

УДК 621.4.06

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF REPAIR TECHNOLOGY OF HYDRAULIC CYLINDERS OF TRACTOR HYDRAULIC SYSTEMS

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА РЕМОНТНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ГІДРОЦИЛІНДРІВ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ТРАКТОРІВ

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, Dnipro, S. Yefremova, 25, 49600

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

Дніпро, С. Єфремова, 25, 49600

Анотація. В роботі розглядаються питання з визначення показників ремонтної технологічності деталей гідроциліндра, які впливають на коефіцієнт відновленості деталей, трудомісткості відновлювальних операцій і собівартості ремонту гідроагрегату. Поставлена мета досягається визначенням ймовірнісної оцінки технічного стану деталей гідроциліндра, та врахуванням пристосованості їх конструкції і технології виготовлення до відновлення, складності ремонтного обладнання та економічної доцільності ремонту. Отримані результати показали, що показник ймовірності технічного стану деталей, які потребують ремонту, знаходиться в інтервалі 0,92...0,97. На ремонтну технологічність деталей, крім конструктивних особливостей, має вагомий вплив показник складності обладнання, який формує трудомісткість допоміжних операцій технологічного процесу. Резервом покращення показників ремонтної технологічності деталей слід вважати впровадження механізації виконання основних робі та використання прогресивних способів відновлення деталей.

Ключові слова: гідроциліндр, ремонт, дефекти, зношення, шток, корпус, технологічність, технічний сервіс, гідравлічна система трактора.

Abstract. The paper considers the issues of determining the repair manufacturability indicators of hydraulic cylinder parts, which affect the repairability coefficient of parts, the labor intensity of repair operations and the cost of repairing the hydraulic unit. The goal is achieved by determining the probabilistic assessment of the technical condition of hydraulic cylinder parts, and taking into account the adaptability of their design and manufacturing technology to repair, the complexity of repair equipment and the economic feasibility of repair. The results obtained showed that the probability indicator of the technical condition of parts requiring repair is in the range of 0.92...0.97. The repair manufacturability of parts, in addition to design features, is significantly influenced by the complexity of the equipment, which forms the labor intensity of auxiliary operations of the technological process. The reserve for improving the repair manufacturability indicators of parts should be considered the introduction of mechanization of the performance of basic operations and the use of progressive methods of restoring parts.

Key words: hydraulic cylinder, repair, defects, wear, rod, housing, manufacturability, technical service, tractor hydraulic system.

Вступ. Гідравлічна система тракторів, забезпечує автоматизацію технологічних операцій під час їх використання. У теперішній час значного поширення в гідросистемах тракторної техніки набули гідравлічні циліндри серії (Ц) двосторонньої силової дії. На відміну від інших вузлів гідроприводу (зокрема, шестеренних насосів, гідророзподільників а ін.), гідроциліндри

вирізняються конструктивною простотою, що позитивно впливає на рівень їхньої експлуатаційної надійності.

У ході функціонування гідравлічної системи трактора, гідроциліндри зазнають дії різновекторних навантажень, що виникають внаслідок коливань (вібрацій) під час маніпуляцій з навісним обладнанням (підйом-опускання плуга) або причепом (самоскидний кузов). Також спостерігається збільшення бокових сил, що діють на шток гідроциліндра в процесі його подовження (висування), які згодом перерозподіляються на передню торцеву кришку та поршень. Ці робочі умови спричиняють зміни в структурних характеристиках технічного стану деталей гідроциліндра. Найпершими та найбільш значними наслідками є об'ємні втрати робочої рідини, які відбуваються через порушення зовнішньої герметичності системи. Ця герметичність прямо залежить від якісного стану деталей сполучення, що формується у вузлі «шток – ущільнювач кришки».

Виникнення просочування оливи в даному спряженні сприяє проникненню твердих абразивних елементів у внутрішній простір гідравлічного циліндра. Це, у свою чергу, створює передумови для утворення гідроабразивного зношення на поверхнях тертя деталей з'єднання «корпус – поршень».

Зміна структурних параметрів деталей даного спряження приводить до зростання внутрішніх об'ємних втрат, за рахунок просочування робочої рідини через зазор із зони високого тиску в зону низького, що обумовлює зниження темпу підйому обладнання (такого як плуг, культиватор, причіпний кузов тощо), а згодом може призвести до повної втрати здатності до підйому.

Розгляд функціонування тракторів, у гідравлічних контурах яких використовуються гідроциліндри з подвійною силовою дією (її механізм забезпечує як примусове опускання, так і підняття навісного обладнання), виявив, що у звичайних умовах використання частка відмов, що стосується саме гідроциліндрів, сягає 28 відсотків [1].

Поглиблений розгляд чинників, що спричинили вихід гідроциліндрів із робочого стану представлено в (таблиці 1).

Таблиця 1 – Характерні дефекти складових частин гідроциліндра та їх частота виявлення

| Найменування блоку (деталі) | Стан структурної частини | Частота, % |
|-------------------------------|---|------------|
| 1. Передня кришка (ПК) | 1.1. Зношення отвору під шток | 17,8 |
| | 1.2. Зношення посадкового місця під гніздо гідромеханічного клапана | 2,8 |
| | 1.3. Зношення, зрив різьби під штуцер | 2,6 |
| 2. Шток гідроциліндра (ШГ) | 2.1. Зношення зовнішньої поверхні | 18,2 |
| | 2.2. Зношення вилки під палець | 6,6 |
| | 2.3. Зрив різьби | 1,8 |
| | 2.4. Згин штока | 5,4 |
| 3. Поршень гідроциліндра (ПГ) | 3.1. Зношення зовнішньої сторони поршня | 12,6 |
| | 3.2. Тріщини, поломки поршня | 2,7 |
| 4. Корпус гідроциліндра (КГ) | 4.1. Зношення внутрішньої поверхні | 16,6 |
| | 4.2. Деформація корпусу | 2,1 |
| 5. Задня кришка (ЗК) | 5.1. Зношення отвору в проушинах | 5,4 |
| | 5.2. Руйнування проушин | 0,6 |

Авторська розробка

За результатами конструктивно-функціонального дослідження встановлено, що найбільша частка відмов, а саме 36 % та 29,2 % відповідно, припадає на технічний стан таких місць з'єднань, як: «шток – ущільнювач кришки», «корпус – поршень».

Являється явним, що відновлення працездатності вище наведених спряжень можливе при проведенні поточних або капітальних ремонтів, які як правило, проводяться на спеціалізованих сервісних підприємствах.

Методи відновлення деталей та забезпечення необхідних допусків у місцях їх з'єднання (пасадок), з метою підтримки функціональності гідроциліндрів, детально висвітлені у працях [2, 3]. Вони переважно сфокусовані на досягненні оптимальних фізико-механічних характеристик робочих поверхонь деталей, що є запорукою їхньої довготривалої експлуатації після ремонту. Водночас, майже

повністю ігнорується ключовий взаємозв'язок між конструктивною пристосованістю деталей до ремонту (ремонтпридатністю) та обраними для цього методами. Саме цей зв'язок є критично важливим для гарантування 80% запланованого ресурсу гідроциліндра після ремонту, зменшення загальних витрат часу на ремонтні операції та зниження їхньої кінцевої вартості.

Метою роботи є – виявлення факторів, що впливають на показники ремонтної технологічності деталей гідравлічних циліндрів і обґрунтування заходів з впливу на них, для підвищення продуктивності технологічних операцій з їхнього відновлення.

Постановка задачі. Поставлена мета досягається вирішенням наступних задач: визначення кількісної статистичної оцінки технічного стану деталей гідроциліндра, які розподіляються за технологічними маршрутами: придатні деталі, не придатні і ті що потребують ремонту; провести кількісну оцінку ремонтної технологічності деталей з врахуванням пристосованості їх конструкції і технології виготовлення до відновлення.

Викладення основного матеріалу.

Рівень придатності деталей до ремонту, їхня «ремонтна технологічність», визначається тим, наскільки легко їх можна відновити до робочого стану. Цей параметр залежить від їхньої будови, особливостей виготовлення (технології), а також від того, наскільки сильно вони зношені чи пошкоджені.

Для того, щоб з'ясувати, як технічний стан деталей, які надходять на ремонт, впливає на їхню ремонтпридатність, слід спершу розрахувати ймовірність виникнення наступних взаємовиключних подій: деталь є цілком придатною і не потребує сервісного втручання P_{Π} ; деталь вимагає проведення ремонтних робіт P_p ; деталь визнана непридатною для подальшого використання чи ремонту $P_{\Pi.п.}$. Відповідно до положень теореми про суму ймовірностей: $P_{\Pi} + P_p + P_{\Pi.п.} = 1$.

Під час здійснення відновлювальних робіт на гідравлічних циліндрах, значна трудомісткість робіт концентрується на відновленні деталей спряжень: «шток - ущільнювач кришки», «корпус - поршень».

З огляду на зазначене, було ініційовано дослідження фактичного технічного стану гідроциліндрів, що надходили до ремонту. Оцінка імовірності певного технічного стану складових частин базувалася на процедурі дефектації, що виконувалася згідно з усталеними методиками [2]. Дані про імовірності технічного стану елементів гідроциліндрів представлені на графіку (рисунок 1).

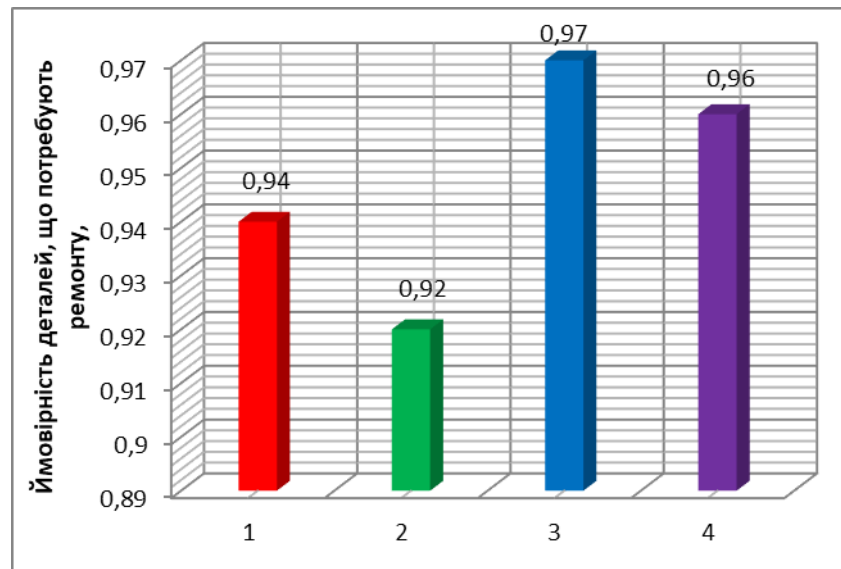


Рисунок 1 - Ймовірність технічного стану ресурсолітуючих деталей гідроциліндра, які потребують ремонту: 1 – корпус гідроциліндра; 2 – поршень; 3 – шток гідроциліндра; 4 – кришка передня

Авторська розробка

Аналіз отриманих результатів показує, що найбільшу ймовірність в потребі ремонту, яка знаходиться в інтервалі $P_p = 0,96 \dots 0,97$, мають деталі спряження «шток - ущільнювач кришки». Це пояснюється бічними невірноваженими навантаженнями, які приводять до зростання питомих навантажень в місцях контакту деталей і інтенсивному зношенню їх робочих поверхонь, яке починає проявлятися в порушенні зовнішньої герметичності гідроциліндра. Тривала експлуатація гідроциліндра з таким дефектом створює умови для прогресуючого гідроабразивного зношення деталей спряження «корпус - поршень», що прискорить ресурсну відмову гідроагрегату.

Відновлення цих несправностей доступне у спеціалізованих сервісних центрах. При не значному зношенні деталей, внутрішню поверхню корпуса

хонінгують, а на поршень встановлюється ремонтний комплект або виготовляють новий поршень.

Герметичність в спряженні «шток - ущільнювач кришки» забезпечують проведенням шліфування штока до видалення слідів гідроабразивного зношення, а в отвір кришки встановлюють нове ущільнення. Якщо структурні параметри технічного стану деталей досягли граничного значення то їх відновлюють, застосовуючи технологічні процеси, які характеризуються різними способами, які забезпечують відновлення деталей до номінальних розмірів.

Кількісна оцінка ремонтної технологічності деталей визначеного найменування буде формуватися з врахуванням її технічного стану при поступанні до ремонту, пристосованості її конструкції і технології виготовлення до відновлення, складності ремонтного обладнання та економічної доцільності ремонту. З врахуванням вище наведених факторів проводяться розрахунки показників ремонтної технологічності деталей гідроциліндра, результати яких представлені графічно (рисунок 2).

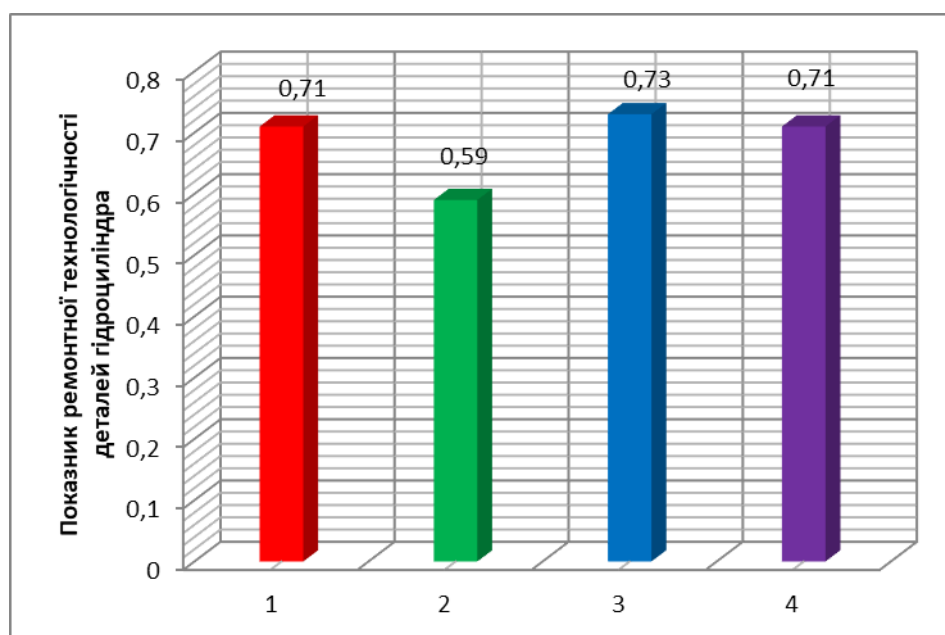


Рисунок 2 - Показники оцінки ремонтної технологічності деталей гідроциліндра ЦС-100: 1 – корпус гідроциліндра; 2 – поршень; 3 – шток гідроциліндра; 4 – кришка передня

Авторська розробка

Висновки.

Аналіз результатів показує, що найменшу ремонтну технологічність має поршень – 0,59, так як в процесі його ремонту в більшості випадків виготовляється новий поршень збільшеного розміру, що потребує значної кількості оснастки та обладнання, а також обумовлює зменшення коефіцієнта економічної ефективності.

Визначена оцінка ремонтної технологічності штока гідроциліндра – 0,73, обумовлюється високим показником придатності деталі до ремонту $P_p=0,97$, який отримано по результатам його дефектації, а також високим показником економічної доцільності відновлення штока.

Показники ремонтної технологічності корпусу гідроциліндра та його передньої кришки становлять – 0,71, що пояснюється не значною трудомісткістю допоміжних операцій, які складають 16-20 % від трудомісткості основних операцій та високим показником економічної доцільності відновлення деталей, в зв'язку з тим, що в них відновлюється тільки одна поверхня – внутрішні отвори під поршень і шток.

Покращення показників ремонтної технологічності деталей гідроциліндрів, можливе за умови впровадження на сервісних підприємствах передових способів відновлення зношених поверхонь деталей, що значно зменшить трудомісткість допоміжних операцій та підвищить показник економічної доцільності відновлення деталей.

Література.

1. 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: Wydawca Sp. z o.o. «Diamond Trading Tour», 2016. – S. 22–28.

2. Мельянцов П. Т., Тупчій І. В. Обґрунтування ефективних способів

забезпечення герметичності та підвищення зносостійкості ущільнювального вузла гідравлічних циліндрів // *Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej „Inżynieria i technologia. Osiągnięcia naukowe, rozwój, propozycje na rok 2016”*. – Warszawa: Wydawca Sp. z o.o. «Diamond Trading Tour», 2016. – S. 29–35.

3. Мельянцов П. Т., Цикало С. А. Теоретичний аналіз забезпечення герметичності та підвищення зносостійкості штокового ущільнювального вузла гідравлічних циліндрів // *Zbiór raportów naukowych „Inżynieria i technologia. 2014. Osiągnięcia, projekty, hipotezy”*. – Warszawa: Wydawca Sp. z o.o. «Diamond Trading Tour», 2014. – S. 47–52.

Тези відправлені: 25.10.2025 р.

© Мельянцов П. Т