

«Тривалість СПО», яка здійснює прогноз тривалості спуско-піднімальних операцій t_{cn} для наступного рейсу. Необхідна множина значень $\langle t_{cn} \rangle$ (рис. 1) формується базою даних СКУБ-М2 із значень t_{cn} , що визначаються програмою «Визначення станів бурової установки». Інформація, яка отримана від програм «Синтез емпіричних моделей» та «Прогнозування тривалості спуско-піднімальних операцій» є вхідною для програми «Оптимізація». Вихід програми оптимальні керувальні дії F^* і N_o^* , а також оптимальне значення вартості метра проходки свердловини q^* , відображаються на екрані дисплея оператора. У тому випадку, коли бурова установка оснащена регуляторами подачі долота (РПД) і частоти обертання ротора (РЧОР), тоді значення F^* і N_o^* будуть визначати вставки для регуляторів РПД і РЧОР. Програмне забезпечення, апробоване на реальних промислових даних. Отримані результати підтверджують працездатність і ефективність програмного забезпечення автоматизованої системи керування процесом поглиблення свердловин в умовах невизначеності. Програмне забезпечення прийнято до впровадження як складова частина комплексу СКУБ-М2 (акт передачі – прийому програмного модуля «ОПТИМІЗАЦІЯ» від 30.10.2015 р. ТОВ СКБ ЗА).

1 Горбійчук М.І. Нечітка оптимізація процесу поглиблення глибоких свердловин. / М.І.Горбійчук, Т.В.Гуменок // Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2015. – №3(34). – С. 15 – 21. 2 Воцинський В. С. Модернізований комплекс засобів наземного контролю і керування процесом буріння нафтових і газових свердловин СКУБ-М2 / В. С. Воцинський, В. А. Ролік // Нафтова і газова промисловість. – 2004. – №3. – С. 24 – 29.

УДК 621.3.08

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ІМПЕДАНСНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ КОМІРОК

Гураль В. В., Стрілецький Ю. Й.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019*

Метод імпедансної спектроскопії широко використовують для вивчення процесів і властивостей у фундаментальних і прикладних дослідженнях. Його застосовують в різних областях електрохімії, фізиці, науках про матеріали. Це обумовлено розробкою і науковим обґрунтуванням підходів, що дозволяють отримати унікальну інформацію як про властивості досліджуваної системи, так і про механізм процесів, що протікають у ній. Зокрема, імпедансна спектроскопія (ІС) застосовується для дослідження границі розділу металевого чи металооксидного електрода і електроліту, встановлення механізму електрохімічних реакцій, дослідження властивостей

пористих електродів, пасивних поверхонь і паливних елементів.

Сутність методу ІС полягає в подачі збуджуючого сигналу малої амплітуди на досліджувану ланку й вивчення викликаною ним сигналу-відгуку на виході. Якщо в якості збуджуючого сигналу на вході використати напругу синусоїдальної форми із частотою ω та амплітудою U_0 , а на виході фіксувати струм I_0 , що протікає через систему та фазовий кут θ , то імпеданс $Z(\omega)$ визначається співвідношенням:

$$Z(\omega) = \frac{U_0}{I_0 \cdot e^{j\theta}}. \quad (1)$$

Часто імпеданс представляють виді комплексного числа $Z=R + jX$.

Вимірювати амплітуду струму і зсув фаз можна різноманітними методами. Очевидним є вимірювання середньоквадратичного значення амплітуди струму і зсув фаз за допомогою фазоміра. Однак визначення середньоквадратичного значення амплітуди сигналів при малій амплітуді має певні труднощі. Так само не просто реалізувати фазомір для сигналів різної частоти. Тому, на даний, час широко використовують методи перетворення Фур'є[1] та синхронне детектування[2]. Для спрощення, перетворення Фур'є може проводитися тільки на одній частоті, так щоб основна гармоніка співпала із частотою досліджуваного сигналу. Використання перетворення Фур'є зумовлене значним розвитком засад техніки обробки дискретних сигналів і простотою електронного вузла перетворення аналогових сигналів у дискретні. Цей метод краще підходить при малих частотах дослідження імпедансу. На частотах вище одиниць кілогерц точність буде знижуватися через зменшення розрядності аналого-цифрових перетворювачів, які перетворюють аналогові сигнали і повинні працювати із частотами принаймні на порядок вищими за досліджувані.

При дослідженні імпедансу на вищих частотах кращі результати дає використання синхронного детектора. Синхронний детектор складається із знакового перемножувача та інтегратора. Знаковий перемножувач по черзі керується одним з двох тактових сигналів, які формуються одночасно із сигналом напруги збудження. Один із сигналів по фазі співпадає із сигналом напруги збудження, а інший зсунутий відносно нього на кут 90° . Для формування всіх сигналів зручно використовувати тактовий генератор, який формує прямокутний сигнал із частотою $4 \cdot \omega$. Цей сигнал подається на вхід лічильника Джонсона, який складається із двох тригерів. На двох виходах цього лічильника будуть формуватися сигнали із частотою ω , зсунуті один відносно одного на кут 90° . Один із сигналів в подальшому фільтрується для отримання напруги збудження синусоїдальної форми.

1. Matsiev Leonid. Improving performance and versatility of systems based on single-frequency DFT detectors such as AD5933. Electronics. No.4, 2015. 1-34p. 2. Ramon Pallas-Areny. Bioelectric impedance measurements using synchronous sampling/ IEEE. Transactions on biomedical engineering, Vol.40, No. 8, August 1993.