

Л.В. ДУБИНЕЦЬ, д.т.н., професор,
А.М. МУХА, к.т.н., доцент,
О.О. КАРЗОВА, асистент

УНІФІКОВАНИЙ БЛОК ЗАХИСТУ ДОПОМІЖНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

В статті представлені характерні недоліки існуючих апаратів захисту допоміжних електричних машин електропоїздів постійного струму, на прикладі електропоїзда EP2, а також представлено технічний опис уніфікованого блоку захисту допоміжних машин на базі мікроконтролера, який призначено для заміни електромеханічних реле переважання та теплового реле.

В статье показаны характерные недостатки существующих аппаратов защиты вспомогательных электрических машин электропоездов постоянного тока на примере электропоезда ЭР2, а также представлено техническое описание унифицированного блока защиты вспомогательных машин на базе микроконтроллера, который предназначено для замены электромеханических реле перегрузки и теплового реле.

Вступ. На залізницях України поки що широко використовується рухомий склад розробки 50-х – 60-х років 20 сторіччя, у якого апарати захисту електричних тягових двигунів та допоміжних електричних машин вже морально та фізично застаріли, внаслідок чого ці електричні машин працюють часто без відповідного захисту, що призводить до виходу їх з ладу.

Розвиток напівпровідникової елементної бази, як силової так і мікропроцесорної техніки, зробив можливим будувати високоякісні, швидкодіючі та високого класу точності апарати захисту електричних машин.

Мета роботи. Розробка рекомендацій по підвищенню надійності захисних апаратів рухомого складу залізниць.

Матеріал і результати дослідження. В Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна проводяться роботи по дослідженню і розробці апаратів захисту електричних машин рухомого складу залізниць. Дослідний зразок уніфікованого блоку захисту мотор-компресора було встановлено на електропоїзді EP1 приписки локомотивне депо Дніпропетровськ Придніпровської залізниці. Це дозволить перевірити принципи будови апаратів захисту на сучасній елементній базі в умовах експлуатації рухомого складу залізниць.

На електропоїздах EP1 й EP2 установлені електродвигуни ДК-406А и ДК-409А [1].

На рухомому складі встановлюють електричні апарати у тяговому вико-

нанні. Електричні апарати електропоїзда на відміну від апаратів стаціонарних установок піддаються вертикальним коливанням, вібраціям, перепадам температури навколишнього повітря від -50 до $+40^{\circ}$ С, впливу пилу, вологи, змащення й т.д. Ізоляція, застосовувана в апараті, повинна мати більшу діелектричну міцність, а тому її роблять досить довгою (за рахунок фігурної форми деталей) і із гладкою поверхнею.

При експлуатації великий вплив на роботу контактів робить стан контактних поверхонь. Поява нерівностей і напливів металу, окислювання, забруднення поверхні сильно збільшують перехідний опір і погіршують умови роботи контактів.

Вище вказане висуває досить високі вимоги до тягових електричних апаратів, але з часом, внаслідок процесу старіння, електричні апарати стають ще більш чутливими до зовнішніх факторів, особливо гостро це відчувається для апаратів захисту. В цих апаратах в більшості конструкцій використовуються механічна система порівняння сигналів, що контролюються, з рубіжними величинами. Наприклад, в теплових реле випростовуються біметалічні пластини, які з часом втрачають свою пружність.

Тому існує потреба у розробці апаратів захисту, в яких порівняні сигналів (струму або напруги) не залежало від властивостей механічної частини електричного апарату.

Схема високовольних допоміжних кіл головного вагона електропоїзда ЕР2 представлена на рис. 1.

Система одержує живлення через контактор *МК1*, реле перевантаження *РПД*, теплові реле *ТР1*, демпферний резистор Р80-Р81. Обмотка незалежного збудження перетворювача одержує живлення від проводу 20. Від середньої точки *С1* перетворювача *Д* через демпферний резистор Р82-Р84, контактор *МК2*, реле перевантаження *РПК*, теплове реле *ТР2* одержує живлення двигун компресора *К*.

Реле перевантаження перетворювача *РПД* і компресора *РПК* виконані роздільно. Це дозволяє при несправності електродвигуна компресора залишити в роботі перетворювач для живлення кіл висвітлення, вентиляції й опалення вагонів від генератора керування. Контакти реле *РПД* і *РПК* включені в коло відповідних котушок контакторів *МК1* і *МК2* так, що спрацьовування реле перевантаження компресора приводить до відключення тільки контактора компресора *МК2*; при цьому контактор *МК1* залишається включеним. При спрацьовуванні реле *РПД* відключається перетворювач і компресор.

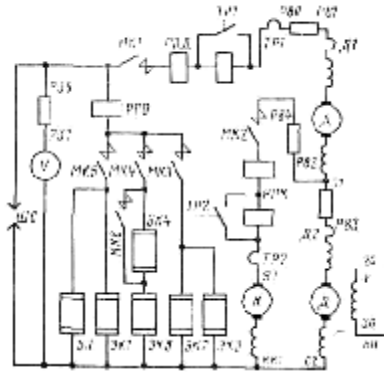


Рис. 1. Схема високовольтних допоміжних кіл головного вагона електропоїзда EP2

Котушки механізмів повернення реле включене послідовно, тому керування обома реле здійснюється від однієї кнопки «Повернення РПД і РПК», що перебуває на ящику під вагоном.

Реле ТРВ-8,5 служить для підключення секції II котушки реле РПД або РПК у роботу, коли по силовому колу допоміжних електричних машин проходить струм, що перевищує робоче значення, але менший, чим струм уставки реле перевантаження. Такий струм при тривалому проходженні здатний привести до перегріву й псування обмотки допоміжних машин. При струмі 12 А теплове реле спрацьовує через 1 хв., а при струмі 30 А – через 2,5 с.

Реле перевантаження Р-103 з механізмом повернення Р-102 (РПД та РПК) захищає силові кола тягових двигунів від струмів перевантаження, а силові допоміжні кола – від струмів перевантаження й струмів короткого замикання. Реле РПД і РПК спрацьовують при струмі 12-15 А. Регулювання уставки реле роблять зміною натягу пружини за допомогою регулювальної гайки й регулювального гвинта. У кожного реле є шкала, на якій зазначений струм уставки.

На рис. 2 представлена схема дослідного уніфікованого блоку захисту мотор-компресора електропоїзда EP1, розробленого авторами. Уніфікований блок захисту призначений для заміни двох захисних реле якірного кола мотор-компресора: реле перевантаження компресора РПК і теплового реле ТР2. Основою схеми є датчик струму на ефекті Холу типу ДСТ-250 (DA4), встановлення якого дозволяє контролювати струм у високовольтному якірному колі. Сигнал з датчику струму надходить до АЦП, яке вбудоване у мікроконтролер. В схемі використано мікроконтролер типу PIC12F675 фірми Microchip. Мікроконтролер при струмі якірного кола величиною 15 А видає команду на відключення мотор-компресора від живлення шляхом відключення контактора МК2. Якщо струм стає більшим за 8,5 А, але меншим 15 А, мік-

роконтролер реалізує передатну характеристику теплового реле, де функцією є час, а аргументом струм.

Для забезпечення повної сумісності розробленого пристрою зі штатною схемою використовується малопотужне електромагнітне реле К1, за допомогою якого керуємо контактором МК2, та реалізуємо необхідну сигналізацію у головний та моторний вагони. Запропонований блок захисту повністю відповідає вимогам ДСТУ 2773–94.

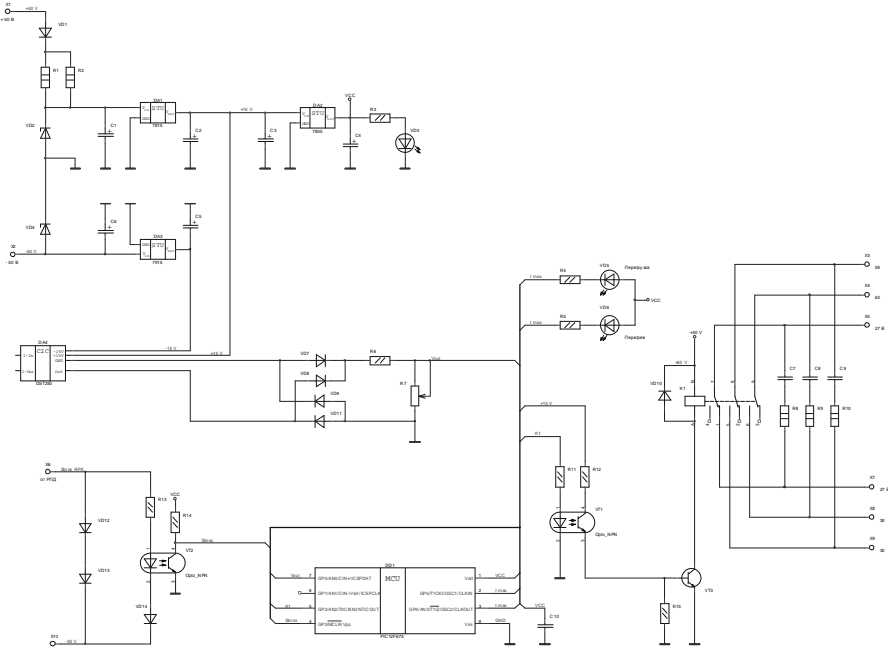


Рис. 2. Схема уніфікованого блоку захисту допоміжних машин

Висновки. Запропонована авторами схема уніфікованого блоку захисту допоміжних машин може бути рекомендована для застосування після експлуатаційних випробувань в схемах електрорухомого складу з метою підвищення надійності захисної апаратури.

Список літератури: 1. Цукало П.В., Ерошкин Н.Г. Электропоезда ЭР2 и ЭР2Р. – М.: Транспорт, 1986. – 359 с. 2. ДСТУ 2773-94. Апарати електричні тягові. Загальні технічні умови.

Поступила до редколегії 15.10.07