УДК 622.323

А. І. Поточний[1]
М. Й. Федорів[1]

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОБУРІННЯ

[1]Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Наведено результати дослідження експлуатаційної надійності роботи електротехнічного комплексу для електробуріння свердловин Прикарпатського УБР. Запропоновано підхід для оцінки експлуатаційної надійності, що поєднує у собі ймовірнісні методи та засоби нечіткої логіки, на прикладі системи електропостачання електробура.

Ключові слова: буріння, діагностика електрообладнання, нечітка логіка.

Вступ

Основною проблемою дослідження надійності роботи електробурового обладнання (ЕБО) є відсутність фіксованих вихідних даних про відмови його елементів. Це пояснюється скороченням відділів надійності ремонтно-експлуатаційних підприємств та неефективним збором інформації про вдосконалення ЕБО під час експлуатації [1, 2].

Матеріали дослідження

За допомогою забійного електродвигуна унікальної конструкції на теренах Прикарпаття широко проводиться розбурювання покладів кущовими похило-спрямованими і горизонтально-розгалуженими свердловинами. Використовуються електробури з механізмами викривлення і телеметричними системами. Для виносу розбуреної породи на поверхню застосовують повітря і поверхнево-активні речовини. Електробуріння глибоких свердловин проводиться найбільше в Долинському районі, який характеризується заляганням твердих порід на глибинах 2...5 км. Спостерігається значна кількість відмов кабельних секцій струмопроводу та заглибленого електрообладнання. Загальний час роботи електробурів на забої монотонно знижується [2].

У результаті дослідження експлуатаційної надійності встановлено, що найпошкоджуванішими є такі занурювальні елементи ЕБО, як: кабельна секція, пристрій контролю ізоляції, телеметрична система, обмотка статора занурювального двигуна. Це зумовлено надзвичайно складними умовами їх роботи у агресивному середовищі (промивній рідині), тобто високими температурами і тиском (до 150 °С і до 100 МПа, відповідно), значною вібрацією (амплітудою до 5 мм), наявністю вільного абразиву, що суттєво збільшує пошкоджуваність, циклічний режим роботи ЕБО. На всю систему діє комплекс об’єктивних і суб’єктивних факторів, які визначаються рівнем його експлуатації. Тому основна задача підвищення і підтримання експлуатаційної надійності ЕБО полягає в тому, щоб негативний вплив цих факторів на надійність роботи звести до мінімуму [3].

Використовуючи ймовірнісний підхід, проведено оцінювання ризику відмов електротехнічного комплексу для електробуріння в залежності від глибини буріння. Цей метод дозволяє враховувати ймовірності відмов обладнання та кількісно описати аварійну ситуацію. Оцінка ризику відмови системи електропостачання електробура залежить від достовірності визначення ймовірності відмов кожного його елемента. Щоб визначити ризик порушення бурового процесу, потрібно знати його відмови на проміжку часу [4].

Найважливішим елементом ЕБО є занурювальний двигун. В результаті дослідження отримано такий розподіл пошкоджуваності вузлів двигунів електробура: обмотка статора — 47 %, нижній сальник — 15,4 %, верхній сальник — 12,6 %, кабельний ввід — 11 %, підшипник — 8 %, компенсатор — 6 %. В результаті обробки нових статистичних даних про відмови отримано кількісні показники надійності системи електропостачання електробурів (табл.) [3].

Кількісні показники надійності системи електропостачання електробурів

Назва елемента	Середнє напрацювання на відмову, год.	Середній час ремонту, год.
Електробур Е-215М-В5	70	40
Пристрій контролю ізоляції УКІ	106,2	13,9
Кабельна секція КСТ 1-01-09	149,9	18,8
Струмоприймач ТЕ-45	186	23,6
Телеметрична система СТЕ	244,7	20,4
Станція управління електробуром УЗЕБ-65	988,4	16,4
Повітряна лінія електропередачі 6 кВ	16723,2	20,3
Буровий трансформатор ТМТБ-560/6	17914,1	70,2

Для визначення загального спрацьованого ресурсу системи електропостачання електробура в цілому потрібно визначити ресурс кожного елемента системи:

$$R_{\text{РЕС}} = \frac{T}{T_0} \cdot e^{\frac{\theta_{\text{РОБ}} - \theta_{\text{НОМ}}}{\Delta\theta}}, \qquad (1)$$

де T — час роботи елемента; T_0 — час роботи елемента до планового ремонту; $\theta_{\text{РОБ}}$ — температура роботи елемента; $\theta_{\text{НОМ}}$ — номінальна паспортна температура елемента; $\Delta\theta$ — градусне правило [4, 5].

За допомогою віртуального програмування LABVIEW створена підпрограма для розрахунку спрацьованого ресурсу елементів електротехнічного комплексу для електробуріння, а саме: електробура Е-215М-В5, кабельної секції КСТ 1-01-09, струмоприймача ТЕ-45 та телеметричної системи СТЕ. Алгоритм програми та результати роботи зображено на рис. 1, 2.

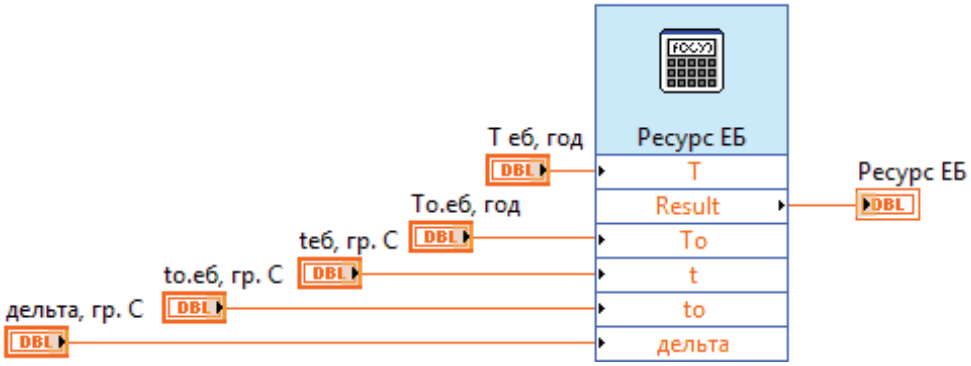

Рис. 1. Алгоритм розрахунку ресурсу електробура

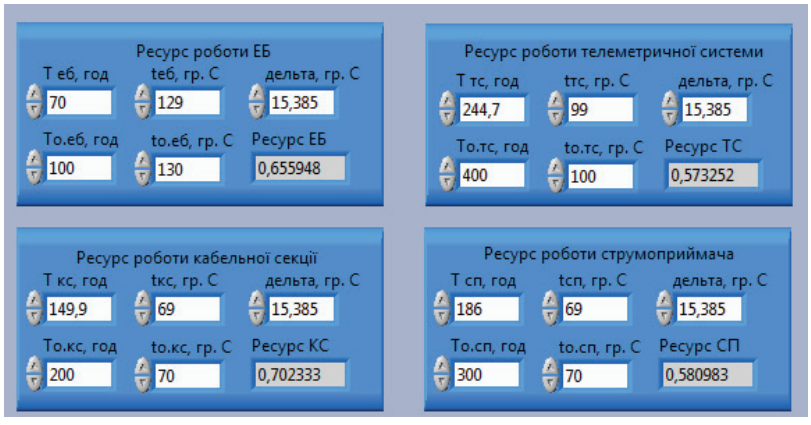

Рис. 2. Програма для розрахунку ресурсу роботи електробура, кабельної секції, струмоприймача та телеметричної системи

Висновок

Як бачимо з результатів дослідження, загальний ресурс роботи електрообладнання залежить від температури та часу його роботи. Подальший розвиток цієї роботи буде полягати у визначенні загального спрацьованого ресурсу системи електропостачання електродвигуна електробура в цілому в залежності від глибини забою свердловини. Це дасть змогу контролювати процес буріння і загальний спрацьований ресурс системи в цілому.

Також суттєвих результатів у підвищенні надійності ЕБО можна досягнути у розробці заходів для поелементного удосконалення ЕБО і його технічного діагностування. Заходи підвищення надійності ЕБО доцільно розробляти протягом таких періодів, як конструювання, виробництво, монтаж і експлуатація. Враховуючи те, що для отримання нової повної і достовірної вихідної інформації про надійність ЕБО необхідний час, співмірний з тривалістю буріння кількох глибоких свердловин, потрібно одночасно вдосконалювати технічну діагностику елементів ЕБО. Особливу увагу потрібно приділити нормуванню параметрів технічного стану для кожного типорозміру ЕЛБ. З метою покращення показників надійності ЕБО необхідно: збільшувати рівень технічного обслуговування та підвищувати кваліфікацію ремонтно-обслуговуючого персоналу; застосувати нові способи транспортування, що унеможливлюють пошкодження обладнання; впроваджувати нові форми і системи оперативного обслуговування; вивчати і застосовувати сучасні методи захисту електрообладнання від факторів навколишнього середовища [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Федорів М. Й. Модернізація системи електропостачання електробура на основі її математичної моделі / М. Й. Федорів, І. Д. Галущак, І. В. Гладь // Проблеми економії енергії : ІІІ між нар. науково-практична конф., 2001 р. : тези доп. — Львів, 2001.

2. Федорів М. Й. Математичні моделі надійності функціонування основного електричного обладнання технологічних комплексів для електробуріння / М. Й. Федорів, А. І. Поточний, Є. І. Курта // Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції «Керування режимами роботи об'єктів електричних та електромеханічних систем 2011» (КРЕС—2011) секція «Електротехніка і енергетика». — Донецьк, 2011. — Випуск 11(186). — С. 401—405.

3. Федорів М. Й. Аналіз надійності роботи електрообладнання системи електропостачання електробурів / М. Й. Федорів, І. В. Гладь // Ефективність та якість електропостачання промислових підприємств : зб. праць IV міжнар. наук. конф. — Маріуполь, 2000.

4. Костерєв М. В. Нечітко-статичний підхід до оцінювання експлуатаційної та режимної надійності об'єктів підсистем електроенергетичної системи / М. В. Костерєв, Є. І. Бардик, В. В. Літвінов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Секція «Електротехніка і енергетика» : всеукраїнський науковий збірник. — Донецьк, 2013. — № 1(14). — С. 122—128.

5. Назарычев А. Н. Методы и математические модели комплексной оценки технического состояния электрооборудования / А. Н. Назарычев, Д. А. Андреев. — Иваново : ИГЭУ, 2005. — 224 с.

Рекомендована кафедрою електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 30.01.2014

Федорів Михайло Йосипович — канд. техн. наук, доцент, e-mail: fedorivm@ukr.net, ***Поточний Андрій Ігорович*** — аспірант, e-mail: potocnyy_a@ukr.net.

Кафедра електропостачання та електрообладнання промислових підприємств, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ

M. Yo. Fedoriv[1]
A. I. Potochnyi[1]

ESTIMATION OF OPERATING RELIABILITY OF ELEMENTS OF SYSTEM POWER SUPPLY ELECTRICAL ENGINEERING COMPLEX FOR ELECTRODRILLING

[1]Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankovsk

The results of the research of operating reliability of work of electrical engineering complex for electrodrilling of mining holes of Prykarpatya UBR are presented In the article. The approach to the estimation of operating reliability is offered on the example of the system of power supply of electrodrill which combines in itself probabilistic methods and facilities of fuzzy logic.

Keywords: drilling, diagnostics of electrical equipment, fuzzy logic.

Fedoriv Mykhailo Yo. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, e-mail: fedorivm@ukr.net, ***Potochnyi Andrii I.*** — Post-Graduate Student, e-mail: potocnyy_a@ukr.net.

The Chair of Power Supply and Electrical Equipment of Industrial Enterprises.

А. И. Поточный[1]
М. И. Федорив[1]

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЭЛЕКТРОБУРЕНИЯ

[1]Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Приведены результаты исследования эксплуатационной надежности работы электротехнического комплекса для электробурения скважин Прикарпатья УБР. Предложен подход для оценки эксплуатационной надежности, совмещающий в себе вероятностные методы и средства нечеткой логики, на примере системы электроснабжения электробура.

Ключевые слова: бурение, диагностика электрооборудования, нечеткая логика.

Федоров Михаил Иосифович — канд. техн. наук, доцент, e-mail: fedorivm@ukr.net, ***Поточный Андрей Игоревич*** — аспирант, e-mail: potocnyy_a@ukr.net.

Кафедра электроснабжения и электрооборудования промышленных предприятий