

## **ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БУРИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15

### **Анотація.**

*Побудовані математичні моделі надійності систем електропостачання бурильної установки. Визначено вплив технологічних та енергетичних параметрів на надійність і енергоефективність електробурильного обладнання. Обумовлено необхідність розробки організаційних та технічних заходів, спрямованих на покращення функціонування електробурильного обладнання.*

**Ключові слова:** *надійність, енергоефективність, електрообладнання, вимірювання, віртуальні прилади, електротехнічний комплекс*

### **Abstrakt.**

*The mathematical models of reliability efficiency of power supply systems equipment of drilling The influence of technological and power parameters on reliability and energy efficiency of the electrical drilling equipment has been defined. The requirement of working out of the organizational and technical actions directed on the improvement of the electrical drilling equipment functioning has been caused.*

**Keywords:** *reliability, energy efficiency, electric equipment, measurement, virtual devices, electrotechnical complex*

### **Вступ**

Проблемою дослідження надійності роботи електробурового обладнання (ЕБО) є відсутність фіксованих вихідних даних про відмови його елементів. Для підвищення ефективності будівництва свердловин на бурових підприємствах Прикарпаття широко використовується електробуріння – прогресивний спосіб спорудження свердловин з використанням забійного електродвигуна унікальної конструкції.

### **Результати досліджень**

Системи електропостачання електротехнічних комплексів нафтогазової промисловості, вже не відповідають значенню встановленої потужності споживачів та неузгоджені за електромагнітною та режимною сумісністю, що обумовлює зростання втрат електроенергії та погіршення її якості. Відсутність систем технічного обліку електроенергії та моніторингу показників її якості часто унеможливує аналіз електроспоживання підрозділами підприємств. Зростання рівня напруги в електромережах понад допустиме значення та неправильний вибір електрообладнання різко знижують ресурс споживачів і підвищують їх енергоспоживання. Регульований електричний привод, яким оснащені бурові установки, обладнаний тиристорними перетворювачами, які спотворюють форму кривої струму у фазних провідниках електромережі. Цей факт збільшує втрати активної електроенергії. Система електропостачання електробура (ЕЛБ) “два проводи-труба” спричинює несиметрію струмів і напруг електродвигуна, внаслідок чого збільшується електроспоживання і зменшується надійність системи в цілому.

Об’єми електробуріння глибоких свердловин найбільші в Долинському районі, який характеризується заляганням твердих порід на глибинах 2...5 км. При цьому спостерігається значна кількість відмов кабельних секцій струмопроводу та наземних підстанцій. Загальний час роботи електробурів на забої монотонно зменшується: Для двигунів електробурів з 4010 до 2730 годин; телеметричних систем з 2930 до 1000 годин; пристроїв контролю ізоляції з 3200 до 22309 годин. Статистичні дані свідчать про зношування електробурового обладнання та збільшення кількості

ремонтів електробурів E240, E164 і кабельних секцій КСТ-1, які є основними елементами струмопроводу.

В результаті аналізу статистичних даних, отриманих на бурових підприємствах Прикарпаття, встановлено, що механізми формування відмов основного електричного обладнання описуються законом Вейбула-Гнеденка, що свідчить про наявність як миттєвих, так і поступових відмов. Під час математичної обробки статистичної інформації її перевіряли на аномальність з використанням критерію Смірнова, далі здійснювалася перевірка на однорідність вибірок за допомогою критеріїв Фішера та Стьюдента, а перевірка гіпотези про закон розподілу здійснювалася за допомогою критеріїв Колмогорова та Пірсона. Щільність розподілу визначається за формулою

$$f_i(t) = \left(\frac{t}{a}\right) \left(\frac{b}{a}\right)^{b-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}, \quad (1)$$

де  $a$  – параметр форми розподілу;  $b$  – параметр масштабу розподілу.

В таблиці 1 приведено параметри закону розподілу.

Як свідчить статистика найбільш пошкоджуваними є такі занурювальні елементи як кабельна секція, пристрій контролю ізоляції, телеметрична система, обмотка статора занурювального двигуна. Середнє напрацювання на відмову кабельних секцій складає близько 150 год., а пристрою контролю ізоляції близько 110 год.

Таблиця 1 – Параметри розподілу Вейбула – Гнеденко і середній час напрацювання на відмову для електробурового обладнання

№	Назва елемента	Параметр $a$	Параметр $b$
1	Знижувальний трансформатор (ТР)	19729.2	1.33
2	Станція керування (СК)	1039.3	1.17
3	Струмоприймач (СПр)	263.5	1.05
4	Пристрій контролю ізоляції (ПКІ)	168.7	1.35
5	Телеметрична система (ТС)	115.0	1.25
6	Електробур (ЕБ)	132.06	1.55
7	Кабельні секції (КС)	151.8	1.72

Як свідчить статистика найбільш пошкоджуваними є такі занурювальні елементи як кабельна секція, пристрій контролю ізоляції, телеметрична система, обмотка статора занурювального двигуна. Середнє напрацювання на відмову кабельних секцій складає близько 150 год., а пристрою контролю ізоляції близько 110 год.

#### **Висновки.**

Для забезпечення більш повного моніторингу енергетичних параметрів системи електроприводу бурового долота, який показав значну нерівномірність навантаження електробура в процесі активного буріння, несиметрію струмів та відсутність вищих гармонік, необхідно здійснити модернізацію розробленої інформаційно-виміральної системи енергетичних параметрів електробуріння.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1 Федорів М.Й. Дослідження комплексних показників надійності електрообладнання системи електропостачання електробура / М.Й.Федорів, А.І.Поточний, У.М.Николин, А.В.Чуйко //

Нафтогазова енергетика. Всеукраїнський науково технічний журнал. № 1(12) – м. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. - 2010. – 80-85 с.

2. Федорів М.Й. Підвищення показників надійності та енергоефективності електрообладнання буриньких установок. [Текст] / Федорів М.Й., Гладь І. В., Галушак І.Д., Бацала Я. В., Михайлів І.М.// Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2016. - № 3(60). – С 64-70 с.

**Федорів Михайло Йосипович** – к. т. н., доцент, доцент кафедри електропостачання та електрообладнання промислових підприємств, Івано-Франківський національний університет нафти і газу, *fedorivm@ukr.net*

**Галушак Іван Дмитрович** – к. т. н., доцент, доцент кафедри електропостачання та електрообладнання промислових підприємств, Івано-Франківський національний університет нафти і газу,

**Михайлів Іван Миколайович** – асистент кафедри електропостачання та електрообладнання промислових підприємств, Івано-Франківський національний університет нафти і газу,

**Fedoriv Mykhajlo** – Cand. S c. (Eng.), Associate Professor, department of Electricity Supply Systems, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (IFNTUOG)

**Galushchak Ivan** – Cand. S c. (Eng.), Associate Professor, department of Electricity Supply Systems, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (IFNTUOG)

**Mykhajliv Iwan** - assistant department of Electricity Supply Systems, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (IFNTUOG)