

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПОЇЗДА ЕР2 З ЗАСТОСУВАННЯМ РЕКУПЕРАТИВНО-РЕОСТАТНОГО ГАЛЬМУВАННЯ

Стаття присвячена модернізації електропоїзда ЕР2 з застосуванням рекуперативно-реостатного гальмування

Ключові слова: статичний перетворювач збудження, рекуперативно-реостатне гальмування, захист тягових двигунів по схемі Мацнева

Статья посвящена модернизации электропоезда ЭР2 с применением рекуперативно-реостатного торможения

Ключевые слова: статический преобразователь возбуждения, рекуперативно-реостатное торможение, защита тяговых двигателей по схеме Мацнева

The article is devoted to modernization of electric train ER2 using the rekuperativ-rheostatic braking

Keywords: the static reorganizer excitation, the rekuperativ-rheostatic braking, the protection engines on the Matsnev's scheme

На сучасних електропоїздах постійного струму ЕР2Т та ЕПЛ2Т окрім електропневматичного гальмування застосовується рекуперативно-реостатне, а на електропоїздах ЕР2 застосовується тільки електропневматичне гальмування.

Так як термін служби електропоїздів ЕР2 продовжений для роботи на залізницях України, то для зниження витрати електричної енергії на тягу електропоїздів, необхідно провести модернізацію схем силових кіл моторних вагонів здійснивши рекуперативно-реостатне гальмування з мінімальними переробками.

В роботі авторами розроблена схема силового кола моторного вагона електропоїзда ЕР2, що дозволило застосувати рекуперативно-реостатне гальмування на послідовному з'єднанні тягових двигунів, як і на електропоїзді ЕПЛ2Т, зберігши існуючі пускові реостати з тим же розбиттям на секції резисторів, силовий контролер КСП-1А та алгоритм його роботи на з'єднаннях «С» та «СП».

Додатково введені сім індивідуальних електропневматичних контакторів, гальмівний перемикач на чотири контактора, які замикаються тільки в гальмівному режимі. Все додаткове контакторне обладнання

розміщується в спеціальному ящику під моторним вагоном.

Для живлення чотирьох обмоток збудження тягових двигунів в режимі рекуперативного гальмування встановлюється статичний перетворювач напруги 3000/100 В.

Рекуперативно-реостатне гальмування по запропонованій схемі можливо ефективно застосовувати від 90 до 45 км/год. при струмі уставки реле гальмування 160 А за допомогою автоматичного виведенням пуско-гальмівних резисторів до дев'ятої позиції, а з автоматичним переходом на реостатне гальмування до 10 км/год.

1 Описання, зміна та принцип роботи

В тяговому режимі робота схеми аналогічна роботі схеми серійного електропоїзда, тобто виконується реостатний пуск тягових двигунів з перегрупуванням їх з послідовного на паралельне з'єднання, двухступеневе послаблення поля на кожному з двох з'єднань шунтуванням обмоток збудження активним та індуктивним опорами, рисунок 1.

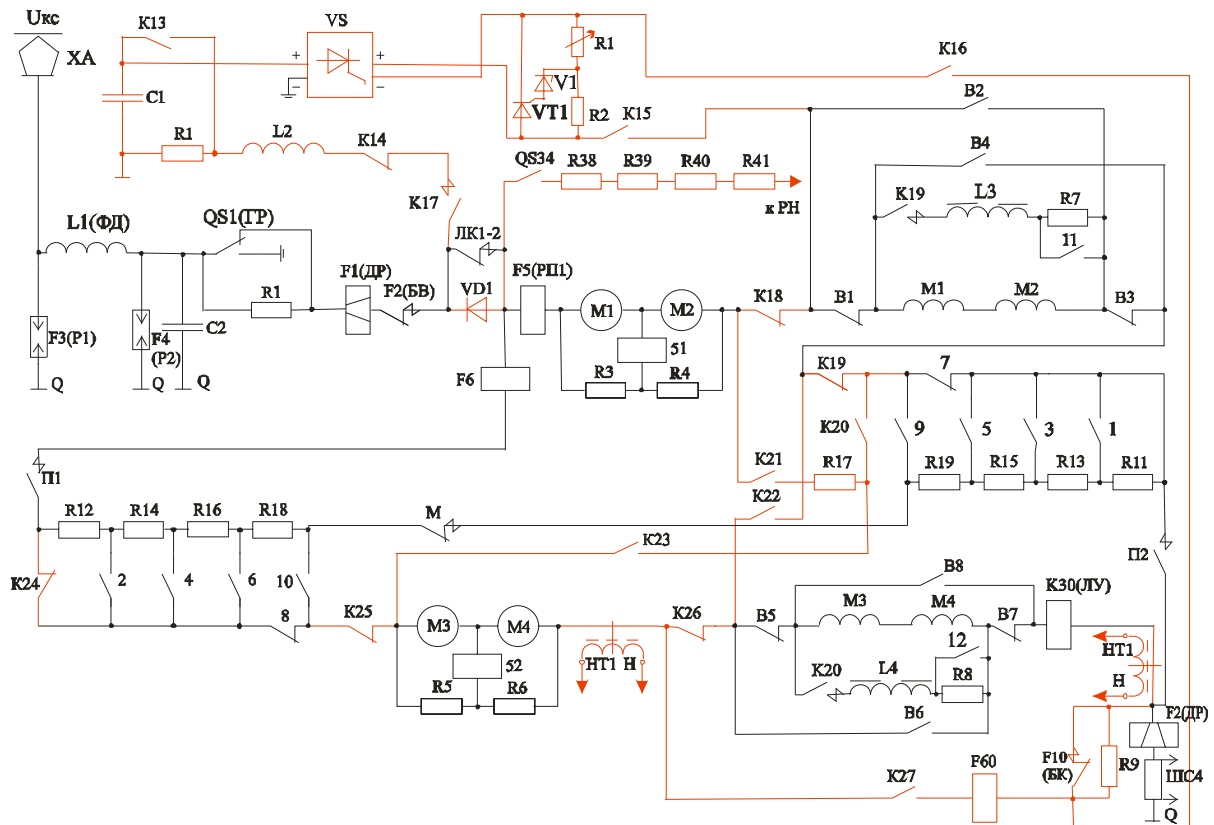


Рисунок 1—Модернізована силова схема моторного вагона електропоїзда EP2

Реверсування електропоїзда виконується шляхом переключення напрямку струму в обмотках збудження за допомогою реверсора.

Порядок замикання силових контакторів схеми наведений в таблиці 1.1.

Після розгону та нетривалого вибігу збирається гальмівна схема. Мінімальний час вибігу дорівнює сумі часу переведення рукоятки контролера в гальмівне положення, збирання силової схеми, запуску перетворювача, наростанню електрорушійної сили та гальмівного струму.

При переведенні схеми в гальмівний режим замикаються контактори ТПТ 1-4 гальмівного перемикача, вмикаються контактори згідно табл.1.1 подається живлення на блок управління та запускається збуджувач. Збирається схема, яка складається з чотирьох послідовно з'єднаних якорів з ввімкненими між ними пусковими резисторами.

Коло струму якорів тягових двигунів: +M3–K25–K24–R12–R18–M–R19–R11–K20–R17–K21–M2–M1–F5–VD1–F2–F1–QS1–L1–конт.мережа–споживач–рейка(«земля»)–ШС4–F2(ДР)–F10–F60–K27–

(–M4–M3). Одночасно всі чотири обмотки збудження тягових двигунів з'єднуються послідовно та живляться від збуджувача через контактори K15, K16.

Коло струму незалежного збудження тягових двигунів, які працюють генераторами, при живленні від статичного перетворювача: +СТП–K15–M1–M2–K22–M3–M4–KV1–F10–K16–(–СТП).

Рекуперативно-реостатне гальмування по приведеній схемі можливе у всьому діапазоні конструктивних швидкостей електропоїзда EP2 (130-10км/год).

При цьому, по мірі зменшення швидкості, уставка струму якоря змінюється, згідно комутаційним можливостям тягового двигуна в гальмівному режимі. Система регулювання виконана таким чином, що, якщо машиніст поставить максимальну уставку, вона все рівно послідовно пройде всі етапи регулювання. Від 130 до 90км/г в колі якоря тягових двигунів введені пуско-гальмівні резистори. Регулювання струму якорів здійснюється струмом збудження. Після того, як струми якорів та збудження зрівняються та досягнуть 160 А, почнеться виведення пуско-гальмівних резисторів під контролем реле гальмування. На дев'ятій позиції у контурі тягових двигунів залишається невеликий по величині 1,5 Ом додатковий резистор.

Продовження таблиці 1.1

	Регіми з'єднання	Гальмування	Реостатне	12	13	14	15	16	17	18	Контактори та швидкодіючий вимикач																Опір, Ом	Коефіцієнт β, %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
											Позиція РК	K13, K17	K14	K18, K19, K26	K21, K22	K27	K23	K20, K25	K24	K13	ДК1-2	1	2	3	4	5			6	7	8	9	10	11	12	M	П1-2	K16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								</

Потім схема переходить в режим реостатного гальмування при швидкості 45км/год.

Схема реостатного гальмування приведена на рисунку 1. Перехід з рекуперативного гальмування на реостатне підготовлюється на десятій позиції. При цьому спочатку вмикається контактор K23 і від його блокування відключається здвоєний контактор П1-2. Між якорями тягових двигунів залишається ввімкненим допоміжний опір, як і на дев'ятій позиції рекуперативного гальмування. При ввімкненні здвоєного контактора П1,2 схема переходить на дванадцятій позиції в режим реостатного гальмування. Під контролем реле гальмування починають виводитись реостати попарним виведенням контакторів дивись таблицю 1.1.

Коло струму збудження генераторів таке ж, як і в режимі рекуперація.

Коло струму якорів тягових двигунів: +M3-K23-R17-K21-M2-M1-F5-F6-П1-R12-R18-M-R19-R11-П2-F10-F60-K27-(-M4-M3). Замикання контакторів указано в таблиці 1.

2 Призначення контакторів

Контактори K18, K26 служать для від'єднання обмоток збудження тягових двигунів від якорів під час рекуперативного і реостатного гальмування.

Контактор K22 служить для послідовного з'єднання обмоток збудження тягових двигунів в режимі рекуперативно-реостатного гальмування.

Контактори K16 та K15 для підключення статичного перетворювача при живленні

обмоток збудження тягових двигунів при рекуперації і реостатному гальмуванні.

Контактор K19 служить для з'єднання силового кола тягових двигунів при роботі в тяговому режимі і замкнутий тільки в цьому режимі.

3 Захист силової схеми від аварійних режимів при рекуперативному гальмуванні.

Серед аварійних режимів, виникаючих при рекуперативному гальмуванні самим небезпечним є: зовнішнє і внутрішнє коротке замикання в колі тягових двигунів.

Система захисту від аварійних режимів втрата споживача, втрата живлення, відключення швидкодіючого вимикача, відлив струмоприймача та коротке замикання в період рекуперації заснована на швидкому ввімкненні баластних реостатів (18 Ом) та переведенні процесу рекуперації на реостатне гальмування. Коли напруга в режимі гальмування досягає 3,8-3,9 кВ, вмикається реле напруги, від блокування котрого замикається контактори П1, П2 і гальмівний струм протікає по баластним реостатам, що встановлені на даху вагона.

При юзі діями реле буксування знижується уставка струму збудження, зупиняється реостатний контролер і таким чином зменшується тормозний момент.

Система захисту тягових двигунів в аварійному режимі короткого замикання в контактній мережі полягає на обмеженні струму короткого замикання в цьому колі шляхом введення обмежуючого опору, який дорівнює 2 Ом та розмагнічуванню обмоток збудження тягових двигунів.

Коло струму короткого замикання якорів тягових двигунів проходить по колу:

рейка(«земля»)–ШС4–F2–R9– F60–K27–M4–M3–K23–R17–K21–M2–M1–F5–VD1–F2–F1–QS1–L1–KC– («земля») тобто корпус – рейка – ШС4. Введено опір 2Ом резистора R9.

Введення обмежуючого опору здійснюється при спрацюванні швидкодіючого контактору F10, паралельно якому ввімкнений обмежуючий опір. Струм короткого замикання обмежується, а частина його проходить зустрічно струму збудження.

Зворотній струм в обмотках збудження протікає від частини струму рекуперації: (+ «земля» - корпус) –ШС4–F2–K30–OBM4–OBM3–K22–OBM2–OBM1–K15–R2–R1, після спрацювання стабілітрона V1, по колу тиристора VT1–K16–F60–K27–M4–M3–R23–R17–K21–M2–M1–F5–VD1–F2–F1–QS1–L1–контактна мережа – корпус(«земля»). Таким чином, застосована схема захисту двигунів Мацнева. Проходячи через обмотки збудження струм рекуперації зменшує електрорушійну силу тягових двигунів і режим короткого замикання локалізується.

Схема передбачає відключення швидкодіючого вимикача F2 та зняття живлення зі збуджувача.

В роботі проведений розрахунок і побудова швидкісних гальмівних характеристик в режимі рекуперативно-реостатного гальмування $V_T=f(I_T)$ для модернізованого електропоїзда EP2 і зображений на рисунку 2.

Перехід з однієї гальмівної характеристики на іншу виконується автоматично під контролем реле гальмування з уставкою 160А.

Виконано корегування системи управління модернізованого електропоїзда EP2. Встановлено новий контролер машиніста.

Застосування рекуперативно-реостатного гальмування на електропоїзді EP2 дозволяє отримати економію електроенергії до 10%, зменшити знос гальмівних колодок, бандажів колісних пар, забруднення підвагонного обладнання і верхньої будови колії.

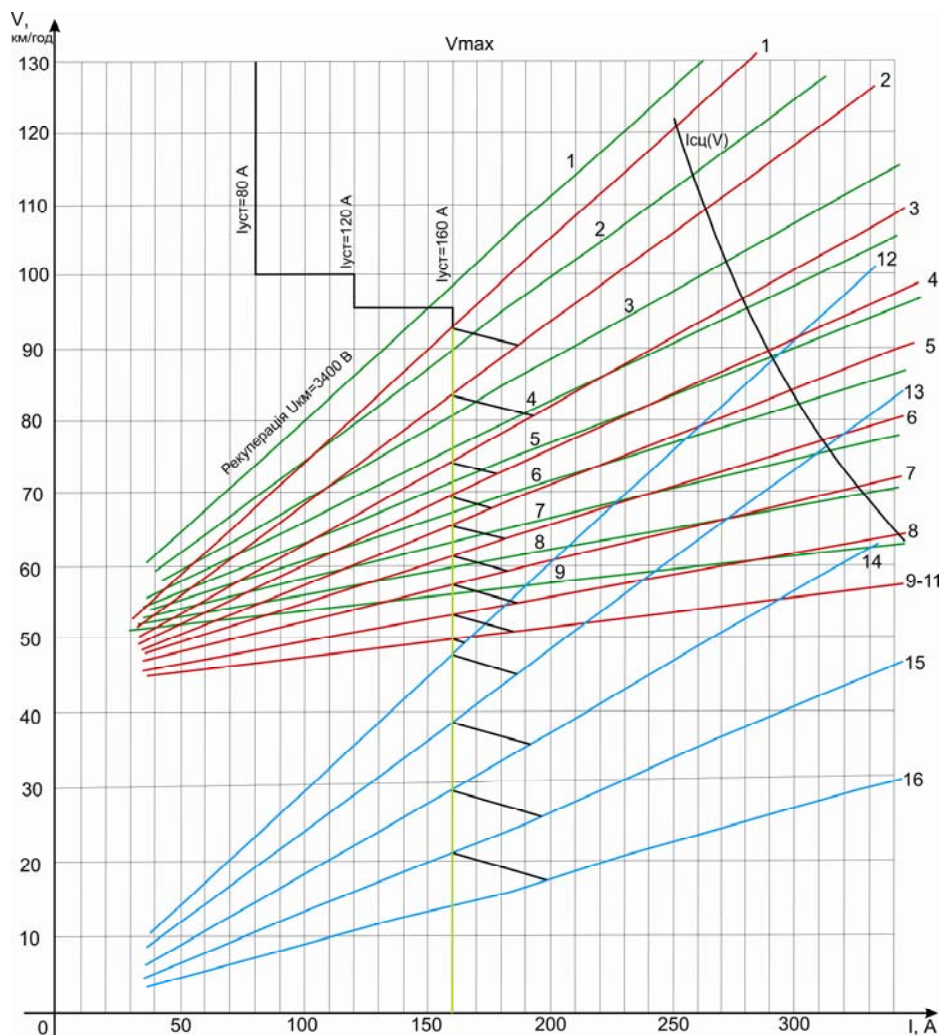


Рисунок 2—Швидкісні гальмівні характеристики в режимі рекуперативно-реостатного гальмування

Висновки

1. У даній роботі розробили схему силового кола тягових двигунів з застосуванням автоматичного ступеневого рекуперативно-реостатного гальмування електропоїзда ЕР2 з застосуванням на ньому існуючих пускових резисторів і його ступенів, а також силового контролера КСП – 1А та алгоритм його роботи.

2. Для здійснення рекуперативно-реостатного гальмування необхідно установити статичний перетворювач 3000/100 В для живлення струмом чотирьох обмоток збудження тягових двигунів, сім індивідуальних електропневматичних контакторів, з гальмівним перемикачем на чотири контакти і контролером машиніста типу 1КУ.023.

3. Передбачений захист тягових двигунів від зовнішніх та внутрішніх коротких замикань по схемі Мацнева.

4. Проведена корекція кіл управління електропоїзда ЕР2 в зв'язку з внесеними змінами в силовому колі тягових двигунів.

5. Запропонована модернізація електропоїздів ЕР2 дозволить зменшити знос гальмівних колодок і бандажів колісних пар і отримати економію електричної енергії біля 10%.

6. Матеріал буде направлений в Главк Укрзалізниці для використання при розробці технічного проекту по модернізації електропоїздів ЕР2 в заводських умовах.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Цукало П.В. Электropоезда ЭР2 и ЭР2Р [Текст]. Ерошкин - М. Транспорт, 1986.-359с.
2. Просвирин Б.К. Эксплуатация электропоезда [Текст] Цукало П.В.- М. Транспорт, 1994.-383с.
3. Добровольская Э.М. Электropоезда постоянного и переменного тока –М. ИКЦ «Академкнига», 2004-359с.
4. Просвирин Б.К. Электropоезда постоянного тока с электрическим торможением [Текст] М. «ТРАНСИЗДАТ», 2000 -328с.