

УДК 621.793

**Ю.В.Рябоволик, асп.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## Розробка технології відновлення корпусів пластинчато-роторних насосів

В статті викладено причини втрати продуктивності пластинчато-роторних насосів. Проаналізовано можливі способи нарощування металевго шару на зношені поверхні корпусів насосів при досягненні ними граничного зносу. Обґрунтовано і вибрано спосіб відновлення робочих поверхонь корпусів пластинчато-роторних насосів. Запропоновано технологію відновлення внутрішньої поверхні корпусу.

**пластинчато-роторний насос, знос, тертя, корпус, нарощування металевго шару, порошкові дроти, технологічний процес**

Пластинчато-роторні насоси (ПРН) відносяться до насосів об'ємного принципу дії.

Насоси використовують для відкачування повітря і неагресивних газів в металургії, хімії і нафтохімії, будівельній техніці, сільському господарстві, а також на транспорті або в установках для транспортування сипучих матеріалів, сушіння бетонних покриттів, в доїльних установках, а також в вакуумних системах загального призначення. [6].

Наприклад: пластинчато-роторний компресор ВР 8/2,2 правого і лівого обертання, який працює як в компресорному, так і в вакуумному режимі, призначений для аерозоль-транспорту сипучих матеріалів. Для комплектування вакуумних агрегатів, які використовуються в доїльних установках або інших машинах, де потрібна відкачка повітря, використовують насоси РВН 40/350, УВУ-60/45 і ін.[6].

Зниження продуктивності пластинчатого насосу відбувається внаслідок зносу основних деталей і як наслідок збільшення внутрішніх радіальних і торцевих перетікань газу. В новому насосі торцеві перетікання переважають над іншими внутрішніми перетіканнями і доходять до 50...60% [6], але по мірі напрацювання відбувається значне зростання частки радіальних перетікань, вони стають визначальними.

Розглянемо причини збільшення перетікання газу. Всмоктування, стискання та нагнітання газу у насосах даного типу здійснюється при зміні об'ємів камер, які складаються з ексцентрично розташованого ротора, пластин, корпусу та кришок насосу. Герметичність камер з торця забезпечується малими зазорами між ротором і боковими кришками, в радіальному напрямку – пластиною, яка під дією відцентрової сили притискається до корпусу насосу. Їх зношування відбувається в результаті тертя ковзання контактуючих поверхонь, при цьому в залежності від умов може спостерігатися сухе, граничне і напіврідинне тертя.

Сухе тертя з'являється при повній відсутності мастила і приводить до інтенсивного зносу ущільнень. При правильній експлуатації насосу цей вид тертя практично не спостерігається.

Граничне тертя спостерігається при недостатньому змащуванні та при запуску насосу, на контактуючих поверхнях утворюється тонкий шар змащувального матеріалу товщиною від одної молекули до 0,1 мкм. Наявність граничного шару знижує сили тертя порівняно з тертям без змащування в 2...10 разів, та зменшує знос пари тертя в сотні разів [1], але знос в цьому випадку залишається достатньо великим.

В період встановленої роботи пари тертя насосу працюють в умовах напіврідинного тертя. Даному виду тертя характерна одночасна наявність рідинного і граничного змащування. При такому виді тертя рідкий мастильний шар місцями витісняється і відбувається контактування поверхонь тертя. В точках контакту поверхонь спостерігається більш інтенсивне зношування ніж в місцях розділених шаром мастила, пластини починають зношуватись нерівномірно і поверхня тертя корпусу набуває хвилястого характеру, при цьому зменшується площа контакту в парі тертя, збільшується питоме навантаження і температура, що ще більше підвищує знос.

Тертя не єдина причина зносу деталей насосу, в зону тертя попадає пил, який засмоктується разом з повітрям, продукти зносу, це приводить до абразивного зношування. Абразив попадаючи на масляну поверхню прилипає до неї, а в деяких випадках і в'їдається в неї в результаті чого при контактуванні відбувається царапання площини. Найбільш схильними до цього є корпус, бокові кришки і пластини насосу на робочих поверхнях яких утворюються риски і задири, що призводить до зниження надійності ущільнень. Певний вплив на інтенсивність зносу здійснюють і окислювальні процеси. Під впливом навколишнього середовища відбувається утворення окисних плівок, які легко руйнуються в процесі тертя, а потім з'являються знову.

Однією з відповідальних деталей насосу, яка зношується в процесі роботи є корпус. Ця деталь має три ремонтні розміри, а далі корпус переходить в розряд неремонтопридатних. Наприклад у корпусі насосу РВН 40/350 при номінальному діаметрі кола робочої поверхні рівному 146 мм граничний розмір діаметру рівний 150 мм.

Проте, необхідність і можливість відновлення корпусів із зносом, що перевищують граничні значення, є цілком доцільною. У зв'язки з цим ми вважаємо, що переведення цілої групи корпусів ПРН з категорії неремонтопридатних деталей в групу ремонтпридатних і розробка технології відновлення цієї групи, а точніше технології реновації, безумовно представляють певний науковий і практичний інтерес.

Розглянемо можливі сучасні способи нанесення покриття при відновленні внутрішніх поверхонь корпусів ПРН у вигляді представленої схеми на рис.1 і зробимо короткий їх аналіз.

Аналізуючи запропоновану класифікацію можливих способів нарощування металевому шару на зношені поверхні чавунних деталей (рис. 1), компенсуючого зміну геометричних розмірів деталі внаслідок зносу, можна розділити всі способи на дві групи.

Перша група способів забезпечує нанесення на зношені поверхні деталей монолітного шару металу, який утворюється різними способами наплавлення, або використанням гальванічних методів нанесення покриттів.

З приведених джерел [7,8,9,10] відомо, що всі наплавлені технології нанесення покриттів на чавунні деталі дуже складні через наявність вільного вуглецю в структурі чавуну і фізико-хімічних властивостей, які сприяють відбілюванню чавуну, утворенню тріщин, пор і ін. дефектів. Застосування електродного дроту ПАНЧ-11 і потоку повітря як захисного середовища при вібродуговому наплавленню підвищують якість наплавленого шару, але ці способи наплавлення не можуть забезпечити необхідну продуктивність відновлення корпусів ПРН.

Гальванічне покриття - залізнення також дуже трудомістке і не забезпечує надійне зчеплення нарощеного шару з підкладкою.

Друга група - забезпечує нанесення на поверхню деталі мікропористого шару (за рахунок нанесення порошкових покриттів, а також покриттів з порошкових дротів). У цьому випадку використовуються електро- і газове напилення (електрична дуга, газополум'яне, детонаційне), а також електроконтактне напикання металевих порошоків. При використанні напилення, напикання і ін. методів порошкової металургії використовується широкий вибір матеріалу (тугоплавкі метали, карбіди, бориди, нітриди, оксиди і ін.).

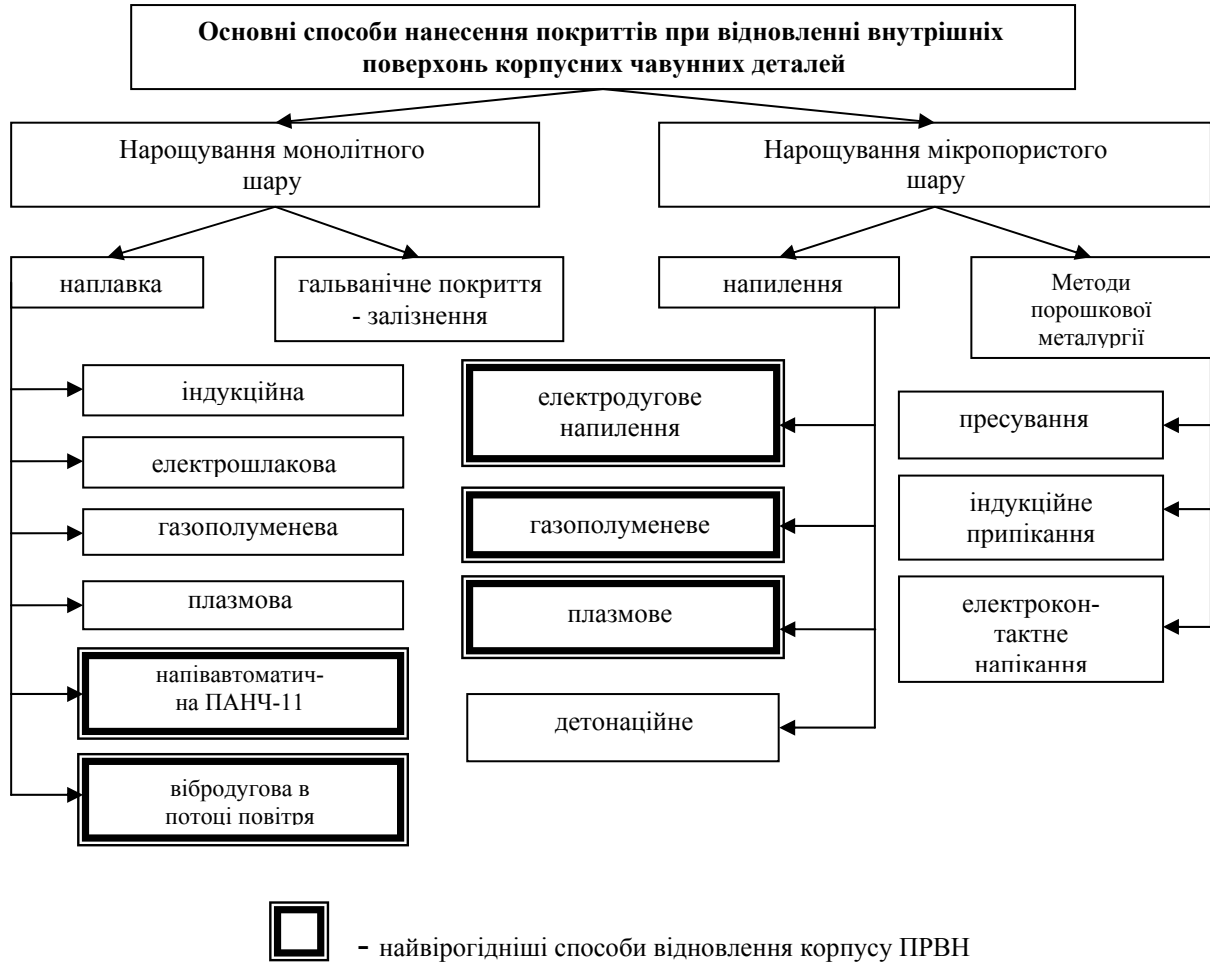


Рисунок 1 – Можливі способи відновлення ВП корпусних чавунних деталей

Використання покриттів з порошкових дротів забезпечує різке підвищення зносостійкості відновленої поверхні зношеної деталі, що приводить до значного збільшення післяремонтного ресурсу такої деталі [4,12], але перепорою для широкого застосування електродугового напилення для відновлення внутрішніх поверхонь деталей машин є затруднена обробка покриттів лезовим інструментом. Здебільшого для обробки зносостійких електродугових покриттів застосовується шліфування на спеціальних режимах [2,3]. Це обумовлено високою твердістю, пористістю, схильністю до тріщиноутворення, наявністю включень карбідів та боридів. Разом з тим шліфування внутрішніх поверхонь корпусних деталей пов'язано з значними технологічними труднощами, через необхідністю застосування спеціалізованого обладнання та ріжучого інструменту. Тому для покращення придатності електродугових покриттів до механічної обробки лезовим інструментом були розроблені спеціальні електродні порошкові дроти карбідного та мартенситного типу зміцнення [13,14].

Аналіз способів другої групи нарощування мікропористого шару (рис. 1) [5,9,11], з урахуванням конструктивних особливостей корпусів ПРН, дозволив

однозначно визначити, що по продуктивності процесу, товщині нарощуваного шару, міцності зчеплення шару з основою, когезійній міцності шару, зносостійкості і ін. показникам, спосіб електродугового напилення є єдиним прийнятним способом відновлення корпусів ПРН.

Технологічний процес відновлення *робочої* внутрішньої поверхні корпусу ПРН складається з наступних операцій:

– *дефектування*

Контроль здійснюється індикаторним нутроміром по ГОСТ 868-83. Приймка деталей здійснюється згідно ОСТ 70.0001.026-73. Виявляється наявність тріщин на поверхні. Контроль проводиться ультразвуковим дефектоскопом УД-7Н згідно з ГОСТ 428-71 або візуально за допомогою лупи ЛП1 - 7Х (ГОСТ 25706-83);

– *попереднє розточування*

Внутрішня поверхня попередньо розточується на величину при якій всі дефекти (хвилястість, конусність, риски і задири) зникнуть. Обробка проводиться на вертикально-розточному верстаті 2733 розточним різцем;

– *знежирення*

Корпуси виварюють в мийній камері ТП 50271. 00344 в розчині знежирення, склад якого показано в таблиці 1. Корпуси проварюються в розчині на протязі 15...20 хв. при температурі 60...70°C. Контроль якості знежирення проводиться по змочуваності поверхні корпусу згідно ГОСТ 9.402-80. Після закінчення процесу корпус продувається стисненим повітрям кл. 13 (ГОСТ 17433-80).

Таблиця 1- Склад розчину знежирення

Назва компоненту ( ГОСТ або ТУ)	Кількість, г/дм <sup>3</sup>
Натрій їдкий технічний ( ГОСТ 263-79 )	20 - 30
Сода кальцинована технічна (ГОСТ 5100-85Е)	20 - 30
Скло натрієве рідке (ГОСТ 13078-81 )	3 - 5
Тринатрій фосфат (ГОСТ 201-76Е)	30 - 50
Вода питна ( ГОСТ 2874-82)	до 1 дм <sup>3</sup>

– *токарна: нарізка рваної різьби*

Нарізка рваної різьби виконується різьбовим різцем на вертикально-розточному верстаті 2733. Іноді також проводять і дробо-струменеву обробку.

Після обробки заборояється доторкатись до підготовленої поверхні корпусу;

– *напилення*

Напилення проводиться не пізніше ніж за 2 години після токарної обробки. Нанесення покриття проводиться на переобладнаному вертикально-розточному верстаті 2733 (рис.2) на наступних режимах : U – 28...32В, I – 180...250 А, дистанція - 100 мм., швидкість обертання деталі – 120...150 об/хв, Р – 0,5 МПа, товщина шару - 3 мм;

– *слюсарна обробка*

Поверхні корпусу, на які під час процесу нанесення покриття попали частки покриття, очищуються від залишків напилення та фарби за допомогою щітки металевій РСТ 1454-71, зубила 2810-0218 Н12 х 1 (ГОСТ 7211-86);

– *розточна*

Механічна обробка корпусу здійснюється не раніше ніж через 48 годин після дугового напилення. Розточування здійснюється на верстаті 2733 до номінального розміру на наступних режимах: частота обертання шпінделя - 1200 об/хв; подача різця 0,1 мм/об.; припуск на обробку – 1,0 мм, глибина точіння - 0,5 мм. Контроль проводиться нутроміром 8144-06204Д (ГОСТ 6507-90). На рис. 3 показано напилений і розточений корпус ПРН;

– *контроль*

Перевіряється якість відновленої поверхні візуально або за допомогою лупи ЛП1-7Х (ГОСТ 25706-83) згідно з ГОСТ 8.304-84( СТ СЕВ 4202-83) "Покриття металізаційні". При наявності тріщин, сколів і подряпин корпус відправліється на повторне відновлення. Контролюється також відповідність геометричних розмірів робочої поверхні корпусу.



1 - розпилююча головка; 2 – деталь; 3 – план-шайба; 4 – стіл поворотний; 5- пульт керування; 6 – блок живлення металізатора; 7 – апарат дугового напilenня; 8 – механізм подачі дроту; 9 – вертикально-розточний верстат

Рисунок 2 – Установка електродугового напilenня



Рисунок 3 – Напилений і розточений корпус пластинчато-роторного вакуумного насосу РВН 40/350

В комплект обладнання ділянки електродугового напilenня входить: джерело струму ВС-500; камера для очищення і знежирення деталей; вертикально-розточний верстат 2733; верстат для електродугового напilenня; система стисненого повітря тиском 0,6 МПа; система очищення і відділення вологи з транспортуючого газу; система очищення відпрацьованого газу; система вентиляції.

Висновки:

1. При аналізі процесів, які відбуваються при роботі ПРН визначено причини втрати продуктивності пластинчато-роторних насосів, встановлено їх граничні зноси.
2. Обґрунтовано доцільність відновлення робочих поверхонь корпусів ПРН.
3. Із зробленого аналізу літературних джерел видно, що спосіб електродугового

напилення є єдиним прийнятним способом відновлення корпусів ПРН.

4. Розроблено технологічний процес відновлення робочої внутрішньої поверхні корпусу ПРН.

## Список літератури

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника / Гаркунов Д. Н. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
2. Кречмер Э. Напыление металлов, керамики и пластмасс / Кречмер Э. - М.: Машиностроение.1966. - 432 с.
3. Хасуи А. Наплавка и напыление / Хасуи А., Мorigаки О. - М.: Машиностроение, 1985. 240 с. ,
4. Авдеев М.В. Технология ремонта машин и оборудования / Авдеев М.В., Воловик Е.Л., Ульянов И.Е. - М.: Агропромиздат, 1986. - 247 с.
5. Батишев А.Н. Восстановление сельскохозяйственной техники / Батишев А.Н., Голубев И.Г., Лялякин В.П. - М.: Информагротех, 1995. - 296 с.
6. Механические вакуумные насосы / [Е.С. Фролов, И.В. Автономова, В.И. Васильев и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 288с.
7. Надежность и ремонт машин / [Курчаткин В.В., Тельнов Н.Ф., Ачкасов К.А. и др.]- М.: Колос, 2000. -776 с.
8. Ремонт машин в агропромышленном комплексе / [Юдин М.И., Савин И.Г., Кравченко В.Г. и др.]. - Краснодар: КГАУ, 2000. - 688 с.
9. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учебное пособие / [Черноиванов В.И., Бледных В.В., Северный А.Э., Ольховацкий А.К. и др.]; под ред. В.И.Черноиванова. - Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003. - 992 с.
10. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л.Воловик. - М.: Колос, 1981.-351 с.
11. Пантелеенко Ф.И. Восстановление деталей: справочник / Пантелеенко Ф.И., Лялякин В.П., Иванов В.П., Константинов В.М. [под ред. д.т.н. проф. В.П.Иванова]. - М.: Машиностроение, 2003. - 672 с.
12. Клейман А.Ш. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники электрометаллизационными покрытиями из порошковых проволок на основе ферросплавов: автореф. дис. на соискание уч. степени канд.техн.наук: спец. 05.20.03 “Эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники” - Кишинев, 1990. - 19 с.
13. Пат. 42414 U Україна, МПК(2009) В23К 35/24. Порошковий дріт для одержання відновних електродугових покриттів, придатних для обробки лезовим інструментом / В.І.Похмурський, М.М.Студент, С.І.Маркович, О.Й.Мажейко, Ю.В.Рябоволик; заявник і патентовласник Кіровоградський національний техн. ун-т, Фізико-механічний ін-т ім.Г.В.Карпенка НАН України. - № u200813016; заявл. 10.11.2008; опубл. 10.07.2009, Бюл.№3.
14. Мажейка О.Й. Розроблення електродугових покриттів з порошкових дрітків для відновлення внутрішніх поверхонь деталей машин / О.Й.Мажейка, С.І.Маркович, Ю.В.Рябоволик, М.М.Студент // Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб. – К.: НАУ, 2008. – Вип. 49. – Т.2. – С.112 – 117.

*Ю.Рябоволик*

### **Разработка технологии восстановления корпусов пластинчато-роторных насосов**

В статье изложены причины потери производительности пластинчато-роторных насосов. Проанализированы возможные способы наращивания металлического слоя на изношенные поверхности корпусов насосов при достижении ими предельного сноса. Обоснован и выбран способ восстановления рабочих поверхностей корпусов пластинчато-роторных насосов. Предложено технологию восстановления внутренней поверхности корпуса.

*Yu.Ryabovolik*

### **Development of technology of proceeding corps plate-rotor pumps**

In the article reasons of loss of the productivity are expounded plate-rotor pumps. The possible methods of increase of metallic layer are analysed on the threadbare surfaces of corps of pumps at achievement by them maximum tearing down. Grounded and chosen method of proceeding in the workers surfaces of corps of plate-rotor pumps. Technology of proceeding in the internal surface of corps is offered.

Одержано 25.11.09