

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕГЛАМЕНТОВАНОЇ СИНХРОННОЇ РОБОТИ ТАКТОРІВ ПРИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

© Корепанов В.Є., Кузнєцов О.О., Терлецький М.М., 2004
Львівський центр інституту космічних досліджень НАНУ-НКАУ

© Медведик О.В., Слободян Б.В., 2004
ДП “Укроргтехдіагностика” (м. Суми)

Проаналізовано роботу такторів станцій катодного захисту з метою підвищення їх надійної синхронної роботи при прийомі синхронізуючих GPS-сигналів. Розроблено та виготовлено серію приладів, які прийшли тестування в польових умовах. Нестабільність частоти коливань кварцових генераторів такторів при цьому не повинна перевищувати 10^{-9}

Діагностичне обстеження підземних трубопроводів проводять за допомогою польового комплексу апаратури для мобільного збору даних. До складу комплексу входить пристрій для тактових переключень струму катодного захисту за попередньо заданим періодом повторення імпульсів комутації мінусового виходу станції катодного захисту (СКЗ) - далі тактор [1]. Розміщені через певні проміжки (10 – 20км) на трасі трубопроводу СКЗ виробляють постійний струм низької напруги (50-100В). Достовірність виявлення електронезахищених ділянок трубопроводу залежить від точності визначення рівнів поляризаційного потенціалу по всій довжині обстежуваного трубопроводу, що, у свою чергу, залежить від ступеню спотворення розподілу поляризаційних потенціалів на заданій ділянці труби. Ці спотворення зростають із збільшенням асинхронізму комутаційних циклів такторів різних СКЗ на суміжних ділянках обстежуваної лінійної частини трубопроводу.

Відомо, що аномалії потенціалів катодного захисту виникають над трубою у місцях пошкодження ізоляції [2,3,4]. При цьому труба залишається під регламентованим від’ємним потенціалом, який гальмує корозійний процес у місці пошкодження, а змінне магнітне поле, створене електричним струмом в трубі, дещо зменшується у місцях витoku струму в землю.

Оскільки оцінка стану трубопроводів носить, як правило, попереджувальний характер, то в цьому зв’язку особливого значення набувають дистанційні методи контролю, бо дозволяють проводити моніторинг корозійного стану трубопроводу в процесі його експлуатації [2,3,4]. У вирішенні цієї задачі головну роль відіграють методи з використанням низькочастотних електромагнітних полів. Серед них – індукційні методи, що базуються на

збудженні цих полів змінними струмами відносно низької частоти і реєстрації відгуку середовища в ближній (індукційній) зоні джерела. Крім індукційного (протікання змінного струму в замкнутому контурі із збудженням довкола труби змінного магнітного поля) і магнітостатичного (намагнічування залізної труби за рахунок високого магнітного сприймання матеріалу) відгуків у місцях гальванічного контакту труби з уміщуючим середовищем, що виникають при пошкодженні ізоляції, існує концентраційний механізм збудження вторинного поля в результаті протікання струму через місце контакту, що також породжує магнітне поле. Отже достовірність характеристики стану матеріалу та ізоляції труби залежить від точності оцінки концентраційного механізму збудження вторинного поля. Труднощі такої оцінки пов’язані з тим, що напрям концентраційного струму завжди протилежний індукційному і поля цих струмів послаблюють одне одного. Це поле концентраційного походження є завадою при вимірюваннях, які ґрунтуються на індукційному і магнітостатичному механізмах збудження вторинного поля. Тому підвищити точність результатів замірів по методиці “інтенсивних обстежень” можна лише їх коригуванням за допомогою даних, одержаних при замірах на базі концентраційного механізму збудження з високостабільним часовим базисом.

У випадках, коли до стабільності частоти коливань висуваються підвищені вимоги, то як високостабільний часовий базис використовують кварцові генератори (КГ). Спеціальні КГ (з прецизійними резонаторами, термостатовані, з компенсацією відходу частоти від номінальної тощо) мають відносно нестабільність частоти

$$\Delta F_{\text{відн}} \approx 10^{-7} \dots 10^{-9}, \text{ проте вони досить дорогі.}$$

Для нетермостатованих КГ характерна нестабільність частоти коливань при зміні кліматичних умов, головним чином температури середовища, і може доходити до $\pm 25 \cdot 10^{-6}$ в інтервалі температур 0 ... +60°C по відношенню до робочої $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Нестабільність частоти коливань КГ також зумовлюється повільними незворотніми змінами (старінням) резонатора ($5 \cdot 10^{-6}$ протягом року) та інших елементів, а також випадковими змінами частоти КГ.

При такій кількості факторів негативного впливу на стабільність частоти кварцових генераторів виконання вимог щодо довготривалої стабільності частоти внутрішньої розгортки часового базису тактора порядку $3 \cdot 10^{-7}$ Гц можна вирішити лише із застосуванням доступного еталону часу – сигналу GPS. Останній витворюється 24 супутниками, які містять по дві пари рубідієвих і цезієвих атомних годинників і контролюються атомними годинниками із Землі, а вся система безперервно калібрується за світовим стандартом часу – UTC [5].

Точність синхронізації частоти сигналом GPS відповідає вимогам до точності відліку часу: недорогі стандартні GPS-приймачі з виводом інформації один раз в секунду – високостабільного імпульсу 1PPS - забезпечують синхронізацію з часом UTC з похибкою, не більше ± 100 нс і, відповідно, точне калібрування частоти генератора. Останнє необхідне для мінімізації дрейфу КГ за час тривалої відсутності сигналів GPS, що може відбуватися на практиці.

Отже, зовнішня GPS-синхронізація КГ всіх такторів, одночасно задіяних на обстежуваній секції труби, мінімізує їх короткочасові дрейфи вперед або назад у довготривалому часовому плані і дозволяє створити високостабільну вимірвальну систему. Кожен КГ системи такторів, що періодично (один раз в секунду) коригується від GPS при відсутності сигналів GPS здатний підтримувати відхилення частоти у допустимих межах до 4-х годин. Сигнали GPS також уможливили проведення синхронно точного старту рознесенних вздовж труби такторів у будь-який час, через що потреба в одночасному запуску групи такторів від спільного джерела стартового сигналу є зайвою. Це значно спростило їх експлуатацію, оскільки відпала необхідність в акумуляторному живленні одночасно синхронізованих такторів на час їх доставки до відповідних місць установки в зоні дослідження трубопроводу.

За викладеними принципами в Львівському центрі інституту космічних досліджень при

методичній підтримці ДП “Укрортехдіагностика” розроблено та виготовлено серію приладів, що успішно пройшли тестування в польових умовах. У цих сучасних такторах забезпечено надійне коригування часових базисів сигналами зовнішньої GPS – синхронізації, що дозволило отримати необхідну стабільність частоти коливань КГ такторів ($\Delta F_{\text{відн}} \leq 10^{-9}$), одночасно задіяних на контрольованій секції труби. Така система створила умови для одержання достовірного інтегрального результату діагностування технічного стану секції трубопроводу в результаті практично відсутньої або зведеної до мінімуму похибки від асинхронної подачі такторами попередньо запрограмованої послідовності катодних потенціалів СКЗ на суміжні ділянки діагностованої секції труби.

Запрограмований тактор дозволяє реалізувати програмування його роботи на об’єкті кнопками “Режим” і “Установка” (рис. 1). Програма дає можливість задавати і такі режимні параметри, як період комутації потенціалів СКЗ (переважно 5, 10, 15 або 30 с), режим роботи цифрового індикатора приладу (без підсвітки або з нею), часовий алгоритм роботи тактора (тривалість подачі потенціалу в режимі тактування+перерва подачі+наступна тривалість подачі і т.д.).

Результати роботи висвітлюються на 4-х рядковому цифровому індикаторі, розміщеному на передній панелі тактора. Передбачено захист від несанкціонованого доступу до зміни режимних параметрів. Задані параметри зберігаються в енергонезалежній пам’яті приладу і залишаються незмінними при виключеному живленні. Зовнішня GPS-антена з магнітним кріпленням і 5-метровим кабелем дозволяє адаптувати тактор до умов з різним ступенем завад стосовно прийому сигналу синхронізації модулем GPS. Модуль GPS Lassen SK-II є однією з останніх розробок компанії Trimble. Він дозволяє отримувати диференціальні поправки RTCM SC-104, що дають не більше, як 2-х метрову похибку визначення його місцезнаходження [5].



Рис. 1. Тактор із антеною GPS

У такторі застосовано 8-ми розрядний мікроконтролер типу ATMEGA-8L фірми Atmel [6] зі зручним програмуванням і доступністю до програмно-апаратних засобів підтримки. Він, зокрема, характеризується повною статичною архітектурою, виконанням більшості команд за один машинний цикл, багаторівневою системою переривань, програмуванням у паралельному або послідовному режимах, різними способами синхронізації, достатньо розвинутою периферією (8-ми розрядний таймер-лічильник із перерозподільником, сторожовий тай-

мер, аналоговий компаратор та ін.), наявністю режимів зниженого енергоспоживання тощо.

Надійність роботи силового інтерфейсу тактора при комутованій потужності до 2,0 і більше кВт при постійному струмі до 40А та $3 \cdot 10^6$ і більше комутаційних циклів у межах гарантійного терміну експлуатації забезпечує оптоелектронне однополярне твердотільне реле постійного струму з малим вхідним струмом увімкнення ($I_{ex} = 10 \text{ mA}$) [7]. Зазначимо, що кількість комутаційних циклів одностабільного електромагнітного реле не перевищує 10^5 . Роботою оптоелектронного реле керує вихідний сигнал мікроконтролера через буферний підсилювач на мікросхемі ТТЛ (рис. 2). Для запобігання пробією польових транзисторів оптоелектронного реле при грозових розрядах їх виводи надійно шунтуються розрядником.

Проведені комплексні випробування такторів на станціях катодного захисту нафтопроводу "Дружба" підтвердили автоматичне входження в синхронізм встановлених на різних СКЗ такторів та їх надійну синхронну роботу впродовж тривалого часу в результаті стабільного прийому синхронізуючих GPS-сигналів. Високоточна синхронна робота такторів забезпечила повну відсутність спотворень розподілу поляризаційних потенціалів на обстежуваній ділянці нафтопроводу, що створило можливість для отримання достовірних результатів вимірювань.

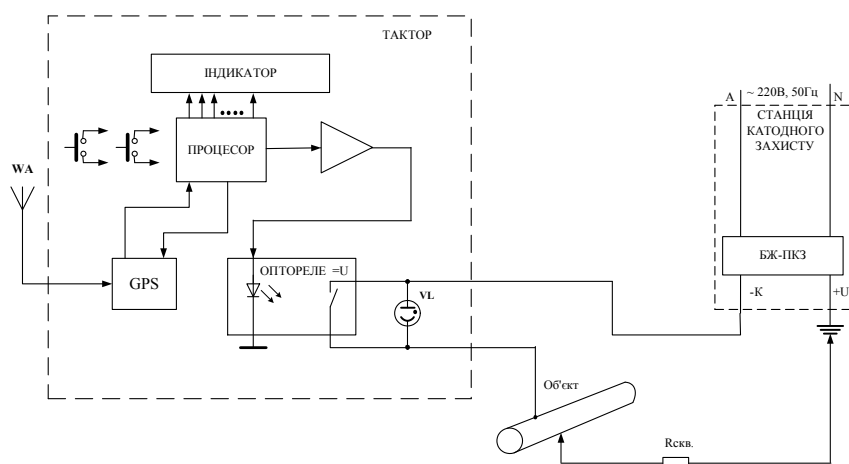


Рис. 2. Склад і під'єднання тактора для комутації струму поляризації

1. Медведик О.В., Слободян Б.В., Сенічак В.М. Проведення комплексних діагностичних обстежень засобів протикорозійного захисту та корозійного

стану підземних нафтогазопроводів та технологічно зв'язаних із ними споруд //Методи та прилади контролю якості. – 2002. –№9. – С.21-24. 2. Жигалин А.Д., Просунцова Н.С. Влияние постоянного

Методи та прилади контролю якості, № 12, 2004

- тока на коррозію металів в ґрунтах //Інженерна геологія.- 1992.- N4.- С.96-102. 3. Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности /Под ред. проф. В.А.Шевнина и доц. И.Н. Модина.- М.: РУССО, 1999.- 511с. 4. Bobachev A.A., Bolshakov D.K., Ivanova S.V., Modin I.N., Pervago E.V., Shevnin V.A. Study of working and projected pipelines with electrical methods. Report, proposed for EAGE 60-th Conference.- Leipzig.- 1998.-127p. 5. Lassen-SK-II GPS . System Designer Reference Manual. Trimble Navigation Limited. November. 1999. 6. Опис мікроконтролера ATМega 8. Архітектура і система команд. Програмне забезпечення. Інструментальні засоби для 8-розрядних AVR- мікроконтролерів.- Web-сайти фірми „Atmel Corp.” 7. Юшин А. Онтоэлектронные реле//Радио.- 1999.- NN 8...10.

УДК 665.7.038:579.29.003.12