

Список використаних джерел

1. Вострокнутов Н.Н. Цифровые измерительные устройства. Теория погрешностей, испытания, поверка / Н.Н. Вострокнутов – М.: Энергоиздат, 1990. – 320 с.
2. Шлыков Г.П. Определение интервальных значений погрешности цифрового измерения через параметры реальных ступеней квантования / Г.П.Шлыков // Сб. науч. труд. Пензенского политех. ин-та. – Пенза: ППИ, 1982.
3. Сушко А.Ф. Поиск максимальной погрешности кодо-импульсных АЦП / А.Ф. Сушко, В.И. Капустников, В.В. Васильев // Метрология. – 1984. – № 11.
4. MSC1210 Precision ADC with 8051 Microcontroller and Flash Memory Evaluation.
5. Russell Anderson. Programming the MSC1210 / Application Report (SBAA076A) – 1986.

Аннотація. *Рассмотрены виды погрешностей, которые встречаются при измерениях электрических величин устройствами на базе аналого-цифровых преобразователей. Выделены параметры, которые определяют точность измерительного устройства. Рассмотрена математическая модель превращения реального измерительного устройства. Показаны пути экспериментального определения инструментальной погрешности цифровых измерительных устройств.*

Ключевые слова: *дискретизация, квантование, инструментальная погрешность, методическая погрешность, разрешающая способность, аналого-цифровой преобразователь, цифровое измерительное устройство.*

Abstract. *The types of errors which meet at measurements of electric sizes devices on the base of analog-digital transformers are considered in this article. Parameters which determine exactness of measuring device are selected. The mathematical model of transformation of the real measuring device is considered. The ways of experimental determination of instrumental error of digital measurings devices are rotined*

Keywords: *diskretizaciya, quantum, instrumental error, methodical error, resolvent ability, analog-digital transformer, digital measuring device.*

УДК 678.026.3.004.14.621.7,

В.П. Дудчак, кандидат технічних наук, доцент,

Т.В. Дудчак, кандидат с.-г. наук,

В.М. Новацький, В.В. Морозов, В.С. Лебідь, асистенти ПДАТУ

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ ЗАГЛИБЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАСОСІВ ПОЛІМЕРНИМИ КОМПОЗИЦІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

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

Ключові слова: *радіальні підшипники ковзання, насос, відновлення*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. 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 і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Фундаментальні дослідження при створенні антифрикційних полімерних матеріалів для підшипникових спряжень та вивчення їх фізико-механічних властивостей були проведені В.А. Білим, Г.А. Гороховським, Ю.А. Євдокимовим 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 і розробити технологію їх відновлення.

Виклад основного матеріалу дослідження. 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 та 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 зумовлюють 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, більше п'яти років – 9%. Тому величини спрацювання і характер дефектів деталей електродвигунів характеризуються великою різноманітністю і мають суттєві розбіжності.

Найбільш характерні відмови заглиблювальних електродвигунів: 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 свердловин, підвищений вміст солей, лугів, агресивних домішок, температур до 90°C 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°C, загальною мінералізацією не більш 1500 мг/л із сухим залишком хлоридів, сульфатів і сірководнів і вмістом механічних домішок 0,01% по вазі.

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

Як привід заглиблювальних насосів ЕЦВ застосовуються водозаповнені 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.

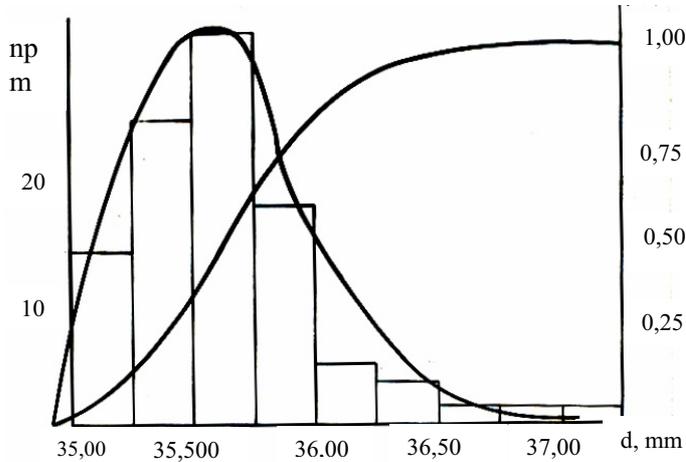


Рис. 1. Гістограма розподілу, теоретична функція розподілу і функція щільності розподілу вибірки максимальних значень внутрішнього діаметра радіальних підшипників:
 d – внутрішній діаметр, мм;
 m – частота;
 $F(u)$ – функція розподілу.

Отримано рівняння Вейбулла, що апроксимує дослідний розподіл:

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

Математичне очікування для розподілу Вейбулла складає 35,66 мм, а гранично допустимий розмір по технічних вимогах – 35,25 мм. Підставляємо ці значення в рівняння (1) і одержимо $F(125) \approx 0,12$, тобто менше 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 таблиці 1.

Таблиця 1

Розміри ремонтних втулок

Тип електродвигуна	Діаметр втулки, мм			
	нормальний	1 ремонт	2 ремонт	3 ремонт
ПЕДВ-140	$35 \begin{smallmatrix} -0,15 \\ -0,20 \end{smallmatrix}$	$34,5 \begin{smallmatrix} -0,15 \\ -0,20 \end{smallmatrix}$	$34 \begin{smallmatrix} -0,15 \\ -0,20 \end{smallmatrix}$	$33,5 \begin{smallmatrix} -0,15 \\ -0,20 \end{smallmatrix}$

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°C з використанням індукційного нагрівання. Нові втулки виготовляють зі сталі 40X13 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 скловолкна. 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, 7].

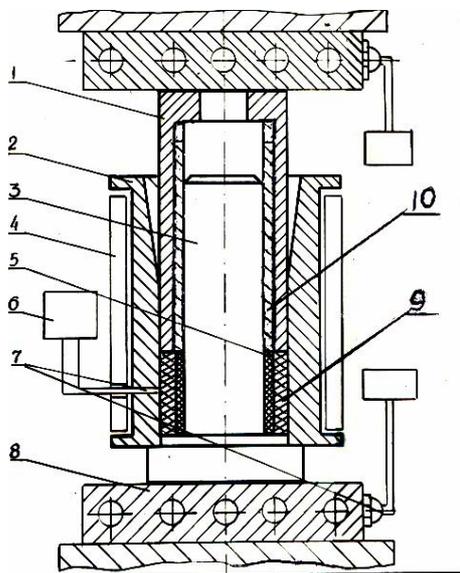


Рис. 2. Схема прес-форми:

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 (150...160°C) 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 і композиції на основі фторопласту. Ремонтні розміри двошарового підшипника ковзання забезпечуються наступною механічною обробкою.

Висновок. На основі досліджень ремонтному виробництву запропоновані ремонтні розміри радіальних підшипників ковзання. Технологія виготовлення двошарового 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.

Список використаних джерел

1. Металополімерные материалы и изделия / В.А. Белый, Н.И. Егоренков, Л.С. Корецкая, А.М. Красовский и др. – М.: Химия, 1983. – С. 119-126.
2. 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).
3. Рекомендации по восстановлению изношенных узлов и деталей погружных электродвигателей. – М.: ГОСНИТИ, 1987. – 68 с.
4. Воронков Б.Д. Подшипники сухого трения – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 224 с.
5. А.С. № 1213661 СССР. Антифрикционная композиция / Дудчак В.П., Коляско И.В., Петров Ю.Н., Билай В.Л., Сандик А.М. / Изобретение. – 1985.
6. Патент України 61231А „Антифрикційна композиція” Дудчак В.П. опубл. 17.11. 2003. Бюл. № 11.
7. Патент України 61232А „Спосіб виготовлення двошарового антифрикційного підшипника ковзання” Дудчак В.П. опубл. 17.11. 2003. Бюл. № 11.

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.

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

Keywords: radial slidewaies, pump, renewal.

УДК 631. 331. 53.

*В.Ю. Бурдега, кандидат технічних наук, доцент,
С.В. Грабовський, здобувач ПДАТУ*

ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ КОТКІВ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Одним із напрямів енергозбереження в рослинництві є використання ґрунтообробних комбінованих агрегатів, ефективність використання яких значною мірою залежить від використання ущільнюючих елементів – котків. На основі аналізу існуючих конструкцій та їх технологічних можливостей метою досліджень є вивчення наявних конструкцій котків для поверхневого обробітку ґрунту та перспективи їх подальшого вдосконалення у варіантах енергозберігаючих технологій обробітку ґрунту.

Ключові слова: механічний обробіток ґрунту, ущільнення, капілярність, родючість, робочий орган, агротехнічні вимоги, котки.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Обробіток ґрунту – одна з найважливіших складових системи землеробства. У сучасних умовах постійного подорожчання паливо-мастильних матеріалів, що призводить до ускладнення утримання машинно-тракторного парку та зменшення частки прибутку від виробництва продукції сільськогосподарського спрямування, необхідною умовою ефективного ведення господарства стає використання енергозберігаючих технологій обробітку ґрунту. Мається на увазі не лише використання комплексних машин та агрегатів, а й розробка якісно нових робочих органів та систем.

Важливим елементом землеробства є система обробітку, а саме процес механічного обробітку ґрунту, що власне безпосередньо впливає на об'єкт обробітку, діє на всі його властивості та наявність у ньому земних факторів життя рослин, які визначають родючість. Вченими визначено залежність між основними факторами, які впливають на родючість ґрунту: удобрення ґрунту – 50%, обробіток – 20%, сорти – 10%, захист від шкідливих організмів – 20% [8]. Дана залежність дійсна при стовідсотково правильній технології обробітку ґрунту. При порушенні технології обробітку відсоткова залежність може значно змінитись.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Питання ефективного поверхневого обробітку ґрунту з мінімальними енергетичними витратами цікавило і досі цікавить багатьох вчених усіх країн світу. На теренах нашої держави даним питанням займались такі відомі вчені як Кравчук В.І., Мельник Ю.Ф., Шелудченко Б.А., Шевченко І.А., Іванюта М.В., Мироненко В.Г., Мороз А.І., Кушнарєв А.С., Кочев В.І. та багато інших. Опираючись на їх дослідницьку роботу, було сформовану дану статтю.

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є проведення аналізу існуючих моделей котків для поверхневого обробітку ґрунтів, визначення їх основних переваг та недоліків, обґрунтування власної моделі котка для обробітку ґрунту з розширенням функціональних технологічних можливостей, зменшенням енерговитрат на процес коткування, що є актуально на даному етапі розвитку нашої держави.

Виклад основного матеріалу дослідження. Що ж собою являє власне механічний обробіток ґрунту? Це дія на ґрунт робочими органами машин та механізмів, яка спрямована на створення