

УДК 622.647.4

В.М. Скіданов, д.т.н., проф.;
Т.О. Забава аспірант (КНУБА)

СХЕМОТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ ТЯГОВИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ АВТОНОМНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

АНОТАЦІЯ. Запропоновані схемотехнічні рішення для реалізації довільного секціонування тягових акумуляторних батарей у тяговому та рекуперативному режимах для двигунів незалежного та послідовного збудження.

Ключові слова: гібридний електропривід, імпульсне регулювання, тягова акумуляторна батарея.

АННОТАЦИЯ. Предложены схемотехнические решения для реализации произвольного секционирования тяговых аккумуляторных батарей в тяговом и рекуперативном режимах для двигателей независимого и последовательного возбуждения.

Ключевые слова: гибридный электропривод, импульсное регулирование, тяговая аккумуляторная батарея.

SUMMARY. Circuit solutions for technical implementation of any sectioning of traction storage batteries in traction and recuperative modes for DC electric motors with different excitation types are offered.

Keywords: the hybrid electric drive, pulse regulation, the traction storage battery.

Вступ.

Використання акумуляторного технологічного електротранспорту є неодмінною складовою у більшості промислових технологічних циклах та процесах, особливо за умов необхідності виконання транспортних операцій у закритих приміщеннях цехів, складів, теплиць, тощо, де застосування рухомого складу з двигунами внутрішнього згоряння вкрай небажане або взагалі неприпустиме.

Аналітичні дослідження та відповідні результати щодо ефективності заходів по секціонуванню тягових акумуляторних батарей (ТАБ) у тяговому та рекуперативному режимах поведені у роботі [1] і обумовили необхідність розробки схемотехнічних рішень для технічної реалізації довільного секціонування первинного бортового джерела.

Метою даної роботи є пошук та обґрунтування прикладних рішень для підвищення ефективності тягового режиму та режиму рекуперативного гальмування у транспортних приводах, для чого необхідно проаналізувати транспортні системи з двигунами незалежного та послідовного збудження. Розглянемо відповідні схемотехнічні рішення окремо для кожного типу двигуна.

Транспортна система енергоживлення з двигуном незалежного збудження, що

пропонується, за структурою побудови повинна відповідати схемі, наведеній на рис.1.

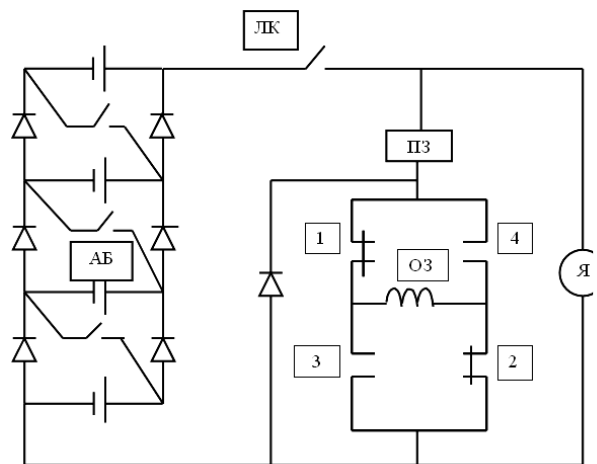


Рис.1. Керування імпульсним перетворювачем у рекуперативному режимі у схемі з двигуном незалежного збудження

Для технічної реалізації секціонування акумуляторної батареї тут і далі використовуються відсікаючі діоди та контактори. Використання контакторів замість напівпровідникових ключів тут цілком виправдано, оскільки час комутації в даному випадку не є критичним параметром, а надійність комутації забезпечується за рахунок перемикання контактних груп у безструмову паузу, тобто при вимкненому перетворювачі у колі збудження.

У даному випадку тяговий двигун має коригуюче регулювання, що здійснюється імпульсним перетворювачем у колі обмотки збудження, а базове керування здійснюється наступним чином. Якщо швидкість двигуна у тяговому режимі відповідає другій зоні регулювання, тобто напруга на якорі дорівнює повній напрузі бортової батареї, а струм збудження менший за номінальне значення, то всі секції батареї ввімкнені послідовно. У цьому випадку імпульсний перетворювач збудження (ПЗ) спочатку плавно збільшує струм збудження до номінального значення при незмінному значенні напруги на якорі двигуна. Унаслідок цього, двигун переходить у генераторний режим, що призводить до появи рекуперативного струму та гальмівного моменту на валу двигуна. При досягненні двигуном швидкості обертання, що відповідає номінальному потоку (струму) збудження, його ЕРС стає такою, що дорівнює напрузі батареї (за даною поточною конфігурацією) й генераторний режим припиняється. У разі необхідності продовження рекуперативного гальмування алгоритмом керування передбачається стрибок струму збудження до мінімального значення, а перемикання секцій АБ на один рівень вниз зменшує її напругу, яка підводиться до якоря (перемикання секцій ТАБ виконується при вимкненому перетворювачі збудження). Далі для продовження гальмування знову плавно збільшується струм збудження до номінального значення, що сприяє продовженню генераторного режиму двигуна, а значить і рекуперативного гальмівного режиму. Такі перемикання у гальмівному режимі можуть виконуватись декілька разів залежно від прийнятої глибини секціонування тягового джерела. Зазначимо, що, оскільки електромагнітні процеси у схемі протікають значно швидше за механічні процеси у системі привода, стрибкові зміни струму збудження та напруги батареї не спричинять суттєвого негативного впливу на загальну плавність перебігу рекуперативного гальмування у всьому діапазоні робочих швидкостей транспортного засобу.

Таким чином, здійснення такого алгоритму керування гальмівним режимом забезпечує збільшення ефективності транспортної системи електроживлення в цілому за рахунок таких факторів: 1) відсутність втрат в якірному колі таву якірному перетворювачі, оскільки останній у даному процесі регулювання не задіяний; 2) зменшення втрат потужності у батареї за рахунок відсутності саме імпульсних рекуперативних струмів, оскільки струм можна охарактеризувати як постійний спадаючий; 3) зменшення втрат у батареї за рахунок збільшення величини її струму к.з. у декілька (пропорційно глибині секціонування) разів.

Зазначені позитивні фактори засвідчують ефективність розглянутого підходу для керування рекуперативним режимом тягового привода та доцільність його застосування на автономному зокрема і технологічному електротранспорті.

Крім того, таке технічне рішення має ознаку універсальності, оскільки його застосування може бути здійснене у транспортних електроприводах з двигунами послідовного збудження, що також дозволяє підвищити ефективність режиму рекуперативного гальмування шляхом розширення діапазону суто електричного гальмування.

На рис.2 наведено схему, що дозволяє здійснити як тяговий режим системи привода з секціонуванням ТАБ, так і виконати алгоритм режиму рекуперативного гальмування у системі привода з двигуном послідовного збудження, де передбачено активне застосування імпульсного перетворювача в якірному колі.

Тяговий режим виконується за таким алгоритмом. Після вмикання лінійного контактора (ЛК) рекуперативний контактор (РК) перемикається у положення 1 (тяга, як показано на рисунку), контактор реверса (КР) лишається у положенні нормально ввімкнених контактів 1-2. Імпульсний перетворювач виконує широтно-імпульсне регулювання напруги у якірному колі, починаючи від нуля до напруги секціонованої батареї (у послідовності: 4 паралельних

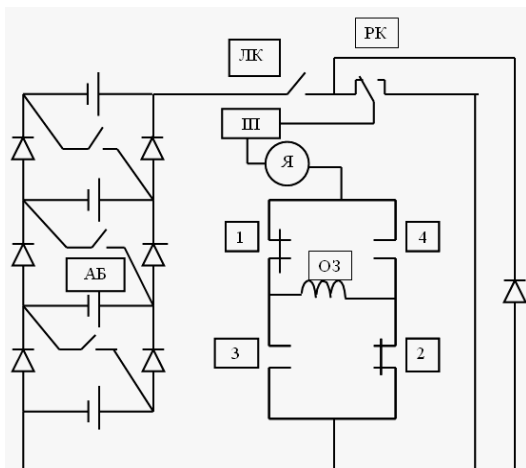


Рис.2. Керування імпульсним перетворювачем у тяговому та рекупераційному режимах в схемі з двигуном послідовного збудження

елемента, 2 секції з двома паралельними елементами і так до повної напруги батареї, тобто 4 послідовно ввімкнених елемента АБ), або з повної напруги тягового джерела. Перемикання секцій ТАБ відбувається лише при вимкненому перетворювачі.

Рекупераційне гальмування здійснюється за таким алгоритмом. Початково усі секції ТАБ ввімкнені послідовно або батарея лишається у стані, який відповідає останній конфігурації тягового режиму, з якого виконується перехід в режим гальмування. У безструмовому режимі (Ш вимикається) виконується переключення РК у положення 2 (на рисунку правий контакт), а КР – у положення, що забезпечує провідність струму у колі обмотки збудження по контактам 3-4. Активізація Ш забезпечує рекупераційний режим гальмування при повній напрузі батареї у поточній конфігурації. Коли рекупераційний струм зменшується до певного порогового значення, Ш знеструмлюється, виконується секціонування ТАБ на один рівень вниз і знову активізується Ш, що забезпечує продовження імпульсного рекупераційного гальмування, оскільки напруга батареї стає меншою за генеровану двигуном напругу. Алгоритм може виконуватись до закінчення реалізації, закладеної у систему глибини секціонування, або до зняття сигналу задатчика інтенсивності гальмівного режиму.

На закінчення відзначимо, що одержані результати достатньою мірою співпадають з результатами, наведеними у дослідженні [2] відносно позитивного ефекту від збільшення струмів короткого замикання АБ, яке у загальному випадку пропорційне глибині секціонування бортового тягового джерела, оскільки його внутрішній опір при цьому зменшується.

Висновки.

Запропонована схематехніка та алгоритми реалізації секціонування батареї у тягових приводах автономного електротранспорту з двигунами незалежного та послідовного збудження дає низку переваг, а саме: розширення діапазону рекупераційного гальмування, можливість двозонної та однозонної рекуперації при різному рівні напруг ТАБ, покращення режимів експлуатації самої акумуляторної батареї за рахунок раціональної примусової зміни значень її поточної напруги, ємності та величини її струму короткого замикання.

Література

1. Скіданов В.М. Енергетична та динамічна ефективність технологічного електротранспорту як функція структурної побудови тягових акумуляторних батарей. // Техніка будівництва.- 2002.- №12.- С.76-80.
2. Скіданов В.М. Метод визначення гарантованої ефективності автономних транспортних електроприводів за статичними константами їх складових компонентів // Технічна електродинаміка. - 1997.- №6.- С.21-28.

Рецензент: С.В.Іносов, к.т.н., доцент (КНУБА, Київ)

Отримано: 19.04.2010 р.