

**Дудчак Т.В.,
Дудчак В.П.,
Вільчинська Д.В.,
Остапенко Р.М.**

Подільський державний аграрно-технічний
університет,
м. Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: dvp48@i.ua

ДО ПИТАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ ЗАГЛИБЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАСОСІВ ПОЛІМЕРНИМИ КОМПОЗИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

УДК 678.026.3.004.14.621.7

Викладенні результати досліджень зносостійкості радіальних підшипників ковзання заглиблювальних насосів, розроблена технологія їх відновлення, визначенні найбільш характерні відмови заглиблювальних електродвигунів, виробництву запропоновані ремонтні розміри радіальних підшипників ковзання.

Ключові слова: радіальні підшипники ковзання, насос, відновлення.

Вступ

Проблема води – одна з найбільш гострих проблем, і вона не може бути вирішена тільки за рахунок поверхневих джерел. Частка підземних вод не перевищує 6,5 % і стримується дефіцитом свердловинних електронасосів, їхнім низьким ресурсом роботи.

Свердловинний електронасос через особливості умов роботи не може бути підданий огляду, ревізії і регулюванню в ході експлуатації. При виникненні першого ж відмовлення електронасос замінюється новим чи з ремонту. Для заміни електронасоса необхідно демонтувати систему трубопроводів зі свердловини глибиною 30 ... 250 м, а потім усе змонтувати в зворотному порядку. Це вимагає великих матеріальних витрат і часу.

При ремонті заглиблювальних електродвигунів на ремонтних підприємствах використовують різні, часто малоефективні способи усунення дефектів, які не дозволяють забезпечити комплектацію ремонтних об'єктів деталями і складовими частинами з параметрами не нижче рівня нових. Через відсутність запасних частин, неможливості усунення деяких дефектів в конкретних умовах ремонтного підприємства на відремонтовані заглиблювальні електродвигуни і насоси встановлюють деталі з граничним спрацюванням і з відхиленням технічних умов. Таке положення обумовлює низький післяремонтний ресурс капітально відремонтованих електродвигунів, що складає 65 - 70 % від нового .

Аналіз останніх досліджень

Фундаментальні дослідження при створенні антифрикційних полімерних матеріалів для підшипникових спряжень, та вивчення їх фізико-механічних властивостей були проведені: В.А. Білим, Г.А. Гороховським та ін. [1, 2, 3].

Особливу роль у дослідженні властивостей полімерних матеріалів вніс колектив Інституту металополімерних систем (ІМПС).

Застосування в підшипникових вузлах антифрикційних полімерних покриттів найбільш ефективно і обумовлено цілим рядом їх переваг. Мала товщина шару покриття економічна і значно підвищує стійкість до навантажень, адгезійну міцність з основою, тепловідвід із зони тертя, точність лінійних розмірів, знижує коефіцієнт тертя і підвищує зносостійкість [4]. Крім того, до переваг полімерних покриттів, поряд з високою технологічністю їх нанесення, варто віднести можливість багаторазового відновлення одної і тієї ж деталі. При зносі антифрикційного покриття, полімерний шар легко видаляється і після відповідної обробки наноситься новий шар.

Мета роботи

Дослідити спрацювання радіальних підшипників ковзання електрозаглиблювальних насосів та розробити технологію їх відновлення.

Виклад основного матеріалу досліджень

Галузевими стандартами передбачений випуск 198 типорозмірів свердловинних електронасосів, 36 типів насосів із трансмісійним валом, 30 типів осьових заглиблювальних насосів, 12 типорозмірів насосів для забруднених вод і ін. У даний час є реальна можливість підвищити середній ресурс свердловинних електронасосів до 20 ... 25 тис.год. При цьому необхідно вирішити проблему захисту від корозії

робочих органів і корпусних деталей, підвищити зносостійкість радіальних і осьових підшипників, використовувати обмотувальні проводи заглиблювальних електродвигунів з водостійкою ізоляцією, які б витримували підвищену температуру та ін.

Різні умови і режими, а також конструктивні особливості деталей заглиблювальних електродвигунів передумовлюють великий розбіг показників їх надійності та довговічності. Так, в результаті дослідження ремфонду електроремонтних підприємств встановлено, що електродвигуни, які проробили до ремонту один рік складають – 14 %, два роки – 33 %, три роки – 21 %, чотири роки – 17 %, п'ять років – 6%. Понад п'ять років – 9 %. Тому величини спрацювання і характер дефектів деталей електродвигунів характеризуються великою різноманітністю і мають суттєві розбіжності.

Найбільш характерні відмови заглиблювальних електродвигунів це: згоряння обмоток статора (50 ... 82 %); спрацювання радіальних гумометалевих підшипників (25 ... 60 %); вихід з ладу упорних підшипників (54 ... 64 %); спрацювання ущільнень валів електродвигунів (30 ... 48 %); руйнування короткозамикаючих кілець роторів (15 ... 20 %). Заглиблювальні електродвигуни працюють у важких умовах: коливання напруги, значні пускові навантаження, запіскованість скважен, підвищений вміст солей, лугів, агресивних домішок, температур до 90 °С та ін.

Об'єктом дослідження були електронасоси типу ЕЦВ-6, що складають близько 54 % усього випуску електронасосів, які застосовуються в сільському господарстві.

Насоси типу ЕЦВ призначені для роботи в неагресивній воді з температурою до +25 °С, загальної мінералізації не більш 1500 мг/л із сухим залишком хлоридів, сульфатів і сірководнів і змістом механічних домішок 0,01 % по вазі.

Існує 57 типорозмірів заглиблювальних електронасосів ЕЦВ для скважен діаметром 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16 дюймів.

Як привід заглибних насосів ЕЦВ застосовуються водозаповненні електродвигуни ПЕДВ.

При спрацюванні зовнішніх поверхонь втулок підшипників вала ротора на величину, що перевищує допустиму, працездатність сполучення «втулка підшипника вала – гумометалевий підшипник щита» відновлюють способом ремонтних розмірів.

Нами зроблений аналіз спрацювання внутрішнього діаметра радіальних підшипників електродвигунів ПЕДВ 2,8-140, ПЕДВ 4,5 - 140 з наступною математичною обробкою результатів вимірювання.

Гістограма розподілу максимальних значень внутрішнього діаметра зображена на рисунку 1.

Отримано рівняння Вейбулла, що апроксимує дослідний розподіл:

$$F(x) = K \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{x - a}{b} \right)^e \right] \right\} = 105,1 \cdot [1 - \exp(-0,0125 - 1,125)], \quad (1)$$

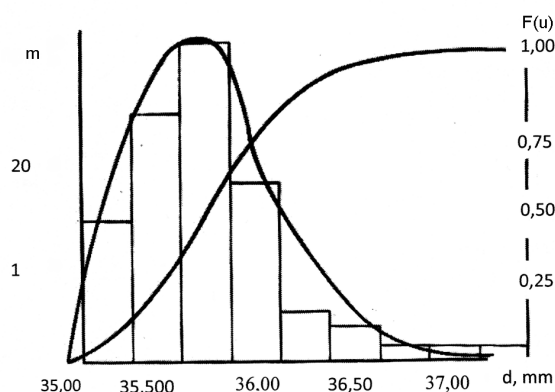


Рис. 1 – Гістограма розподілу, теоретична функція розподілу і функція щільності розподілу вибірки максимальних значень внутрішнього діаметра радіальних підшипників: d – внутрішній діаметр, мм; m – частота; $F(u)$ – функція розподілу

Математичне чекання для розподілу Вейбулла складає 35,66 мм, а гранично допустимий розмір по технічних вимогах 35,25 мм. Підставляємо ці значення в рівняння (1) одержимо:

$$F(125) \approx 0,12.$$

Тобто, менш 12 % підшипників задовольняє технічним вимогам по внутрішньому діаметру. Зовнішня поверхня гумометалевого підшипника практично не зношується.

Забезпечення первісного зазору в зазначеному сполученні одержується за рахунок зменшення зовнішнього діаметру втулок вала і виготовлення гумометалевих підшипників ремонтних розмірів зі

зменшеними внутрішніми діаметрами. При цьому цілком відновлюється працездатність сполучення, тому що обробка під ремонтні розміри здійснюється з тими ж допусками, з якими виготовляються нові деталі. Розміри ремонтних втулок роторів представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Тип електродвигуна	Розміри ремонтних втулок			
	Діаметр втулки, мм			
	Номінальний	1 ремонт	2 ремонт	3 ремонт
ПЕДВ-140	-0,15 35 -0,20	-0,15 34,5 -0,20	-0,15 34 -0,20	-0,15 33,5 -0,20

Втулки підшипників вала ротора, які мають тріщини або спрацювання, величина яких обумовлює неможливість перешліфовки на ремонтні розміри, видаляють, після чого запресовують нові втулки й обробляють шліфуванням до номінального розміру. Для забезпечення легкості зняття втулок їх попередньо проточують на токарному верстаті до ослаблення посадки, або нагрівають до температури 300 ... 400 °С з використанням індукційного нагрівання. Нові втулки виготовляють зі сталі 40Х13 з припуском по зовнішньому діаметрі в межах 0,25 ... 0,3 мм під шліфування. Виготовлені втулки піддають термічній обробці до твердості HRC 38 ... 42.

При спрацюванні посадочного місця в підшипниковому щиті під втулку його розмір відновлюють нанесенням на поверхню еластомеру ГЕН-150 (В). Застосування еластомеру забезпечує демпфірування коливань вала ротора, що зменшує вібрацію.

Для ремонтних підприємств нами пропонуються два варіанти відновлення і виготовлення радіальних підшипників ковзання електродвигунів і насосів.

По першому варіанту на очищену від гуми поверхню металевої втулки обпресовують полімерну антифрикційну композицію на основі резольної фенолоформальдегідної смоли [5]

Антифрикційна композиція складається з колоїдного графіту, дисульфиду молібдену, порошкового поліаміду і подрібненого скловолноку. Мала усадка (0,1 %) полімерної композиції дозволяє забезпечити необхідну точність внутрішнього діаметру без наступної механічної обробки.

По другому варіанту технологія передбачає виготовлення двошарового полімерного радіального підшипника (рис. 2) [6 - 8].

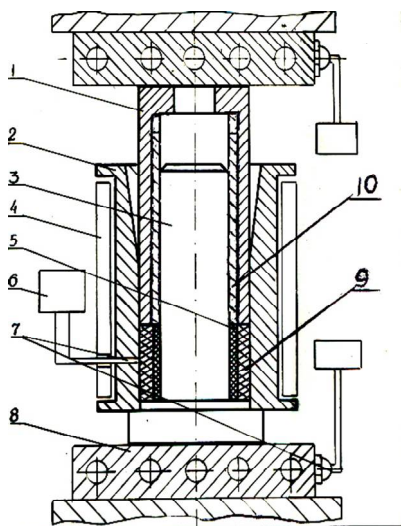


Рис. 2 – Схема пресформи:

- 1 – пуансон; 2 – матриця; 3 – знак; 4 – нагрівач матриці;
5 – фторопластовий шар; 6 – міліамперметр; 7 – термопара;
8 – нагрівач; 9 – полімерний матеріал АГ-4В; 10 – втулка

Перший робочий шар – 5 виготовляється з антифрикційної композиції на основі фторопласту (фторопласт – Ф4, вуглецеве волокно, порошкова мідь і ін.), а другий шар – 9, що замінює металеву втулку виготовляється з міцного конструкційного полімерного матеріалу АГ-4В. Температура пресування АГ-4В (150 ... 160 °С) і тиск (35 ... 40 МПа) не впливають на властивості і геометричні розміри фторопластової композиції. Забезпечується висока адгезійна міцність шляхом механічного заклинювання конструкційного полімерного матеріалу АГ-4В и композиції на основі фторопласту.

Ремонтні розміри двохшарового підшипника ковзання забезпечуються наступною механічною обробкою.

Висновки

На основі досліджень ремонтному виробництву запропановані ремонтні розміри радіальних підшипників ковзання. Технологія виготовлення двохшарового антифрикційного підшипника ковзання забезпечить високу адгезійну міцність фторопластової композиції з основою, що дасть можливість використати його при роботі в агресивних середовищах в умовах підвищеної вібрації і температури.

Література

1. Белый В.А. Металополимерные материалы и изделия / В.А. Белый, Н.И. Егоренков, Л.С. Корецкая, А.М. Красовский и др. – М.: Химия, 1983. – С. 119-126.
2. Рекомендации по восстановлению изношенных узлов и деталей погружных электродвигателей. М.: ГОСНИТИ, 1987, 68 с.
3. Гороховский Г.А. Применение полимеров для повышения противозадирных свойств стальных поверхностей. – В кн. Трение, смазка и износ деталей машин. К., с.99-107 (Труди КИГВФ, вып. 2).
4. Диха О.В./ Вузли тертя машин. Розрахунки на зносостійкість: навч. посіб. / О.В Диха - Хмельницький: ХНУ, 2013.- 147 с.
5. Воронков Б.Д. Подшипники сухого трения – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 224 с.
6. А.С. №1213661 СССР. Антифрикционная композиция / В.П. Дудчак, И.В. Коляско, Ю.Н. Петров, В.Л. Билай, А.М. Сандик. – Изобретение, 1985 г.
7. Дудчак В.П., Остапенко Р.М., Дудчак Т.В. «Антифрикційна полімерна композиція» Патент на корисну модель № 82869. Бюл. № 16 від 27.08.2013.
8. Дудчак В.П., Остапенко Р.М., Дудчак Т.В. «Спосіб одержання пористої антифрикційної композиції на основі фторопласту» Патент на корисну модель № 82868. Бюл №16 від 27.08.2013.
9. Дудчак В.П. Патент України 61232А «Спосіб виготовлення двохшарового антифрикційного підшипника ковзання» опуб. 17.11.2003 Бюл. №11.

Поступила в редакцію 13.02.2017

Dudchak T.V., Dudchak V.P., Vilchynska D.V., Ostapenko R.M. **The question sliding embedding elektronasov polymer composites restoration of bearings.**

The results of researches of wearproofness of radial slidewaies of down-pumps are Given, technology is developed them восстановлени., the most characteristic refuses of down-pumps are certain, the production the repair sizes of the radial bearings are offered to.

Key words: radial bearings, pump, recovery.

References

1. Belyy V.A. Metalopolimernye materialy i izdeliya / V.A. Belyy, N.I. Egorenkov, L.S. Koretskaya, A.M. Krasovskiy i dr. M.: Khimiya, 1983, s.119-126.
2. Rekomendatsii po vosstanovleniyu iznoshennykh uzlov i detaley pogruzhnykh elektrodvigateley. M.: GOSNITI, 1987, 68 s.
3. Gorokhovskiy G.A. Priminenie polimerov dlya povysheniya protivozadirnykh svoystv stal'nykh povekhnostey. V kn. Trenie, smazka i iznos detaley mashin. K., s.99-107 (Trudi KIGVF, vyp. 2)
4. Dykha O.V./ Vuzli tertya mashin. Rozrakhunki na znosostiykist': navch. posib. / O.V Dykha - Khmel'nits'kiy: KhNU, 2013. 147 s.
5. Voronkov B.D. Podshipniki sukhogo treniya – 2-e izd. pererab. i dop. L.: Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1979. 224 s.
6. A.S. №1213661 SSSR. Antifriktsionnaya kompozitsiya. Dudchak V.P., Kolyasko I.V., Petrov Yu.N., Bilay V.L., Sandik A.M. Izobretenie. 1985 g.
7. Dudchak V.P., Ostapenko R.M., Dudchak T.V. «Antifriktsiyна polimerna kompozitsiya» Patent na korisnu model' № 82869. Byul. № 16 vid 27.08.2013.
8. Dudchak V.P., , Ostapenko R.M., Dudchak T.V. «Sposib oderzhannya poristoї antifriktsiyної kompozitsii na osnovi ftoroplastu» Patent na korisnu model' № 82868. Byul №16 vid 27.08.2013.
9. Dudchak V.P. Patent Ukraїni 61232A «Sposib виготовлення двохшарового antifriktsiyного pidshipnika kovzannya» opub. 17.11.2003 Byul.№11.