

Д. С. БЛУХІН (ДПТ)

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ РЕГУЛЯТОРІВ НАПРУГИ ВІТЧИЗНЯНОГО ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Розглянуто основні генератори постійного струму кіл керування електрорухомого складу. Виконано аналіз регуляторів напруги. Вказана необхідність модернізації регуляторів напруги електрорухомого складу постійного струму.

Рассмотрены основные генераторы постоянного тока цепей управления электроподвижного состава. Выполнен анализ регуляторов напряжения. Показана необходимость модернизации регуляторов напряжения электроподвижного состава постоянного тока.

The article describes main types of d.c. generators of controlling circuits of electric rolling stock, provides analysis of voltage regulators and substantiates the need of improvement of voltage generators used in d.c. electric rolling stock.

На діючому електрорухомому складі залізниць України, який знаходиться в цей час в експлуатації як постійного струму 3 000 В, так і змінного струму 25 кВ кола керування живляться постійним струмом напруги 50...110 В від генераторів керування або статичних перетворювачів, які резервуються акумуляторною батареєю.

На електрорухомому складі змінного струму генератори керування витиснуті статичними перетворювачами давно. Нові електровози й електропоїзди припускають широке впровадження статичних перетворювачів для керування допоміжним, тяговим електроприводом та одержання енергії для кіл керування. Однак випуск нових локомотивів поки малий.

Основну масу рухомого складу залізниць України постійного струму становлять: електровози ВЛ8, ВЛ10; електропоїзда ЭР1, ЭР2, у яких джерелом енергії кіл керування є генератори постійного струму напругою 50 В. Напруга, яку вироблюють генератори, нестабільна. Для стабілізації напруги використовуються різні регулятори напруги на клеммах генераторів, які вимагають заміни через низькі експлуатаційні показники і моральний знос.

Для створення нових регуляторів виникає завдання в проведенні аналізу основних параметрів застосовуваних генераторів постійного струму, існуючих регуляторів напруги, схем включення в кола керування, переваг та недоліків.

Генератор керування ДК-405К установлений на електровозах ВЛ8, ВЛ10 і ВЛ10У (випущених до жовтня 1976 р.) [1; 2]. Генератор виконаний чотириполюсним без додаткових

полюсів з паралельним збудженням. Якір генератора насаджений на циліндричний кінець вала двигуна НБ-430А (ВЛ8) або ТЛ-110М (ВЛ10 і ВЛ10У), який є приводом відцентрового вентилятора. Привод має низьку та високу швидкості обертання. На електровозах установлено по два генератори керування. При високій швидкості вентиляторів обидва генератори забезпечують напругу 50 В, у роботі перебуває один з генераторів. У разі низької швидкості вентиляторів якоря генераторів керування включені послідовно. При цьому сумарна напруга забезпечує живлення кіл керування.

Генератори НБ-110 установлювалися на електровозах ВЛ10 і ВЛ10У с жовтня 1976 р. Приводом також може бути електродвигун ТЛ-110М.

Генератори ДК-604К на електропоїздах ЭР2 [3]. Для привода генератора керування застосовується двоколекторний двигун паралельного збудження, що одночасно використовується як подільник напруги (динамотор) ДК-604В для живлення двигуна компресора напругою 1 500 В. Привод є одношвидкісним.

У таблиці наведені основні технічні дані зазначених генераторів керування.

Всі зазначені генератори керування мають паралельне збудження. Підтримка постійної напруги на затискачах генераторів керування пов'язана зі зміною в широких межах струму збудження, для чого використовуються різні регулятори напруги, які знаходяться у складі панелей керування джерелами живлення кіл керування.

Параметр	Тип генератора		
	ДК-405К	НБ-110	ДК-604К
Потужність, кВт	4,5	8	10
Напруга, В	50	64	50
Струм якоря, А	90	125	200
Швидкість обертання, об/хв	990 (875 для ВЛ8)	990	1000
Опір обмотки якоря при 20 °С, Ом	0,0226	0,0222	0,019
Опір обмотки збудження при 20 °С, Ом	5,85	6,01	4,5...5...5,1
Режим роботи	тривалий		

На електровозі ВЛ8 застосована панель керування ПУ-3Г [1], яка призначена для забезпечення спільної роботи генератора керування, акумуляторної батареї і надійного живлення кіл керування. Одним з основних вузлів панелі керування є регулятор напруги типу СРН-7У-3, призначений для підтримки постійної напруги на затискачах генератора керування.

Даний регулятор напруги відноситься до класу вібраційних регуляторів [4]. Як виконавчий елемент застосовані змінні вугільні контакти, які впливають на контур струму обмотки збудження.

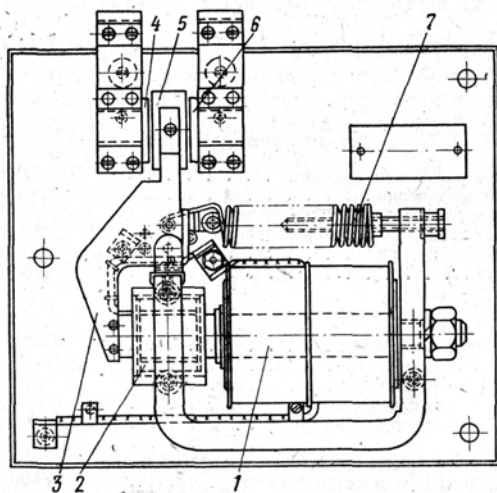


Рис. 1 Регулятор напруги СРН-7У-3:
1 – нерухома котушка; 2 – рухома котушка; 3 – якор;
4 та 6 – нерухомі вугільні контакти; 5 – рухомий вугільний контакт; 7 – регульована пружина

Технічні дані регулятора напруги такі: номінальна напруга – 125 В; напруга уставки – 50 ± 2 В; найбільша допустима напруга контактів – 28 В; найбільший струм контактів – 7 А; сумарний зазор між рухомих і нерухомих контактами – 0,5...1 мм; номінальний струм котушок – 2 А; маса – 5,2 кг.

Регулятор напруги СРН-7У-3 установлений на панелі керування ПУ-014 [3]. Панель керування ПУ-014 установлена на електровозах ВЛ10 до №1860 випуску ТЕВЗ і на ВЛ10У до № 327 випуску НЕВЗ. Відмінною рисою панелі керування ПУ-014 від панелі ПУ-3У є відсутність рубильника посиленого заряду батареї. Причиною є введення розроблювачами в коло живлення після загального вузла джерел енергії F , послідовно з навантаженням, баластового резистора R (рис. 2). Вимірювальна котушка регулятора напруги вмикається після баластового резистора до вузла S , тим самим, стабілізуючи напругу в колах керування 50 ± 2 В. За рахунок спадання напруги на резисторі R реальна напруга на клеммах генератора вище, що дозволяє реалізувати якісний заряд акумуляторної батареї, але викликає втрати енергії в баластовому резисторі R .

Регулятор напруги СРН-8А, установлений на електропоїздах ЭР2 до №1100 [3], має схожу конструкцію та параметри з СРН-7У-3. Регулятор контролює напругу на клеммах генератора. Для створення необхідної зарядної напруги акумуляторної батареї застосовується групове послідовно-паралельне з'єднання банок.

Основні несправності, пов'язані з експлуатацією регулятора напруги СРН-7У-3 у складі панелей керування:

1. Після довгого відстою генератори не дають напруги в результаті відсутності залишкового магнетизму в обмотці збудження. Усувається подачею напруги від плюсового затискача на обмотку збудження до появи напруги на генераторі.

2. Генератор керування дає завищену напругу. Причиною може бути обрив кола в котушці керування або комутуючих резисторах. Усувається або пошуком ушкодження, або перехід на справний регулятор.

3. Блимання ламп, реле зворотного струму (РЗС) працює «дзвінком». Причиною є погана поверхня вугільних контактів, збільшений зазор між ними, вихід з ладу одного з резисторів у колі обмотки збудження. У результаті виникає необхідність у частій заміні вугільних контактів і налаштуванню необхідної напруги стабілізації.

4. Порушення нормальної вібрації рухомого контакту СРН, що викликає періодичні перепади напруги. Причиною є ушкодження ізоляції вивідних кінців котушки рухомого контакту.

5. Частий вихід з ладу реостатів, установлених послідовно з обмоткою збудження, й значні втрати потужності в колах регулятора.

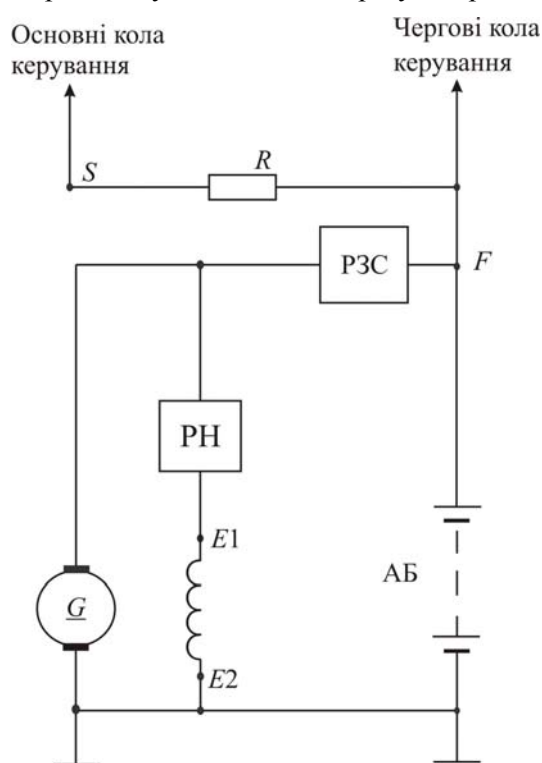


Рис. 2 Спрощена схема включення регуляторів у колах керування

На електровозах ВЛ10 з №1860 випуску ТЕВЗ і ВЛ10У № 327 випуску НЕВЗ установлена панель керування ПУ-037 [2]. Її апарати призначені для підтримки в колах керування електровоза напруги $50 \pm 1,5$ В, забезпечення захисту апаратури від перенапруг у колах керування, здійснення оптимального режиму роботи акумуляторної батареї. У нормальному режимі працює два генератори керування. При цьому один генератор забезпечує енергією кола керування, що дозволяє значно підвищити потужність кіл керування, другий генератор здійснює заряд акумуляторної батареї. Основними блоками в складі панелі керування є два регулятори керування типу БРН-10, реле електро-

не (РЕ) для перемикання режимів роботи акумуляторної батареї, два блоки БЗ-06 для захисту кіл керування від небезпечного підвищення напруги, блок зворотного зв'язку БЗС для контролю режиму заряду акумуляторної батареї. Схемною основою блоків є біполярні транзистори. Основна перевага застосування електронних блоків – можливість легко замінити ушкоджений блок через штепсельні роз'єми.

Основні несправності, пов'язані з експлуатацією панелі керування ПУ-037:

1. Після довгого відстою генератори не дають напруги в результаті відсутності залишкового магнетизму в обмотці збудження. Крім того, цьому перешкоджає не повністю відкритий стан транзистора вихідного каскаду БРН-10. Усувати несправність також як при СРН, подачею напруги від плюсового затискача батареї, неможливо.

2. Ушкодження транзисторів, діодів та ін. у схемах блоків.

3. Застосовано застарілі на даний момент напівпровідникові елементи, яким необхідно підбирати еквіваленти при ремонті блоків.

4. Необхідність індивідуального налаштування кожного електронного блока за допомогою потенціометрів.

5. Реостати в колі обмоток збудження створюють додаткові втрати потужності на регулювання.

На електропоїздах ЕР2, починаючи з № 1101, замість виключеного зі схеми регулятора напруги СРН установлений блок регулювання й захисту (БРЗГ) [3]. Він служить для стабілізації напруги генератора, що працює паралельно з акумуляторною батареєю, обмеження струму заряду батареї та захисту генератора і кіл керування від підвищення напруги.

Технічні дані БРЗГ: номінальна напруга – 50 В; діапазон зміни уставки регулятора – 15...50 В; відхилення регульованої напруги від уставки, не більше – 5 %; номінальний вихідний струм регулятора – 8 А; межі зміни вихідного струму регулятора – 0,7...15 А; межі зміни вихідної напруги регулятора – 5...48 В; діапазон регулювання уставки захисту – 50...75 В.

Регулятор БРЗГ є подальшим розвитком електронних регуляторів напруги генераторів постійного струму на електрорухомому складі. Усунуто істотний недолік попередніх регуляторів – неможливість збудження генератора через відсутність залишкового магнетизму, тому що даний регулятор одержує живлення від акумуляторної батареї до запуску генератора від чер-

гових кіл керування. Істотним недоліком є наявність у вихідному каскаді схеми регулятора тиристорного ключа, який подає імпульси на обмотку збудження. У результаті схема насичена великою кількістю елементів, для забезпечення роботи силового тиристора.

Висновки

1. Аналіз параметрів розповсюджених на вітчизняному електрорухомому складі генераторів керування показує, що діапазон вихідних потужностей перебуває в межах 4,5...10 кВт при практично близьких значеннях активних опорів обмоток збудження 4,5...6,01 Ом. Це дозволяє застосовувати перетворювач, який впливає на обмотку збудження, з єдиними параметрами виходу.

2. Аналіз схемних рішень включення панелей керування [1–3] показує, що вихід обмоток збудження E_2 (див. рис. 2) у всіх типів генераторів завжди підключений до загального мінуса кіл керування.

3. Всі описані регулятори напруги відносяться до вібраційних регуляторів, що працюють в автоколивальному режимі, але виконані на різній елементній базі.

4. Попередня подача напруги на регулятор напруги від чергових кіл керування, дозволяє виключити залежність генерації напруги на клеммах генератора від наявності залишкового магнетизму.

5. Аналіз параметрів, переваг і недоліків регуляторів, які знаходяться в експлуатації, показує невисокі експлуатаційні якості, надійність і точність регулювання. У випадку впровадження в колах керування нових вузлів і блоків виникає необхідність у застосуванні індивідуальних додаткових стабілізаторів.

6. Регулятори напруги, які розроблюються на напівпровідникових елементах повинні мати у своєму складі вузол захисту від підвищення напруги понад припустимі межі.

7. Вищезазначене, підтверджує необхідність розробки нових регуляторів напруги з урахуванням всіх позитивних моментів уже діючих.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Электровоз ВЛ-8. Руководство по эксплуатации; Под ред. О. А. Кикнадзе. – М.: Транспорт, 1982. – 320 с.
2. Электровозы ВЛ10 и ВЛ10У / Под ред. О. А. Кикнадзе – М.: Транспорт, 1981. – 519 с.
3. Цукало П. В. Электропоезда ЭР2 и ЭР2Р / П. В. Цукало, Н. Г. Ерошкин. – М.: Транспорт, 1986. – 359 с.
4. Автоматизация производства и промышленная электроника. 4 т. Т. 3.; Под ред. А. И. Берг и В. А. Трапезников, – М.: Советская энциклопедия», 1964. – С. 208–209.

Надійшла до редколегії 11.09.2006.