivanov, E.I. Boldyrev– K.: Nauk. dumka, 1986. – S.91–97.
6. Pat. 29324 UA MPK F 15 B 13/02 Zolotnikovij gidrorozpodil'nik/Vojshvillo V.V. - № 200710108; zjavll. 10.09.2007; opubl. 10.01.2008.
7. Aulin V.V., Tribofizichni osnovi pidvishhennja nadijnosti mobil'noï sil's'kogospodars'koï ta avtotransportnoï tehniki tehnologijami tribotehnichnogo vidnovlennja /V.V. Aulin, S.V. Lisenko, O.V. Kuzik, A.V. Grinkiv, D.V. Golub // Monografija – Kropivnic'kij: vida-vec' Lisenko V.F.,2016 – 304 s
8. Aulin V.V. Tribotehnichne vidnovlennja protjagom stroku sluzhbi dizeliv. / V.V. Aulin, S.V. Lisenko, V.M. Lisenko // Problemi tribologii (Problems of tribology). – Hmel'nic'kij: HNU. – 2007. – №2 (44) – S. 60-62.
9. Zamota T.N. Povyshenie jekspluatacionnoj iznosostojkosti detalej mashin ih tribotehnich- eskim vosstanovleniem i upravleniem processami prirabotki. / T.N. Zamota, V.V. Aulin, S.V. Lysenko. // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. Vol.18 –No.4. - pp.89-96.
10. Aulin V.V. Fizychni osnovy protsesiv i staniv samoorhanizatsiyi v tyrbotekhnichnykh systemakh: monografiya / V.V.Aulin – Kirovohrad: Vydavnytstvo Lysenko V.F., 2014r. - 370s.