

## ПОШУК ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ (ВІДНОВЛЕННЯ) ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ ДЛЯ РЕМОНТУ КОМПРЕСОРИВ

Смєлов А.О. к.т.н.,  
Таврійський державний агротехнологічний університет,  
м. Мелітополь, Україна

**Summary:** the article examines the technological methods of manufacturing bearings for the repair of compressors. An assumption is made about the possibility of using the method of centrifugal induction baking with low energy consumption.

**Keywords:** compressor, anti-friction pair, liner, technological method, energy consumption, bearing reliability.

**Постановка проблеми.** Відомо що працездатність підшипника ковзання в значній мірі визначається матеріалом вкладишів та способом їх виготовлення. Матеріал вкладиша повинен бути обраний так, щоб у комбінації з матеріалом шийки була утворена антифрикційна пара. До підшипникових матеріалів можуть бути пред'явлені наступні комплексні вимоги, відповідні до основних критеріїв працездатності підшипників [1]:

- а) низький коефіцієнт тертя;
- б) високий опір зношуванню й заїданню;
- в) достатня втомлісна міцність.

Технологія виготовлення вкладишів для компресорів у Мелітополі полягає в наступному. Заготованка - бронзова труба діаметром 197 мм нагрівається в печі до 400° С. Потім встановлюється у обертач, внутрішня поверхня оброблюється кислотою, наноситься підшар - полуда і потім заливається бабіт. Має місце перевитрата бабіту тому що його товщина потрібна всього 0,7 мм.

Недоліки методу:

1. Велика трудомісткість і собівартість;
2. Великі енерговитрати при виготовленні вкладишів;
2. Брак при виготовленні;
3. Відшарування бабіту при обробці і експлуатації.

Завдання - запропонувати технологічний спосіб виготовлення вкладишів позбавлений зазначених недоліків.

**Основні матеріали дослідження.** На сьогоднішній день відомі наступні технологічні способи виготовлення вкладишів підшипників [2]:

### **Біметалічні й триметалічні підшипники**

Біметалічні підшипники мають сталеву основу, що забезпечує жорсткість і натяг у тяжких умовах підвищеної температури й циклічних навантажень. Другий шар матеріалу складається з антифрикційного сплаву. Його товщина відносно невелика – близько 0,3 мм. Товщина цього шару є

важливою характеристикою, що забезпечує припрацьовуваність і адаптивність до відносно більших геометричних дефектів. Біметалічний підшипник також має гарну абсорбційну здатність, поглинаючи як дрібні, так і великі вclusions в маслі

Крім сталевий підстави триметалічний підшипник має проміжний шар з мідного сплаву, що містить 20-25% свинцю як твердого змащення та 2-5% олова для зміцнення міді. Третій шар являє собою покриття на основі свинцю, яке також містить близько 10% олова, що підвищує корозійну стійкість сплаву і кілька відсотків міді для зміцнення. Товщина покриття становить усього 12-20 мкм. Мала товщина покриття підвищує його втомлісну міцність, однак знижує антифрикційні властивості (припрацьовуваність, абсорбційну здатність, опір схоплюванню), особливо якщо м'яке покриття було піддано зношування.

М'які властивості біметалу трохи нижче, чим у триметала, однак вони не обмежені товщиною покриття, тому біметалічні підшипники здатні припрацьовуватися до відносно великих неспіввідношень і іншим геометричним дефектам. З іншої сторони втомлісна міцність (максимальне навантаження) біметалічних підшипників нижче (40-50 МПа), чим в триметалічних (60-70 МПа).

Крім того, загальним недоліком перерахованих вище способів є необхідність (за умовами технології виробництва) використання, як сталевий основи біметалічної заготовки, маловуглецевих сталей, які мають невисоку міцність, що найчастіше приводить до порушень геометричних параметрів вкладишів у процесі експлуатації, а отже, до зниження надійності роботи підшипників.

### **Плазмове напилювання**

За прототип прийнятий спосіб виготовлення вкладишів підшипників ковзання ДВЗ [2]. Цій спосіб включає плазмове напилювання антифрикційних шарів із бронзових порошків на сталеву основу тонкостінного вкладиша. Після плазмового напилювання робочий шар має дрібнопористу структуру, що дозволяє утримувати масло на робочій поверхні в умовах недостатнього змащення.

Недоліком цього способу є те, що для плазموутворення використовується інертний газ аргон і його суміші, який при напилюванні не може забезпечити надійного захисту розплавлених часток порошку від кисню повітря. Це веде до окиснення часток, що формують покриття й, як наслідок, до зменшення адгезії покриття до прошарку. Крім того, спосіб виготовлення вкладишів передбачає для підвищення антифрикційних властивостей просочення покриття розчинами які містять сіру, їх нагрівання й витримку при певній температурі, що ускладнює й подовжує технологічний цикл. Іншими недоліками аргону є його дефіцитність і дорожнеча.

### **Індивідуальне заливання антифрикційного матеріалу**

Відомий також спосіб виготовлення вкладишів підшипників ковзання, що включає індивідуальне заливання антифрикційного матеріалу в

попередньо оброблену трубу, розрізання отриманої біметалічної трубчастої заготовки на вкладиші й подальшу чистову обробку [2].

Недоліками даного способу є низькі продуктивність і коефіцієнт використання матеріалів, а також необхідність використання свого розміру заготовки - труби для кожного типорозміру вкладиша.

Відомий також спосіб виготовлення вкладишів, що включає в себе процес нанесення пластини антифрикційного сплаву на сталеву основу методом зварювання вибухом, штампування з отриманої біметалічної смуги заготовок вкладишів і подальшу чистову механічну обробку вкладиша [2].

Недоліком цього способу є неможливість виготовлення підшипників з антифрикційним шаром зі свинцевої бронзи, тому що цей матеріал не є деформуємим і не може бути отриманий у вигляді тонкого листа із заданою структурою розподілу свинцю в бронзі та без металургійних дефектів, не припустимих у навантажених підшипниках ковзання.

Крім того, загальним недоліком перерахованих вище способів є необхідність (за умовами технології виробництва) використання, як сталеві основи біметалічної заготовки маловуглецевих сталей, які мають невисоку міцність, що найчастіше приводить до порушень геометричних параметрів вкладишів у процесі експлуатації, а отже, до зниження надійності роботи підшипників.

#### **Відцентрове індукційне напівання**

На наш погляд найбільш перспективним способом є спосіб відцентрового індукційного напівання композитними порошками [3]. Деталь втулка, або два піввкладиша обертаються. За рахунок відцентрових сил порошок, що напівкається рівномірно розподіляється та притискається до внутрішньої поверхні. Нагрівання здійснюється за рахунок внутрішнього індуктора установки СВЧ. Напівання дозволяє одержати зносостійкий шар на поверхні вкладиша за рахунок збереження фізико-механічних властивостей порошкового матеріалу й створення маслоємної поверхні за рахунок оптимальної пористості покриття. Процес наступної механічної обробки не вимагає нестандартного металорізального устаткування.

**Висновок.** Проведений аналіз технологічних методів виготовлення підшипників ковзання для ремонту компресорів дає підставу припустити можливість застосування із цією метою методу відцентрового індукційного напівання з малими енерговитратами.

#### **Список літератури.**

1 ДСТУ ISO 4378-1:2018 (ISO 4378-1:2017, IDT) Вальниці ковзання. Терміни та визначення, класифікація та умовні позначки. Частина 1. Конструкція матеріалів для вальниць та їхні властивості –Київ:ДП «УкрНДНЦ», 2019. - 23 с.

2. Борисов В.М. Технология компрессорного и холодильного машиностроения /В.М.Борисов Учебное пособие - Казань: Изд-во КНИТУ, 2012. - 140 с.

3. Моисеев В.В. Повышение межремонтного ресурса гильз цилиндров автомобильных двигателей центробежным индукционным напеканием в условиях ремонтных предприятий госагропрома: Дисс... канд. техн. наук. 05.20.03. – М.: 1987. - 334 с.

УДК 631.3

## **ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА МІСЦЕ РОЗТАШУВАННЯ ПУНКТУ УТИЛІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

Сорваніді Ю.Г., кандидат технічних наук,

Бондар А.М., кандидат технічних наук,

Новик О.Ю., інженер.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна*

**Summary:** *From the position of utilization with utilization, special technology, technical technology, we will add the object. When transporting such technologies and technical support for the brigade, as a guard, first of all, the technical equipment was used for transport services and training until utilization without reference to every other person on a personal training basis for use on a personalized basis for personal training on a personal basis for training on a personal basis without prior notice. For isogo, as a rule, it is necessary to carry out a partial repair of a vehicle for dismantling viroons in parts, just like the floor and transport in special vehicles.*

**Keywords:** *utilization, point, vitrati, income, radius service, misse roztashuvannya, rozrahunkiv butt*

**Постановка проблеми.** Стационарні пункти утилізації певної потужності мають відповідну зону обслуговування, розмір якої характеризується оптимальним радіусом обслуговування. З розширенням зони обслуговування підприємства істотно збільшуються витрати часу і матеріально-технічних засобів на доставку техніки на майданчик-накопичувач. Ці витрати повинні компенсуватися за рахунок компонентів переробленої техніки, що реалізуються.

**Основні матеріали дослідження.** Сума витрат на виконання робіт по переробці техніки і доставку її на підприємство[3]:

$$C_{\Sigma} = C_c + C_T \quad (1)$$

де  $C_{\Sigma}$  - сумарні витрати на утилізацію з урахуванням транспортних витрат, грн.;

$C_c$  - повна собівартість виконання операцій на підприємстві по утилізації, грн.;

$C_T$  - витрати по доставці техніки на підприємство, грн.

Доход від реалізації матеріалів, отриманих в результаті переробки техніки, що вийшла з експлуатації, визначається в загальному випадку матеріальним складом одиниці техніки, її масою, станом, залишковим