

УДК 621.3.053

Пироженко А.В., Пироженко Т.В.

Державне підприємство "Науково-дослідний інститут безпеки праці та екології в гірничорудній і металургійній промисловості". Україна, Кривий Ріг

АПАРАТУРА ЗАХИСТУ ШАХТНОЇ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОВОЗНОЇ ВІДКАТКИ ВІД СТРУМІВ ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ

Анотація

Наведені методика і результати експериментальних досліджень по визначенню основних технічних вимог до апаратури захисту шахтної контактної мережі електровозної відкатки. Представлена функціональна блок-схема розробленої апаратури, викладений алгоритм її роботи.

Abstract

Resulted method and results of experimental researches on determination of the basic technical requirements to the apparatus of defence of shaft contact network of electrovoznop vidcatci. Presented functional bloc-diagram of rozroblennop apparatus, algorithm laid out of work.

Типовий аварійний режим, характерний для експлуатації шахтної електровозної відкатки, — це обрив і падіння контактної мережі на рейки, електровоза або рухомий склад. При цьому струм замикання обмежено перехідним опором петлі "контактний провід — рейка" і при значному віддаленні місця замикання від тягової підстанції

(більше як 500...600 м), як правило, менше уставки максимально-струмового захисту фідера і знаходиться в діапазоні тягових струмів. Це призводить до тривалого існування вказаного аварійного режиму, небезпеки ураження людей кроковою напругою при наближенні до контактної мережі, що впав; до займання електровоза, вмісту вагонеток під час доставки різних вантажів, кріплення шахтної виробки, а також перегрівання і провисання контактної мережі, перегріву і виходу з ладу комутаційної апаратури.

Для розробки апаратури захисту, яка вимикає контактну мережу у всьому можливому діапазоні струмів короткого замикання, незалежно від довжини захищеного фідера, необхідне визначення основних технічних вимог до неї, яких до цього часу не було.

Зважаючи на складність моделювання перехідних процесів в контактній мережі як при короткому замиканні, так і під час пуску (гальмування) електровоза та низьку достовірність результатів моделювання, експериментальні дослідження проводились безпосередньо в контактній мережі з осцилографічним записом параметрів, що підлягають контролю.

Проведення експериментальних досліджень при безпосередньому створенні замикання в контактній мережі мають такі особливості:

- великі значення напруги і струмів замикання, що вимагає обов'язкову розв'язку силових кіл і кіл виміру;

- мала тривалість часу існування замикання, виходячи з умови безпеки, зумовлює реєстрацію параметрів замикання, що підлягають контролю, здійснювати світлопроменевим осцилографом із записом на світлочуттєвий папір, вимагає синхронізації моменту замикання з запуском стрічкопротяжного механізму осцилографа;

- реєстрація параметрів, що підлягають контролю, у віддалених між собою точках (тупик фідера контактної мережі, електровоз і тягова підстанція) за умови синхронізації запису з моментом замикання вимагає наявності стійкого радіозв'язку між місцем замикання, електровозом і тяговою підстанцією.

Програма досліджень включала в себе визначення змінювання струму і приросту (кидка) струму в трьох режимах:

- початок руху і рух навантаженого рухомого складу зі зміною тягового струму у можливих межах і відсутністю замикання контактної проводу;

- віддалене коротке замикання під час холостого ходу контактної мережі;

- рух навантаженого рухомого складу з одночасним віддаленим коротким замиканням.

На підставі отриманих експериментальних даних були розроблені технічні вимоги до апаратури захисту шахтної контактної мережі від струмів замикання, сумірних з тяговими, основні положення яких такі:

- апаратура захисту повинна вимикати живлення фідера контактної мережі, під час виникнення у будь-якій точці струму замикання 300 А та більшого, аж до величини струму металевого короткого замикання;

- власний час спрацювання повинен бути не більшим за 0,03 с;

- максимальна відстань захищеного фідера без зниження уставок спрацювання повинна складати 5 км.

На підставі проведених досліджень розроблена апаратура захисту, яка призначена для захисного вимкнення фідера контактної мережі при аварійних режимах, які супроводжуються струмами, сумірними з тяговими (віддалене коротке замикання, падіння контактної проводу на землю та ін.), що не вимикаються максимально-струмовим захистом тягової підстанції.

Функціональна блок-схема апаратури захисту наведена на рис. 1. В схемі передбачені такі функціональні вузли та блоки:

I. Блок датчика струму, призначений для виділення сигналу, пропорційного тяговому струму контактної мережі, і гальванічній розв'язці пристрою з силовими колами напругою 275 В.

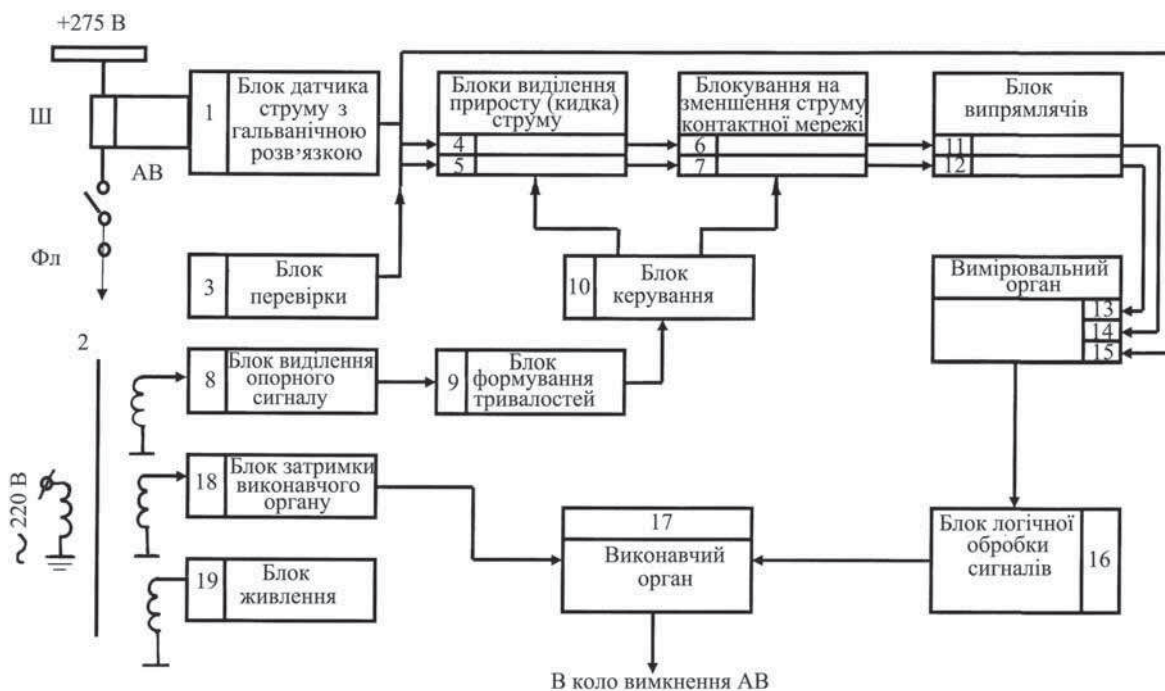


Рис. 1. Функціональна блок-схема апаратури захисту



Виконаний за принципом модулятор-демодулятор. Параметри схеми блока підібрані так, що при подачі на вхід напруги 75 мВ напруга на виході складає 10 В із забезпеченням лінійності характеристики вхід-вихід датчика струму у вказаному діапазоні.

3. Блок перевірки створює штучний накид напруги з виходу блока I, відповідно до струму замикання в первинному (тяговому) колі, рівного уставці захисту, та призводить до спрацювання апарата.

4, 5. Блоки виділення приросту (кидка) струму виділяють та запам'ятовують величини зміни струму контактної мережі за кожні 20 мс, причому для виключення втрат інформації про приріст струму, робота блоків зміщена відносно один одного на 10 мс.

6, 7. Орган блокування апарата на зменшення струму контактної мережі блокує обидва канали апарата при зменшенні величини струму в контактній мережі (гальмування електровоза, відрив пантографа та ін.), тобто апарат реагує тільки на приріст струму, що відповідає режиму замикання.

8. Блок виділення опорного сигналу формує логічний колібрований сигнал, синфазний напрузі живлення.

9. Блок формування тривалостей формує тимчасові затримки відносно опорного сигналу.

10. Блок керування реалізує необхідний алгоритм керування аналоговою частиною апарата (блоками 4...7).

11, 12. Блок випрямлячів випрямляє аналоговий сигнал по обох каналах з виходів блоків 6 і 7.

13, 14, 15. Вимірювальний орган виконує роль компаратора, який перетворює аналоговий вхідний сигнал в дискретний логічний сигнал на виході.

16. Блок логічної обробки сигналів реалізує функцію ЗІ та формує сигнал на відключення тільки у випадку одночасного перевищення уставки спрацювання блоків 13, 14, 15.

17. Виконавчий орган вимикає автоматичний вимикач фідера тягової підстанції.

18. Блок затримки виконавчого органу блокує пристрій від помилкових спрацювань в момент зникнення та появи його живлення.

Працює апаратура таким чином.

При сталому навантаженні контактної мережі або його відсутності на виходах блоків (4) і (5) виділення приросту (кидка) струму сигнал відсутній.

Під час пуску електровоза відбувається наростання тягового струму і з виходів блоків (4) і (5) знімаються сигнали, пропорційні приросту струму контактної мережі за кожний дискретний проміжок часу. Оскільки швидкість наростання тягового струму обмежена індуктивністю тягових двигунів, опором пускових реостатів і залежить безпосередньо від збільшення швидкості руху електровоза, який має значну інерційність, час перехідного процесу пуску електровоза в кілька разів перевищує дискретний проміжок часу визначення наростання струму (20 мс) і на виходах блоків (4) і (5) сигнали виявляються нижче уставки спрацювання вимірювального органу.

При виникненні короткого замикання наростання струму обмежено тільки індуктивністю контактної мережі до місця замикання, швидкість його в кілька разів перевищує швидкість наростання тягового струму електровоза і перехідний процес не перевищує 20 мс. На виходах блоків (4) і (5) формуються сигнали, які перевищують уставку спрацювання вимірювального органу по обох каналах, що призводить до спрацювання виконавчого органу (17).

Розроблена апаратура захисту забезпечує вимкнення контактної мережі під час замикання на землю зі струмами не менше як 300 А при максимальному навантаженні фідера (два спарених електровоза 25 КР) при максимальній протяжності фідера, який захищається, до 5 км і власному часі спрацювання апаратури не більше як 0,03 с.