

УДК 678.026.3.004.14.621.7

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ І РЕМОНТУ ЗАГЛИБЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАСОСІВ ТИПУ ЕЦВ

З. В. Ружи́ло¹, Р. М. Остапенко¹, Т. В. Дудчак²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

²Подільський державний аграрно-технічний університет, Україна.

Кореспонденція авторів: ruzhylo@nubip.edu.ua.

Історія статті: отримано – березень 2018, акцентовано – травень 2018.

Бібл. 4, рис. 1, табл. 1.

Анотація. Приведені результати досліджень зносостійкості радіальних підшипників ковзання заглиблювальних насосів, розроблена технологія їх відновлення, визначені найбільш характерні відмови заглиблювальних насосів, виробництву рекомендовані ремонтні розміри радіальних підшипників.

Ключові слова: заглиблювальний насос, радіальні підшипники ковзання, відновлення.

Постановка проблеми

Рациональне використання води – одна з важливих державних проблем. За орієнтовними підрахунками вчених, загальний обсяг гідросфери перевищує 1.4 млрд. кв. км, з яких 94% припадає на солоні води морів і океанів. З решти шести відсотків більшу частину (понад 4% гідросфери) складають підземні води. Запаси підземних вод досить великі, наприклад, Західно-Сибірський артезіанський басейн займає площу 3,5 млн. кв. км, що еквівалентно об'єму Каспійського моря. Однак більша частина підземних вод мінералізована і становить 14% світових запасів прісних вод, інші 85% прісних вод акумульовані в льодовиках, 1% припадає на річки, озера, ґрунтові води та атмосферні опади [1].

Нераціональне використання підземних вод в сучасних умовах неприпустимо. За даними ВООЗ (Всесвітньої організації охорони здоров'я) при ООН, 1/3 населення нашої планети відчувають нестачу в питній воді або споживає недоброякісну воду, через що майже 500 млн. чоловік щорічно хворіють, при цьому 10 млн., головним чином діти, гинуть.

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

Як показав досвід експлуатації артезіанських насосів ЕЦВ - більшість випадків (80%) виходу з ладу цих насосів були пов'язані з поломкою їх електродвигунів. На сьогоднішній день більшість насосів ЕЦВ, що знаходяться в експлуатації, оснащені проточними електродвигунами. Особливістю

конструкції електродвигунів даного типу є те, що внутрішня порожнина контактує з водою.

Іншим негативним фактором, що негативно впливає на працездатність електродвигунів, є присутність в воді солей заліза та інших металів. Це викликає прискорену корозію статорного і роторного заліза, що призводить до погіршення електромагнітних властивостей заліза, і в кінцевому підсумку до зниження потужності електродвигуна, особливо при режимах роботи з тривалими зупинками насоса.

Також несприятливим режимом роботи для електродвигунів є режим роботи з частими пусками і зупинками. Чим частіше відбуваються пуски і зупинки, тим частіше відбувається обмін водою між внутрішньою порожниною електродвигуна і свердловиною і збільшується кількість піску, який потрапляє у внутрішню порожнину двигуна.

Занурювальні електронасоси в залежності від глибини залягання водоносного шару встановлюють від 30 до 250 м від поверхні землі, в зв'язку з чим персонал, що обслуговує насоси не має до них доступу.

Оцінити технічний стан електродвигунів насосів без підйому з свердловин і визначити ступінь їх працездатності практично неможливо.

Проведене обстеження електроустаткування водопідйомних свердловин показало, що термін служби електронасосів до 1-го капітального ремонту знаходиться в межах від 1,4 до 12 тис. год. Заводи-виробники електронасосів рекомендували через певний час роботи (в середньому 2-3 тис. год) піднімати електронасоси на поверхню, перевіряти їх та при виявленні неприпустимих зносів деталей або несправностей ремонтувати. При цьому виявлялося, що частина електронасосів перебувала в задовільному стані і піднімати їх на поверхню і розбирати не було необхідності, а частина електронасосів виходила з ладу до настання терміну ревізії. Тому на практиці електронасоси зазвичай працювали в свердловині з моменту опускання і до виходу з ладу, після чого проводився капітальний ремонт електронасосів на спеціалізованих підприємствах.

Витрати на підйом і опускання електронасосів з свердловин, за величиною, досягають вартості капітального ремонту. Найбільш раціональним є

підйом електронасосів на поверхню тільки в випадках, коли подальша експлуатація може призвести до аварійного виходу електронасосів з ладу.

Аналіз останніх досліджень

Статистика показує, що радіальні підшипники в значній мірі обмежують ресурс роботи заглиблених електродвигунів. При зносі підшипників ротор починає зачіпати за активну сталь статора, що призводить до пошкодження і виходу з ладу обмотки.

На вихід з ладу електродвигуна впливає: несправність підшипникового вузла – 20...25%; на обрив фази мережі живлення – 40...50%; заклинювання валу насоса, або електродвигуна – 10...15%; на пробій ізоляції внаслідок механічних пошкоджень – 15...25% [2].

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. Таке положення обумовлює низький післяремонтний ресурс капітально відремонтованих електродвигунів, який складає 65-70% від нового.

Мета досліджень

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

Результати 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 на електроремонтних підприємствах 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.

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°C, 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 заглиблених насосів ЕЦВ застосовуються водозаповненні електродвигуни ПЕДВ.

Нами зроблений аналіз спрацювання внутрішнього діаметра радіальних підшипників електродвигунів ПЕДВ 2,8-140, ПЭДВ 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:

$$F(x) = K \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^e \right] \right\} = \quad (1)$$

$$= 105,1 \cdot [1 - \exp(-0,0125 - 1,125)],$$

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, тобто їх можна застосовувати повторно. Зовнішня поверхня (сталь 40Х13) гумометалевого підшипника практично не зношується.

Забезпечення первісного зазору в зазначеному сполученні отримується за рахунок зменшення діаметру 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 представлені в таблиці 1.

При спрацюванні посадочного місця в підшипниковому щиті під втулку його розмір відновлюють нанесенням 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 [3].

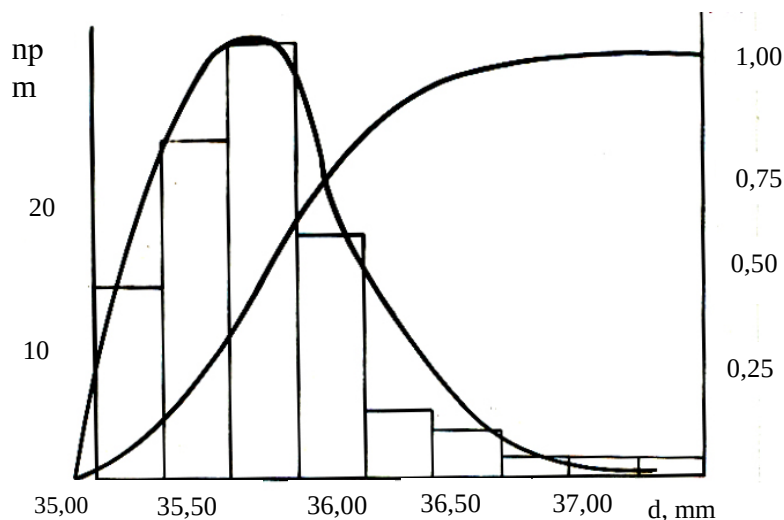


Рис. 1. Гістограма розподілу, теоретична функція розподілу і функція щільності розподілу вибірки максимальних значень внутрішнього діаметра радіальних підшипників: d – внутрішній діаметр, мм; m – частота; $F(u)$ – функція розподілу.

Таблиця 1. Розміри внутрішнього діаметру ремонтних втулок

Тип електродвигуна	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

Антифрикційна композиція складається з колоїдного графіту, дисульфиду молібдену, порошкового поліаміду, фторопласту Ф4 і зв'язуюче. Мала усадка (0,1%) полімерної композиції дозволяє забезпечити необхідну точність внутрішнього діаметру без наступної механічної обробки.

По другому варіанту технологія передбачає виготовлення суцільного (без металевої обійми з сталі 40Х13) полімерного радіального підшипника [4] з антифрикційної композиції на основі фторопласту (фторопласт – Ф4, вуглецеве волокно, порошкова мідь і ін.). При капітальному ремонті електронасосів зношені радіальні підшипники з антифрикційної композиції нагрівають до температури 170...190 С, вставляють в пресформу і пресують під тиском 30...40 МПа, відновлюючи їх до номінальних, або ремонтних розмірів. Недоліком цього методу є незначне зменшення розмірів по висоті підшипників, але перевага в тому, що зношений підшипник відновлюється багаторазово. Це значно зменшує собівартість ремонту.

Висновки

1. На основі досліджень ремонтному виробництву рекомендовані ремонтні розміри радіальних підшипників ковзання.

2. Технологія виготовлення антифрикційного підшипника ковзання на основі фторопласту забезпечить багаторазове його відновлення, що значно знизить собівартість ремонту.

Список літератури

1. Корсуков Е. В. Защита погружных электродвигателей от аварийных режимов работы: дис. канд. тех. наук. Челябинск, 2000. 184 с.
2. Гуляев П. В. Совершенствование защиты и управления электродвигателями погружных насосов на основе преобразователя частоты с широтно-импульсной модуляцией: дис.... канд. тех. наук. Зерноград, 2005. 181 с.
3. Дудчак В. П., Остапенко Р. М., Дудчак Т. В. Антифрикційна полімерна композиція. Патент на корисну модель. № 82869. Опубліковано 27.08.2013. Бюл. № 16.
4. Дудчак В. П., Остапенко Р. М., Дудчак Т. В. Спосіб одержання пористої антифрикційної композиції на основі фторопласту. Патент на корисну модель. № 82868. Опубліковано 27.08.2013. Бюл. № 16.

References

1. Korsutkov, E. V. (2000). Protection of submersible electric motors from emergency modes of operation: dis... cand. tech. sc. Chelyabinsk. 184.
2. Gulyaev, P. V. (2005). Improvement of the protection and control of motors of submersible pumps on the basis of the frequency Converter with pulse-width modulation: dis... cand. tech. sc. Zernograd. 181.
3. Dudchak, V. P., Ostapenko, G. M., Dudchak, T. V. (2013). Antifriction polymer composition. The patent for utility model. No 82869. Published on 27.08.2013. Bull.

No. 16.

4. *Dudchak, V. P., Ostapenko, G. M., Dudchak, T. V.* (2013). Method of producing a porous anti-friction composition based on PTFE. The patent for utility model. No 82868. Published on 27.08.2013. Bull. No 16.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ ТИПА ЭЦВ

З. В. Ружи́ло, Р. М. Остапенко, Т. В. Дудчак

Аннотация. Даны результаты исследований износостойкости радиальных подшипников скольжения погружных насосов, разработана технология их восстановления, определены наиболее характерные отказы погружных насосов, производству предложены ремонтные размеры радиальных подшипников.

Ключевые слова: радиальные подшипники скольжения, насос, восстановление.

FEATURES OF OPERATION AND REPAIR OF SUBMERSIBLE ELETRONICOS TYPE OF ECV

Ruzylo Z. V., Ostapenko R. M., Dubchak T. V.

Abstract. 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 slidewaies, pump, renewal.