

Винахід відноситься до галузі обладнання електрорухомого складу, а саме до обладнання електрорухомого складу з двигунами постійного струму і рекуперативним гальмуванням.

Існуюча проблема у галузі: підвищення ефективності і якості процесу рекуперативного гальмування електрорухомого складу постійного струму.

Відомий пристрій автоматичного керування рекуперативним гальмуванням електровозів постійного струму з машинними збудниками - САУРТ (В.Д. Тулупов "Автоматическое регулирование сил тяги и торможения электроподвижного состава." стр. 286-288) забезпечує автоматичне вмикання гальма і регулювання гальмівного процесу по заданим значенням струму якоря і швидкості руху. Пристрій автоматичного керування рекуперативним гальмуванням САУРТ є багатоканальною системою і включає в себе елементи порівняння швидкості руху, струму рекуперації, напруги тягових двигунів і відношення струмів якоря та збудження. Виходи всіх каналів з'єднані з входами елементу "АБО", вихід якого через підсилювач з'єднаний з входом блоку транзисторного регулятора. Вихід блоку транзисторного регулятора з'єднаний з обмоткою збудження генератора електромашинних перетворювачів, до виходів яких підключені обмотки збудження тягових двигунів.

Але в описаному пристрої автоматичного керування рекуперативним гальмуванням використаний електромашинний збудник, а також вибір уставки струму рекуперації проводиться машиністом, що не дає змоги в повній мірі використовувати можливості рекуперативного гальмування в окремих випадках.

Найближчим аналогом до винаходу, що заявляється, є пристрій автоматичного керування струму якоря при рекуперативному гальмуванні електровоза ДЕ1 (Руководство по эксплуатации УУТЭП, УУТЭП-01 ГКИУ.468323.007 РЭ) виконаний по блочно-модульному принципу і складається з модуля процесора CPU 188-5 розробки фірми ProSoft; пристрою з'єднання і нормалізації УСН-27; модуля ШІМ (широтно-імпульсної модуляції). Він забезпечує: прийом інформації із каналу по системній шині (основній або резервній); видачу інформації в канал; прийом інформації від датчиків; формування сигналів для керування збудженням. Керування пристроєм виконує модуль CPU188-5 в відповідності з робочою підпрограмою "Керування електричним гальмуванням". Аналогові сигнали з датчиків надходять до пристрою УСН-27 і після нормалізації передаються на аналогові входи модуля CPU188-5. З виходу модуля CPU188-5 на вхід модуля ШІМ надходить інформація відповідна величині струму збудження тягового двигуна. Модуль ШІМ формує сигнал у блок керування збудженням. Блок керування збудженням виходом з'єднаний з статичним збудником, до виходу якого підключені дві послідовно з'єднані обмотки збудження тягових двигунів.

Недоліком аналога є те, що відсутня можливість автоматичного вибору уставки струму рекуперації для забезпечення гальмівного процесу із заданим уповільненням, а також пристрій формує гальмівні характеристики тільки по формі обмежень цієї характеристики, що не дає можливості найбільш ефективно використовувати рекуперативне гальмування з метою збільшення об'єму енергії рекуперації.

Технічна задача, яка вирішується винаходом, що заявляється: підвищення ефективності процесу рекуперативного гальмування електрорухомого складу з метою збільшення об'єму енергії, що повертається у мережу.

Суть винаходу: пристрій автоматичного керування рекуперативним гальмуванням електрорухомого складу постійного струму, що містить статичний збудник, з'єднаний виходом з незалежною обмоткою збудження тягового двигуна, а входом з широтно-імпульсним модулятором, до входу якого під'єднаний регулятор струму рекуперації, відрізняється тим, що він має додатковий блок завдань і початкових умов та вирішальний блок, які з'єднані між собою послідовно, вихід вирішального блоку з'єднаний з регулятором струму рекуперації, а вхід - з виходом блоку завдань і початкових умов.

Суть винаходу пояснюється кресленням, де показана функціональна схема пристрою автоматичного керування рекуперативним гальмуванням електрорухомого складу постійного струму.

Пристрій автоматичного керування рекуперативним гальмуванням електрорухомого складу постійного струму складається з двох тягових двигунів, якорі 1 і 2 яких підключені до контактної мережі 3 через струмоприймач 4. В якорне коло включений датчик струму якоря 5. Обмотки збудження двигунів 6 і 7 підключені до статичного збудника 8. В колі обмоток 6 і 7 включений датчик струму збудження 9. Блок керування збудженням 10, з'єднаний виходом з статичним збудником 8, а входом з виходом елементу "МАКС" 11, який представляє собою схему порівняння сигналів на вході і вибору найбільшого з передачею на вихід. Перший вхід елементу "МАКС" 11 з'єднано з виходом регулятора максимальної напруги на колекторах двигунів 12, вхід якого з'єднаний з виходом суматора 13, додатний вхід якого з'єднаний з виходом елементу "МАКС" 14 перший вхід якого з'єднаний з виходом датчика напруги 15, а другий - з виходом датчика напруги 16. Другий вхід елементу "МАКС" 11 з'єднано з виходом регулятора струму якоря 17, який представляє собою модуль широтно-імпульсної модуляції. Вхід регулятора струму якоря з'єднаний з виходом суматора 18 додатний вхід якого з'єднаний з виходом вирішального блоку 19. Перший вхід вирішального блоку з'єднаний з виходом датчика струму збудження 9, а другий - з виходом блоку завдань і початкових умов 20. Блок завдань і початкових умов 20 має два входи, на перший вхід надходять сигнали від контролера машиніста, а на другий - лінійна швидкість руху локомотива. Третій вхід елементу "МАКС" 11 з'єднано з виходом регулятора струму збудження 21 до входу якого підключений вихід суматора 22, додатний вхід якого з'єднаний з виходом датчика 9. Четвертий вхід елементу "МАКС" 11 з'єднано з виходом елементу співвідношення струмів рекуперації і збудження 23, перший вхід якого з'єднано з виходом датчика струму рекуперації 5, а другий - з виходом датчика струму збудження 9.

Пристрій працює таким чином.

В нормальному режимі рекуперативного гальмування працює коло регулятора струму рекуперації, оскільки сигнали на виходах регуляторів максимальної напруги 12, максимального струму збудження 21 і елементу співвідношення струмів 23 менші сигналу з виходу регулятора струму якоря. Тому через елемент "МАКС" 11 надходить інформація відповідна величині струму збудження тягового двигуна у блок керування збудженням 10. Блок керування збудженням 10 формує сигнал на статичний збудник 8, який в свою чергу змінює напругу на обмотках збудження, тобто магнітний потік, що викликає зміну струму рекуперації, а значить і гальмівного

зусилля, що розвивається локомотивом. Закон зміни струму рекуперації формується вирішальним блоком 19 в якому з врахуванням початкових умов і завдання обраховується необхідна величина струму рекуперації для гальмування з раціональним уповільненням. Законом зміни струму рекуперації може бути як обмеження гальмівних характеристик, так і будь-яка інша аналітична залежність. В разі виникнення юзу величина сигналу на виході регулятора максимального струму збудження 21 перевищує сигнал регулятора струму якоря 17 і коло зворотного зв'язку по струму збудження через елемент "МАКС" 11 бере на себе функції керування і стабілізує струм збудження, тобто і магнітний потік. При цьому зменшується одночасно із зменшенням струму рекуперації. Коло зворотного зв'язку по максимальній напрузі включається в процес регулювання коли відсутній споживач і напруга мережі збільшується до величини більшої від максимального рівня, а також для запобігання аварійних стрибків струму рекуперації в момент відновлення контакту струмоприймача з мережею після мимовільного відриву від дроту. В цьому разі сигнал на виході регулятора максимальної напруги 12 є найбільшим на вході елементу "МАКС" 11. При зменшенні напруги мережі в допустимі межі регулювання струму рекуперації знову передається регулятору струму рекуперації 17. В разі коли відношення струмів рекуперації і збудження перевищують максимальне значення в регулювання включається елемент співвідношення струмів, оскільки його сигнал найбільший з діючих на вході елементу "МАКС" 11.

В результаті наявності блоку завдань і початкових умов та вирішального блоку дає можливість формувати гальмівні характеристики по різним законам, які описуються аналітичними залежностями, а також в автоматичному режимі проводити розрахунок і реалізацію зусилля для гальмування з заданим уповільненням, що дозволяє збільшити об'єм енергії рекуперації.

