

УДК 629.4.053.2

Т.Ю. Сухоніс,
О.В. Бялобржеський, к.т.н.
В.М. Шутко, д.т.н.

СТРУКТУРА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ РУДНИКОВОГО ЕЛЕКТРОВОЗУ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук,
suhonosik@mail.ru

В роботі розглянута структура тягового електротехнічного комплексу рудникового електровозу з системою автономний інвертор – асинхронний двигун. На основі статистичного аналізу виходу із ладу елементів комплексу та його структури для підвищення ефективності експлуатації запропонована схема системного моніторингу та порядок її функціонування в складі комплексу.

Ключові слова: тяговий електротехнічний комплекс, рудниковий електровоз, моніторинг, діагностика, контроль стану обладнання, датчики.

Вступ

Тяговий електротехнічний комплекс рудникових електровозів являється однією із важливих складових частин залізничного транспорту країни, так як його робота забезпечує розвиток гірничої промисловості держави в цілому. Так, на підприємствах гірничо-металургійної галузі України з підземною технологією ведення робіт експлуатується більше 4 тис. електровозів, які класифікуються як рудникові та нараховують 20 різних видів [1]. Приблизно 80% електровозного парку складають акумуляторні види та 20% – контактні. На даний час рівень їх технічного зношення складає 75-80%. Це зумовлюється виникненням нештатних (аварійних) режимів при експлуатації тягового рухомого складу, які пов'язані з відмовами в його елементах. Для зниження ймовірності виникнення аварійних режимів та можливості їх попередження на початкових стадіях необхідно вирішувати ряд завдань з діагностики та моніторингу електричних параметрів тягового електротехнічного комплексу електровозу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Відомі дослідження в галузі розробки структур тягового електротехнічного комплексу для рудникових електровозів з метою підвищення надійності роботи тягового рухомого складу мали лише конструктивне спрямування [5]. При цьому не вирішеним залишається питання щодо обґрунтування структури системи моніторингу рудникових електровозів.

Аналіз досліджень [1, 5, 6] показує, що впровадження систем діагностики є одним із головних факторів підвищення економічної ефективності використання обладнання тягового рухомого складу. Діагностика тягового електротехнічного комплексу включає в себе: визначення поточних параметрів режиму роботи електровозу; моніторинг параметрів основних елементів системи; перевірку стану кіл управління, силових кіл, електронного обладнання, електричних апаратів; контроль основних вузлів (колісні пари, тягові електричні двигуни, мотор-компресор); перевірку працездатності та взаємодії всього обладнання тягового електро рухомого складу [5].

Постановка завдання

Статистика відмов в елементах тягового рухомого складу свідчить про те, що в більшості випадків частіше виходить з ладу тяговий двигун (55%) та контактна мережа (23%), а незначна частина несправностей припадає на пуско-регулюючу (12%) та електричну апаратуру (10%) [1]. Зазначене зумовлено наступними факторами: короткими замиканнями електричного кола; зникненням або зниженням рівня напруги контактної мережі нижче допустимого; відхиленням параметрів електрообладнання рухомого складу; наявністю імпульсних перенапруг на струмоприймачі електровозу; порушенням алгоритму роботи; вібраціями та нагрівом елементів тягового рухомого складу. Всі фактори, які провокують аварійні режими тягового електротехнічного комплексу, взаємопов'язані та залежать один від одного [6].

Як показують результати досліджень [6] досягти бажаної ефективності функціонування рудникових електровозів можна застосувавши на них тяговий електротехнічний комплекс типу частотний перетворювач – асинхронні тягові двигуни керований мікропроцесорною системою

управління [1, 5]. Тому саме цей варіант тягового електротехнічного комплексу обраний як базовий для розробки системи діагностики та моніторингу на рухомому складі електровозів. Слід зауважити, що при використанні іншої структури тягового комплексу запропонований варіант може бути незначно змінений.

Вирішення поставленого завдання

В основу розробки покладено систему тягового електротехнічного комплексу зі схемою живлення двох двигунів, які встановлені на одному візку тягової одиниці [2]. Силова частина комплексу складається з наступних елементів: контактної мережі (+250В), автономного інвертора напруги та двигунів. При цьому вхідне коло приведеної структури (рис. 1) оснащено дільником напруги з двох послідовно ввімкнених конденсаторів (C2, C3), а фазні обмотки двигунів (M1, M2) ввімкнені між точкою з'єднання конденсаторів та точками з'єднання діодів (VD1-VD6) з транзисторами (VT1-VT6). Також комплекс містить мотор-компресор постійного струму (МК), зарядний пристрій (ЗП), акумуляторну батарею з контакторами К2-К4; гальмівний резистор (R_T) для динамічного гальмування тягового електроприводу; блок живлення (БЖ) для живлення фар, сигналу, пульта управління та інших елементів системи управління.

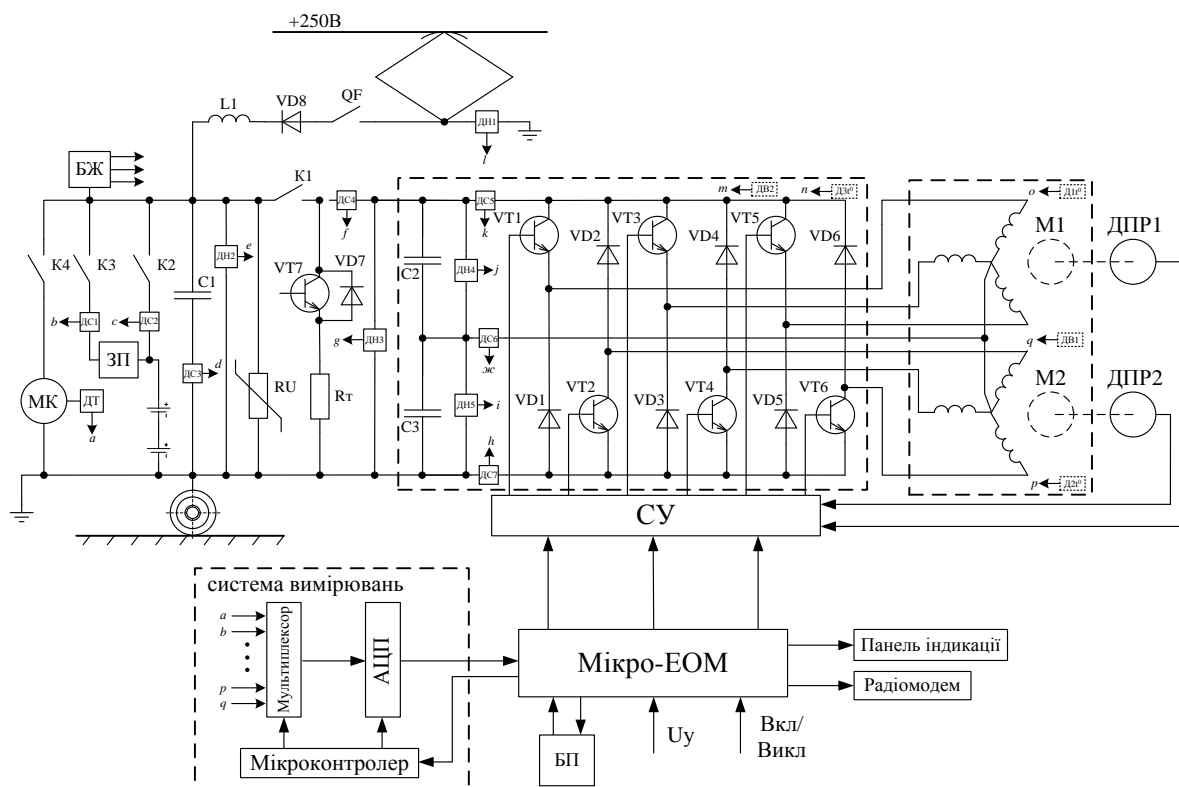


Рис. 1 Структура системи моніторингу тягового електротехнічного комплексу рудникового електровозу

Під час роботи електровоз працює у контактному режимі та отримує живлення через пантограф від контактної мережі. Через автоматичний вимикач QF енергія поступає на вхідний фільтр, який складається із індуктивності L1 та ємності C1 та є загальним для системи управління електроприводом та зарядного пристрою. Також до складу фільтру належать зворотній діод VD8 та обмежувач перенапруг RU. Електричне гальмування тягових двигунів відбувається за допомогою передачі гальмівної енергії від двигунів M1 та M2 через інвертор (VT7, VD7) до гальмівного резистора R_T, при цьому відключається контактор K1.

Для реалізації задач вимірювання, контролю та діагностики функціональних елементів тягового електротехнічного комплексу за подальшим моніторингом його стану в запропоновану схему введено ряд датчиків:

- струму спрацювання вимикачів (ДС1, ДС2);
- тиску мотор-компресора (ДТ);
- струмів LC-фільтра та двигунів відповідно (ДС3, ДС5-ДС7);

- струму та напруги мережі (ДС4 та ДН2);
- напруги двигунів (ДН4, ДН5);
- температури двигунів та інвертора відповідно (Д1t⁰-Д3t⁰);
- вібрації двигунів та інвертора відповідно (ДВ1-ДВ3);
- напруги на ізоляторах пантографу (ДН1).

Структура включає в себе систему управління, систему вимірювань та мікро-ЕОМ, які забезпечують керування тягового рухомого складу. Дані з введених в систему датчиків через канали передачі передають на мультиплексор, з якого по чергово надходять до аналого-цифрового перетворювача (АЦП). Мультиплексовані аналогові сигнали перетворюються в цифровий код та за командою мікроконтролера надходять до мікро-ЕОМ.

Для коректного впровадження запропонованої структури системи моніторингу параметрів тягового електротехнічного комплексу необхідно виконувати певний алгоритм (рис. 2), відповідно до якого попередньо записують в блок пам'яті (БП) мікропроцесорної системи управління масиви ознак несправностей та відповідні їм ділянки електричної, пневматичної схеми кіл та блоків рудникового електровозу. Це надасть можливість виявляти конкретну несправність блоків та характер несправності відповідних кіл схеми рудникового електровозу.

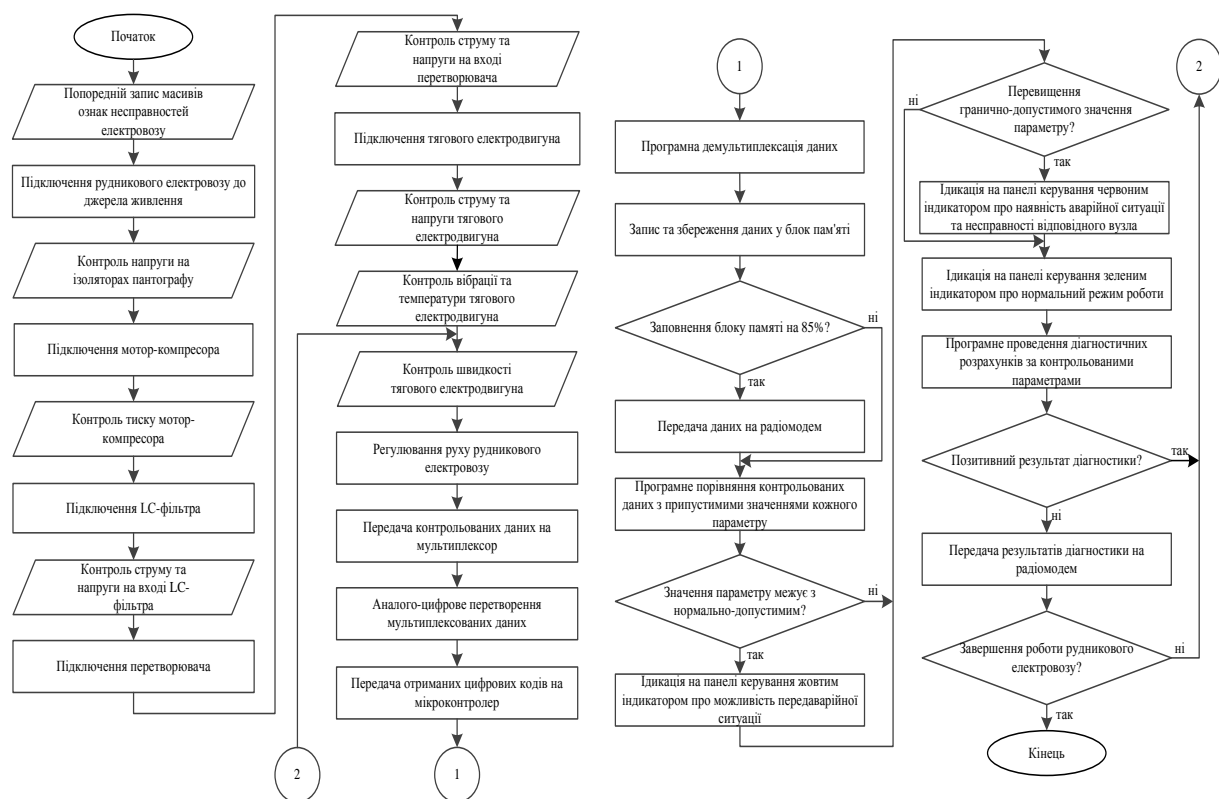


Рис.2 Алгоритм діагностики рудникового електровозу

Пантографом підключають рудниковий електровоз до джерела живлення (контактної мережі +250В). При цьому датчик напруги (ДН1) вимірює напругу на ізоляторах пантографу. Підключають мотор-компресор та вимірюють тиск відповідним датчиком (ДТ). Підключають LC-фільтр. Контролюють струм та напругу на вході LC-фільтру за датчиками струму (ДС3) та датчиком напруги (ДН2). Підключають перетворювач (автономний інвертор). Завдяки датчику струму (ДС4) та датчику напруги (ДН3) контролюють стум та напругу на вході перетворювача. Підключають тягові електродвигуни. За допомогою датчиків струму (ДС5-ДС7), датчиків напруги (ДН4, ДН5), датчика вібрації (ДВ1) та датчиків температури (Д1t⁰, Д2t⁰) вимірюють відповідні параметри тягових електродвигунів (М1, М2).

В свою чергу система управління (СУ) забезпечує плавне регулювання руху рудникового електровозу. Дані з датчиків через канали передачі передають на мультиплексор, де по чергово відбувається перемикання сигналів для передачі їх до АЦП. Мультиплексовані аналогові сигнали з датчиків АЦП перетворює в цифровий код, який у відповідні моменти часу за

командою мікроконтролеру передається на мікро-ЕОМ. Програмно та почергово відбувається демультимплексація даних.

З блоку мікро-ЕОМ дані поступають на блок пам'яті, який виконує функцію запису та збереження інформації поточного стану роботи рудникового електровозу. У випадку заповнення БП, наприклад, на 85% з блоку мікро-ЕОМ відбувається передача даних на радіомодем, який слугує для передачі інформації по радіоканалу та забезпечує контроль руху рудникового електровозу на відповідному горизонті шахти. Якщо БП не заповнено на 85%, то виконують програмне порівняння контрольованих даних з припустимими значеннями кожного параметру.

Оброблені сигнали з виходу блоку мікро-ЕОМ надходять до панелі індикації, де в залежності від стану контрольованого вузла відображаються певними індикаторами. Якщо значення параметру межує з нормально-допустимим, то відбувається індикація жовтим індикатором, що свідчить про можливість передаварійної ситуації. У випадку, коли значення параметру не межує з нормально-допустимим, виконують перевірку на перевищення гранично-допустимого значення параметру. При його перевищенні відбувається індикація на панелі керування червоним індикатором, що свідчить про наявність аварійної ситуації та несправність відповідного вузла електричної та/або пневматичної схеми кіл, та/або блоків рудникового електровозу. Якщо значення параметру не перевищує гранично-допустиме, то відбувається індикація зеленим індикатором, що свідчить про нормальний режим роботи електровозу.

На основі отриманих даних програмно проводять діагностичні розрахунки за контрольованими параметрами. У випадку позитивного результату діагностики продовжують роботу періодично виконуючи контроль параметрів обладнання рудникового електровозу відповідними датчиками. У випадку негативного результату діагностики дані з виходу блоку мікро-ЕОМ надходять на радіомодем для більш детального аналізу.

Коли роботу рудникового електровозу слід завершити, то від'єднують пантограф від джерела живлення. У випадку продовження роботи – знову проводять контроль параметрів тягового електротехнічного комплексу за допомогою відповідних датчиків.

Таким чином, періодично відбувається візуальний контроль за станом обладнання електровозу за допомогою панелі керування від блоку мікропроцесорної системи. Використання запропонованого рішення дозволить отримувати оперативну інформацію про стан основних елементів тягового електротехнічного комплексу рудникового електровозу та надавати у зручному вигляді рекомендації машиністу.

Висновки

Пропонована структура системи моніторингу тягового електротехнічного комплексу дозволяє забезпечити візуальний контроль за станом обладнання рудникового електровозу та керування роботою тягового рухомого складу в цілому від блоку мікропроцесорної системи. Система містить мікропроцесорну систему управління для певного керування рудниковим електровозом. Виконання моніторингу основних параметрів тягового електротехнічного комплексу виконується контролюючими датчиками струму, напруги, температури, тиску та вібрації, що дозволяє забезпечити виявлення несправності вузла (блоку) та характер несправності ділянок електричної та пневматичної схем кіл електровозу.

Список літературних джерел

1. Дебелый В.Л. Основные направления развития шахтного локомотивного транспорта / В.Л. Дебелый, Л.Л. Дебелый, С.А. Мельников // Уголь Украины.-2006.-№6.-с.30-31.
2. Киреев А.В. Схема питания вентиляно-индукторного тягового привода электропоезда // Науковий журнал. Вісник СХУ ім. В.Даля – №4 (158) – часть 1.
3. Розанов Ю.К. Основы силовой электроники. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 296с.: ил.
4. Сви П.М. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240с.: ил.
5. Синчук О.Н. Контактно-аккумуляторный шахтный электровоз с тяговым электротехническим комплексом: IGBT-инвертор-асинхронный электрический двигатель / О.Н. Синчук, И.О. Синчук, Д.А. Шокарев, Е.И. Скапа, Ф.И. Караманич // Науковий журнал. Вісник СХУ ім. В.Даля – №4 (158) – часть 1.
6. Системы управления шахтным электровозным транспортом / О.Н. Синчук, Э. С. Гузов, Н. И. Шулин, П. К. Саворский. – К.: Техніка, 1985. – 198 с.