



УДК 621.65.001.5: 620.197

INCREASING THE POST-REPAIR DURABILITY OF HYDRAULIC PUMPS OF THE NSh-K MODIFICATION BY USING EPILAM COATINGS ON THE WORKING SURFACES OF THE PARTS

ПІДВИЩЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ ГІДРАВЛІЧНИХ НАСОСІВ МОДИФІКАЦІЇ НШ-К ЗАСТОСУВАННЯМ ЕПІЛАМНИХ ПОКРИТТІВ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

Melyantsov P.T. / Мельянцов П. Т.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0001-5937-4021

Dnipro State Agrarian and Economic University,

str. S. Yefremova, 25, 49600

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
вул. С. Єфремова, 25, 49600

Анотація. У роботі розглянуто проблему підвищення післяремонтної довговічності шестеренних насосів модифікації НШ-К, які широко застосовуються в гідравлічних системах мобільної техніки. Показано, що зниження ресурсу після ремонту пов'язане з недосконалістю геометрії зношених деталей та обмеженою ефективністю традиційних технологій відновлення. Обґрунтовано доцільність застосування епіламних покриттів на робочі поверхні деталей качаючого вузла насоса, як засобу покращення антифрикційних та захисних властивостей. Наведено порівняльну характеристику прекурсорів (FDTs, FOTS, «Полізам-05»), здійснено кореляційний аналіз впливу параметрів покриттів на коефіцієнт тертя, зносостійкість, контактний кут змочування та ресурс спряжень. Визначено оптимальний варіант прекурсору для ремонтних умов сервісних підприємств. Отримані результати показали, що у відремонтованих насосів, качаючі вузли яких оброблені епіламом, в процесі обкатки спостерігається стабілізація процесів припрацювання спряжень, що вказує на зростання ресурсу агрегату в умовах експлуатації.

Ключові слова: гідравлічний насос НШ-К, качаючий вузол, ресурсолімітуючі деталі, епіламне покриття, «Полізам-05», ремонтний розмір, коефіцієнт подачі, післяремонтна довговічність.

Вступ.

В мобільних технічних системах для механізації виробничих процесів широко використовуються гідравлічні системи. Одним із ключових агрегатів гідравлічної системи є гідравлічний насос. У передових конструкціях гідравлічних систем широке застосування отримали насоси модифікації НШ-К, у зв'язку з їхньою більшою експлуатаційною довговічністю через наявність у качаючому вузлі (КВ) насоса систем компенсації радіальних та торцевих зазорів [1].



Разом з тим, в ряді робіт [2, 3] автори відмічають, що насоси типу НШ-К є причиною приблизно 22-26% поломок в гідравлічних системах. Усунення таких несправностей призводить до зупинки мобільної техніки, витоків робочої рідини, витрат на придбання нового насоса або його відновлення.

Більш детальний аналіз причин, які обумовили втрату працездатного стану гідравлічних насосів модифікації НШ-К наводиться в роботі [4]. Де автори відмічають, що основними факторами, які спричинили втрату їхньої працездатності, були гідроабразивні пошкодження деталей у з'єднаннях: «платик-замикач – торець зуба шестерні» (торцевий зазор у насосному вузлі) – приблизно 47% відмов; «підтискна обойма – зуб шестерні» (радіальний зазор у насосному вузлі) – 32% відмов; «вкладиш підшипникової обойми – цапфа шестерні», «вкладиш підтискної обойми – цапфа шестерні» – 17% відмов; порушення герметичності сальника ведучої шестерні – 3,5% відмов та інші.

Відновлення працездатності гідравлічних насосів модифікації НШ-К проводиться на спеціалізованих сервісних підприємствах, де у технологічних процесах їх ремонту використовують технології поточного та капітального ремонту, вибір яких залежить від ступеня зносу ресурсолімітуючих деталей качаючого вузла.

Кожна з технологій передбачає застосування механічних операцій для відновлення зношених поверхонь деталей, що підтверджується в роботі [5], де автори відмічають, що в технології поточного ремонту передбачається відновлення робочої поверхні платики-замкача шліфуванням на плоскошліфувальному верстаті з наступним притиранням, а в технології капітального ремонту шестерні обробляють на всіх робочих поверхнях (цапфи шестерні, торцева частина зубців, по діаметру зубців) на круглошліфувальних верстатах до повного усунення зносу з врахуванням ремонтних розмірів.

Додатково варто підкреслити, що термін служби відновлених гідравлічних насосів марки НШ-К в середньому складає лише 50-60% від ресурсу нових аналогів. Це пояснюється наявністю вад у просторовій геометрії корпусних і базових елементів, а також використанням методів відновлення, що не



гарантують потрібної стійкості до зносу під час експлуатації, міцності при втомі деталей та інших факторів [6].

Є явним, що забезпечення міжремонтного ресурсу відремонтованих насосів марки НШ-К буде залежати від довговічності роботи ресурсолімітуючих спряжень їх качаючий вузлів, яка закладається при проведенні ремонтно-відновлювальних операцій, що забезпечують фізико-механічні властивості робочих поверхонь деталей на рівні нових деталей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Забезпечення післяремонтної довговічності гідравлічних шестеренних насосів формується на основі статистичного аналізу наявності дефектів у деталях, характеру та виду зношення їх робочих поверхонь, що суттєво впливають на працездатність агрегату, а також наявності прогресивних способів відновлення, які забезпечують його гарантійний ресурс.

Розгляд факторів, які впливають на підвищення ефективності технологічних процесів з ремонту гідравлічних насосів проводиться в роботі [7]. В якій автори наводять оцінку ремонтної технологічності основних деталей шестеренного насоса НШ-К, яка характеризується пристосованістю їх до відновлення працездатного стану, але при цьому, даються інтегральні рекомендації щодо впровадження технологічних процесів, які розроблюються на основі прогресивних способів відновлення робочих поверхонь деталей, і реалізуються не залежно від характеру та виду їх зношення.

Для збільшення довговічності важко навантажених пар тертя аксіально-поршневих гідромашин сільськогосподарської техніки в роботі [8] автори розглядають можливість застосування епіламних покриттів, яке відноситься до фізико-хімічних методів підвищення зносостійкості деталей обробкою їх твердих поверхонь фторорганічними поверхнево-активними речовинами і вказують на актуальність їх застосування.

В роботі [6] автори рекомендують застосування у технологічному процесі відновлення шестеренних насосів модифікації НШ-К операцій з обробки деталей качаючого вузла епіламними покриттями, основу якого складають



органосиліконові або силоксанові полімери, що формують стійку, гнучку, гідрофобну плівку з високою адгезією до металів, яка зберігає властивості у гідравлічному середовищі, не впливає на розміри спряження і значно зменшує знос у парах тертя.

Застосування даної технології орієнтовано на покращення процесу припрацювання в парах тертя на періоди мікро- і макрогеометричного припрацювання і стабілізації, та відповідно зростання довговічності гідронасосу в умовах експлуатації, яка буде залежати від геометричних розмірів відновлених деталей, які за вибраною технологією можуть відновлюватися до ремонтних розмірів або номінальних.

На сервісних спеціалізованих підприємствах з ремонту гідравлічних насосів модифікації НШ-К широке застосування знайшов спосіб ремонтних розмірів, який детально розглядається в роботі [5], де автори пояснюють його реалізацію за техніко-економічним критерієм, який значно зменшує собівартість ремонту гідроагрегатів.

Звідси забезпечення міжремонтного ресурсу відремонтованих насосів з застосуванням способу ремонтних розмірів в значній мірі буде обумовлюватись якістю проведення механічних операцій направлених на відтворення геометричних розмірів деталей, які залежать від кваліфікації робітників, технічного стану оснастки і обладнання та ін.

Наявні відхилення геометричної форми деталей можуть бути усунені удосконаленими процесами припрацювання деталей за період обкатки та випробовування гідроагрегатів, що відповідно забезпечить зростання ресурсу гідронасосу в умовах експлуатації.

Мета роботи. Підвищення післяремонтної довговічності шестеренних насосів модифікації НШ-К за рахунок покращення антифрикційних та захисних властивостей деталей спряжень качаючих вузлів при застосуванні епіламних покриттів робочих поверхонь деталей в процесі їх ремонту.

Постановка задачі. Поставлена мета досягається вирішенням наступних задач: з врахуванням характеру і виду зношення деталей вибрати ефективний



прекурсор (FDTS, FOTS, «Полізам-05») для нанесення епіламного покриття на деталі качаючого вузла насоса НШ-К; провести кореляційний аналіз параметрів епіламних покриттів (на прикладі FDTS, FOTS, «Полізам-05») для спряжень качаючого вузла гідравлічного насосу типу НШ-К, з урахуванням впливу на функціональні властивості: коефіцієнт тертя, зносостійкість, контактний кут змочування, а також ресурс роботи спряження; розробити технологічний процес обробки деталей епіламом; провести лабораторні випробування з виявлення впливу епіламного покриття на коефіцієнт подачі насоса та час припрацювання спряжень.

Викладення основного матеріалу.

В технологічному процесі з капітального ремонту насосів марки НШ-К першочергово проводяться операції з механічної обробки деталей качаючого вузла гідроагрегату під один із ремонтних розмірів. Якість механічної обробки контролюється геометричними розмірами деталі, в відповідності до ремонтного розміру, і шорсткістю поверхні згідно до технічних вимог.

Враховуючи те, що в технологічному процесі висуваються високі вимоги до точності механічної обробки деталей, покращення антифрикційних та захисних властивостей деталей спряжень качаючих вузлів проводиться на основі застосування епіламних покриттів їх робочих поверхонь в процесі ремонту.

Критерієм для застосування епіламних покриттів типу: FDTS (хімічна основа – перфтордецилтрихлорсилан), FOTS (хімічна основа - перфтороктилтріетоксисилан) та «Полізам-05» (хімічна основа - фторвмісний полімер із силоксановою матрицею), в першу службу показник адгезії до металу, при цьому, нас будуть цікавити матеріали на основі сталі, алюмінію і бронзи, з яких відповідно виготовлено деталі качаючого вузла насоса: ведена та ведучі шестерні, підшипникова та піджимна обойми, платики-замкачі. Вагомим, з точки зору вибору ефективних прекурсорів будуть також: молекулярна стабільність, товщина шару, стійкість у мастилі та ін. Аналітичне порівняння застосування епіламних покриттів деталей у вузлі качаючого насоса наведено в (таблиці 1).



Таблиця 1 - Порівняння прекурсорів для нанесення епіламного покриття на деталі качаючого вузла насоса НШ-К

Параметр	Назва прекурсорів		
	«Полізам-05»	FDTS	FOTS
Стан при нанесенні	Рідина (спрей, занурення)	Газ (вакуумна камера)	Газ або пара
Товщина шару	50–100 нм	1–3 нм	1–3 нм
Кут змочування водою	105–120°	110–115°	105–110°
Стійкість до стирання	Висока (полімерна плівка)	Середня (моношар)	Середня
Температурна стабільність	до 200 °С	до 250 °С	до 200 °С
Технологічність	Просте нанесення, без вакууму	Потрібна вакуумна камера	Потрібна термічна сушка
Вартість	Помірна	Вища (імпортний прекурсор)	Висока
Сумісність з металами	Сталь, алюміній, бронза, титан	Сталь, алюміній, окисдовані сплави	Алюмінієві та бронзові сплави
Стійкість при роботі з мастилами (МГЕ-46, МГЕ-10А)	Дуже висока	Висока	Висока

Авторська розробка

Аналіз показників порівняльної оцінки прекурсорів для нанесення епіламного покриття на деталі качаючого вузла насоса НШ-К, показав, що «Полізам-05» являється оптимальним для зростання міжремонтного ресурсу агрегату, оскільки поєднує високу хімічну стійкість, добру адгезію, термічну стабільність і стійкість при роботі у мастильних середовищах.

Узагальнений кореляційний аналіз впливу типу епіламного покриття на коефіцієнт тертя, зносостійкість та ресурс роботи спряжень (на прикладі типового з'єднання «підшипникова обойми – цапфа шестерні» у маслonaповненому середовищі) представлено в (таблиці 2).



Таблиця 2 - Розраховані коефіцієнти кореляції (R)

Пара параметрів	Коефіцієнт кореляції R	Тип залежності	Інтерпретація
Контактний кут ↔ Коефіцієнт тертя	-0,89	Сильна обернена	Чим вищий кут змочування - тим нижче тертя
Тип покриття ↔ Зносостійкість	+0,76	Помірна пряма	Склад/марка покриття напряду впливає на зносостійкість
Тип покриття ↔ Зміна ресурсу спряження	+0,85	Сильна пряма	Більш досконале покриття - більше продовження ресурсу
Товщина покриття ↔ Зносостійкість	+0,66	Помірна пряма	Товстіше покриття дає більше захисту від зносу
Коефіцієнт тертя ↔ Зміна ресурсу	-0,81	Сильна обернена	Зниження тертя веде до збільшення ресурсу
Контактний кут ↔ Зносостійкість	+0,79	Помірна пряма	Гідрофобність сприяє меншому зносу

Авторська розробка

Застосування епіламних покриттів при ремонті деталей качаючого вузла гідравлічного насоса НШ-К (особливо шестерень, цапф, обойм, пластиків тощо) дозволяє суттєво знизити коефіцієнт тертя, зменшити знос, а також підвищити надійність і довговічність з'єднань, які працюють в умовах граничного або змішаного мащення.

Для розробки технології нанесення епіламних покриттів було відібрано деталі сполучень качаючого вузла насоса: «підшипникова обойма – цапфа шестерні»; «підтискна обойма – цапфа шестерні»; «пластик – торець зуба» (торцевий зазор); «верхівка зуба – підтискна обойма» (радіальний зазор).

За результатами дефектування деталей було визначено фактичні розміри, а через них – ремонтні, для відновлення деталей сполучень качаючого вузла насоса методом ремонтних розмірів. Він передбачає зняття слідів зносу робочих



поверхонь деталей механічною обробкою до ремонтного розміру, з обов'язковим дотриманням технічних вимог щодо класу чистоти поверхні, геометричної форми та фізико-механічних властивостей.

Технологія нанесення епіламного покриття включала в себе підготовку поверхні перед нанесенням покриття: знежирення синтетичним миючим засобом. Механічну обробку до видалення слідів зношення. Ультразвукове очищення: у дистильованій воді або розчині ізопропанолу. Плазмову активацію: обробка в низькотемпературній плазмі (O_2 або Ar) для підвищення адгезії епіламів до металів.

Безпосереднє нанесення епіламних покриттів на поверхню деталі визначалося в залежності від геометрії деталі. Гладкі поверхні валів-шестерень та платиків оброблювались зануренням на 10–15 секунд, а підшипникова і піджимна обойми качаючого вузла аерозольним напиленням (спрей) вручну через точну насадку. Сушка проводилась в термокамері при 80–120 °C протягом 30–60 хв. Контроль якості покриття проводився визначенням кута змочування $> 90^\circ$ (вказує на правильне нанесення епіламу), та оптичний контроль рівномірності ультрафіолетовими індикаторами.

Проведення лабораторних досліджень з отримання функціональної залежності між структурними параметрами технічного стану деталей, оброблених епіламом, та функціональними параметрами при обкатці гідронасоса, проводилося з застосуванням стенда KI-4815M, який призначений для обкатки та випробовування агрегатів гідравлічних систем робочого обладнання мобільних машин. Випробування проводились для насосів марки НШ-50А-2 відремонтованих під другий ремонтний розмір, качаючи вузли яких були оброблені епіламом «Полізам - 05» і без обробки.

Для виявлення функціональної залежності між структурними параметрами технічного стану деталей качаючого вузла насоса, які обумовлюють об'ємні витрати робочої рідини і впливають на об'ємний коефіцієнт подачі насоса, необхідно виявити фактичну подачу насоса, яка визначається



експериментальним шляхом за допомогою станду КІ-4815М за відомими методиками [6].

Тривалість випробувань насосів становила 50...60 годин, адже саме цей період експлуатації визначається припрацюванням взаємодіючих поверхонь та прискореним зношенням деталей в спряженнях. Результати функціональної залежності між коефіцієнтом подачі та часом випробування насосів наведені в (таблиці 3).

Таблиця 3 – Результати експериментальних досліджень зміни коефіцієнта подачі насосів НШ-50А-2

Час обкатки, год.	Робочий об'єм насоса, см ³ .	Робочий тиск, Р _р , Мпа.	Дійсна подача насоса, см ³ /об.	Коефіцієнт подачі насоса
Насос НШ-50А-2 (відновлений під 2-й ремонтний розмір, оброблений епіламом)				
10	50,0	14,0	43,6	0,872
20	50,0	14,0	43,4	0,868
30	50,0	14,0	43,1	0,862
40	50,0	14,0	42,8	0,856
50	50,0	14,0	42,7	0,854
60	50,0	14,0	42,7	0,854
Насос НШ-50-2 (відновлений під 2-й ремонтний розмір, не оброблений епіламом)				
10	50,0	14,0	43,7	0,874
20	50,0	14,0	43,4	0,868
30	50,0	14,0	42,8	0,856
40	50,0	14,0	42,5	0,850
50	50,0	14,0	42,3	0,846
60	50,0	14,0	42,1	0,842

Авторська розробка

Проведений аналіз отриманих результатів наведених в (таблиці 3) показує, що у насосів, деталі качаючих вузлів яких оброблені епіламом, при напрацюванні п'ятдесят годин спостерігається стабілізація подачі насоса (у насоса НШ-50А-2 вона становить 42,7 см³/об).



Наглядно отримані функціональні залежності підтверджується графічно на (рисунку 1).

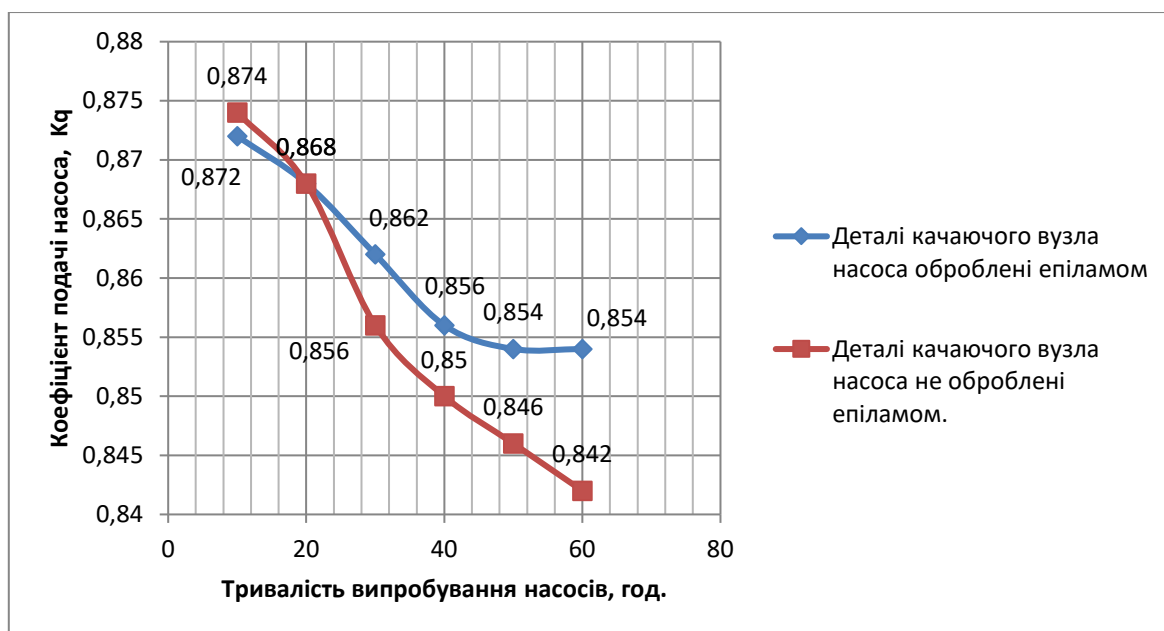


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта подачі (Kq) насоса НШ-50А-2 від часу випробувань

Авторська розробка

Детальніше дослідження графічної складової демонструє, що розбіжність між коефіцієнтами подачі насосів протягом перших двадцяти годин роботи є незначною і зумовлена загальним припрацюванням деталей та формуванням розмірних ланцюгів у з'єднаннях качаючого вузла, що виникає внаслідок стабілізації геометричного положення деталей. Це має аналогічний вплив на насоси, як оброблені так і необроблені епіламом.

Послідуюча різниця коефіцієнтів подачі насосів обумовлюється зміною структурних параметрів технічного стану деталей качаючого вузла, які обумовлені процесом їх припрацювання.

Водночас, у відновлених насосах НШ-50А-2, деталі качаючих вузлів яких оброблені епіламом, після напрацювання шістдесят годин коефіцієнт подачі на 2,3% більший, ніж коефіцієнт подачі у відновлених насосів без обробки епіламом.



Кращі показники коефіцієнта подачі для насосів, що були оброблені епіламом «Полізам-05», пояснюються тим, що на поверхні деталей формується шар орієнтованих молекул, які радикально міняють енергетичні властивості поверхні деталі не змінюючи її структуру, а лише модифікуючи її, надаючи робочим поверхням деталей антифрикційні, антиадгезійні та захисні властивості. При цьому, геометричні розміри оброблюваних деталей залишаються не змінними, так як товщина захисного шару плівки складає приблизно 40-80 Å (10^{-8} м), що не впливає на розмірний ланцюг качаючого вузла насоса.

Висновки.

В цілому отримані результати дослідження дають можливість зробити наступні висновки:

1. Із порівняльної оцінки прекурсорів для нанесення епіламного покриття на деталі качаючого вузла насоса НШ-К, оптимальним являється «Полізам-05», оскільки поєднує високу хімічну стійкість, добру адгезію, термічну стабільність і стійкість при роботі у мастильних середовищах, що вказує на забезпечення зростання міжремонтного ресурсу агрегату.

2. Узагальнений кореляційний аналіз впливу типу епіламного покриття на коефіцієнт тертя, зносостійкість та ресурс роботи спряжень насоса вказує на зниження коефіцієнт тертя, зменшення зносу та підвищення довговічності з'єднань, які працюють в умовах граничного або змішаного мащення.

3. В процесі обкатки відремонтованих шестеренних насосів, у яких деталі качаючих вузлів були оброблені епіламом, при напрацюванні п'ятдесят годин спостерігається стабілізація їх подачі, яка для насоса НШ-50А-2 становить 42,7 см³/об, що пояснюється формуванням на поверхні деталей шару орієнтованих молекул, які радикально міняють енергетичні властивості поверхні, надаючи поверхні антифрикційні, антиадгезійні та захисні властивості, тоді як у насосів, які не оброблювалися епіламом, на протязі всього періоду обкатки подача насоса зменшується і період її стабілізації відсутній.

4. Невелика різниця у коефіцієнтах подачі насосів протягом перших двадцяти годин експлуатації зумовлена загальним припрацюванням деталей та



формуванням розмірних ланцюгів у з'єднаннях насосного вузла. Це відбувається внаслідок стабілізації геометричного положення деталей. Такий процес однаково впливає на насоси, незалежно від застосування епіламів.

5. Застосування у технологічному процесі відновлення шестеренних насосів модифікації НШ-К операцій з обробки деталей качаючого вузла епіламом «Полізам-05», забезпечує збільшення коефіцієнта подачі насоса на 2,3 % в порівнянні з не обробленим насосом, після напрацювання шістдесят годин, і стабілізує процес припрацювання пар тертя, що вказує на збільшення післяремонтного ресурсу насоса в умовах експлуатації.

Література.

1. Мельянцов П. Т., Баранник В. І. Теоретичні дослідження показників довговічності відремонтованих насосів модифікації НШ-К // Zbiór raportów naukowych «Nauka i Utworzenie XXI Stulecia: Teoria, Praktyka, Innowacje», т. 7. – Opole : Diamond Trading Tour, 2013. – S. 54–58

2. Мельянцов П. Т., Падалко С. С. Підвищення експлуатаційної надійності гідравлічної системи підйомних механізмів автомобілів-самоскидів на основі статистичної оцінки надійності насосів // Zbiór artykułów naukowych «Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój, propozycje na rok 2015». – Warszawa : Diamond Trading Tour, 2015. – S. 51–54.

3. Мельянцов П. Т., Монтов А. М. Обґрунтування додаткових показників ремонтнопридатності насосів модифікації НШ-К гідравлічної системи трактора // Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej «Inżynieria i technologia. Współczesne problemy i perspektywy rozwoju». – Warszawa : Sp. z o.o. Diamond Trading Tour, 2017. – S. 36–40.

4. Мельянцов П. Т., Русакевич Д. В. Забезпечення ресурсу гідравлічних насосів на основі аналізу типових дефектів та способів їх усунення // Zbiór artykułów Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Technics and Technology". – London : Diamond Trading Tour, 2018. – S. 63–68.

5. Мельянцов П. Т., Лосіков О. М., Сидоренко В. К. Вплив технології капітального ремонту гідравлічних насосів модифікації НШ-К на їх



післяремонтну довговічність // Матеріали міжнар. конф. "Організація наукових досліджень в сучасних умовах '2025". – Вип. 30. – 21 березня 2025 р. – Сіетл, США : ProConference спільно з KindleDP, 2025. – С. 9–16. DOI: 10.30888/2709-2267.2025-30-00-019.

6. Мельянцов П. Т., Ісаєнко В. Ю. Підвищення експлуатаційної надійності гідравлічних насосів модифікації НШ-К застосуванням епіламних покриттів робочих поверхонь деталей // Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój, propozycje na rok 2016". – Warszawa : Sp. z o.o. Diamond Trading Tour, 2016. – S. 22–28.

7. Мельянцов П. Т., Соколов С. А. Оцінка ремонтної технологічності деталей шестеренного насоса модифікації НШ-К гідравлічної системи трактора // Zbiór artykułów naukowych recenzowanych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Technics and Technology". – London : Diamond Trading Tour, 2020. – S. 42–51.

8. Мельянцов П. Т. Опыт ремонта гидропривода ГСТ-90 на ремонтных предприятиях [Текст] / П. Т. Мельянцов, Б. Г. Харченко, И. Г. Голубев. – М.: Госагропром СССР. АгроНИИТЭИИТО, 1989. – 42 с.

Abstract. The paper considers the problem of increasing the post-repair durability of gear pumps of the NSh-K modification, which are widely used in hydraulic systems of mobile equipment. It is shown that the reduction in service life after repair is associated with the imperfection of the geometry of worn parts and the limited effectiveness of traditional restoration technologies. The feasibility of applying epilam coatings to the working surfaces of parts of the pump pumping unit as a means of improving anti-friction and protective properties is substantiated. A comparative characteristic of precursors (FDTS, FOTS, "Polizam-05") is presented, a correlation analysis of the influence of coating parameters on the friction coefficient, wear resistance, contact wetting angle and service life of the couplings is carried out. The optimal variant of the precursor for repair conditions of service enterprises is determined. The results obtained showed that in repaired pumps, the pumping units of which are treated with epilam, stabilization of the mating running-in processes is observed during the break-in process, which indicates an increase in the unit service life under operating conditions.

Keywords: hydraulic pump NSH-K, pumping unit, resource-limiting parts, epilam coating, "Polizam-05", repair size, feed rate, post-repair durability.

Стаття відправлена: 19.05.2025 р.

© Мельянцов П. Т.