**Семененко Олександр Іванович. Поліпшення характеристик бортових систем живлення електрорухомого складу: дисертація канд. техн. наук: 05.22.09 / Українська держ. академія залізничного транспорту. - Х., 2003**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **Семененко О.І. Поліпшення характеристик бортових систем живлення електрорухомого складу. – Рукопис.**Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.22.09 – «Електротранспорт». Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2003.В дисертації розглянуто шляхи поліпшення характеристик бортових систем живлення електрорухомого складу. Для вирішення цієї задачі запропоновано напівпровідникові ключі та структури напівпровідникових перетворювачів таких бортових систем з пониженими комутаційними втратами за рахунок використання в комутаторах режиму однорідної комутації.Встановлено основні співвідношення параметрівбазової схеми нового напівпровідникового ключа із внутрішнім зворотним зв’язком, який забезпечує високі динамічні та енергетичні характеристики при використанні ключа в комутаторах з однорідною комутацією другого роду. На основі розробленої методології вибору структури перетворювачів з однорідною комутацією доопрацьовано структурну схему напівпровідникового перетворювача бортової системи живлення магістральних електровозів постійного струму. Запропоновано уточнену формулу для визначення диференційної провідності напівпровідникових перетворювачів бортових систем живлення з однорідною комутацією, необхідну для розрахунку параметрів елементів демпфуючих ланцюгів, які забезпечують динамічну стійкість перетворювачів. Для напівпровідникових ключів при однорідній комутації пропонується використовувати бездисипативні ланцюги комутаційного захисту, розроблено методику розрахунку параметрів елементів цих ланцюгів. |

 |
|

|  |
| --- |
| В дисертаційній роботі автором запропоновані шляхи поліпшення характеристик бортових систем живлення електрорухомого складу на основі покращення комутаційних характеристик автономних напівпровідникових перетворювачів цих систем при застосуванні однорідної комутації напівпровідникових ключів.1. Виконано аналіз способів поліпшення характеристик НП БСЖ ЕРС шляхом використання відомих схемних рішень, призначених для зниження комутаційних втрат в НК перетворювачів, який показав, що вони приводять до ускладнення силової схеми та збільшення втрат в ланцюгах комутаційного захисту. Встановлено, що комутаційні втрати в НК значно знижують коефіцієнт корисної дії та не дозволяють піднімати робочу частоту в НП БСЖ ЕРС постійного струму для поліпшення масо-енергетичних характеристик. Для поліпшення характеристик НП з проміжною ланкою підвищеної частоти БСЖ ЕРС шляхом зниження комутаційних втрат запропоновано використовувати режим однорідної комутації, при якому одна з комутацій на періоді процесу перетворення енергії природна, а друга примусова. Якщо при цьому застосовуються ланцюги комутаційного захисту НК, то досягається їх спрощення та зменшення маси і габаритних розмірів, не потрібні також елементи розсіяння або повернення до джерела живлення енергії, накопиченої реактивними елементами цих ланцюгів.
2. Виконано аналіз параметрів НК для НП БСЖ ЕРС. Показано, що при однорідній комутації доцільно застосовувати НК з внутрішнім зворотнім зв’язком, який утримує його в одному із станів “ввімкнено” або “вимкнено” і попереджує, тим самим, можливість знаходження в проміжному (активному) режимі. Встановлено, що в схемах НП ЕРС при реалізації однорідної комутації першого роду краще використовувати НК на одноопераційних тиристорах з розгалуженим електродом та внутрішнім підсиленням сигналу керування, а при реалізації однорідної комутації другого роду найбільш прийнятними з тиристорів є тиристори, що комутується по електроду керування (GCT). Досліджено також статичні та динамічні характеристики базової схеми нового НК, дуального по своїм властивостям тиристору, який названо анистором. Такий НК за рахунок внутрішнього зворотного зв’язку, який прискорює вимкнення, має малі комутаційні втрати, високу надійність та забезпечує самозахист від струмових перевантажень без додаткових елементів і призначено для переважного використання в режимі однорідної комутації другого роду.
3. Показано, що для аналізу енергетичних явищ в НП доцільно користуватись новою енергетичною характеристикою – потужністю комутації. Для отримання в НП режиму однорідної комутації НК комутатора повинна генеруватись потужність комутації одного знаку, а джерела потужності комутації протилежного знаку повинні розміщуватись за межами схеми комутатора.
4. Доопрацьовано методологію використання однорідної комутації в частинівибору структури НП з проміжною ланкою підвищеної частоти з однорідною комутацією. Встановлено, що при організації режиму однорідної комутації в НП наявність трансформатора в проміжній ланці підвищеної частоти накладає ряд обмежень на вибір структури та роду комутації: тільки один комутатор повинен виконуватись з малим вхідним опором при однорідній комутації другого роду на двоопераційних НК; інші комутатори повинні мати великий вхідний опір при однорідній комутації першого роду і можуть виконуватись на одноопераційних НК. На основі цих принципів доопрацьовано структуру НП БСЖ ЕРС постійного струму з однорідною комутацією ключів.
5. Визначено, що отримати однорідний режим комутації можна розподіленням комутацій різного роду між первинними та вторинними ланками НП. Застосування однорідної комутації другого роду в одній із вторинних ланок дозволяє інші комутатори використовувати при однорідної комутації першого роду, що спрощує інвертор первинної ланки, оскільки він може бути реалізований на одноопераційних тиристорах. Третій спосіб отримання однорідної комутації полягає в тому, що генерація позитивної потужності комутації для компенсації негативної потужності комутації первинної ланки при малому навантаженні покладається на трансформатор проміжної ланки з немагнітним зазором в осерді, з насиченням осердя або на спеціальний дросель насичення в проміжній ланці. Розроблено структурну схему НП з однорідною комутацією БСЖ електровоза постійного струму, де реалізується третій спосіб отримання однорідної комутації (введенням немагнітного зазору в осерді трансформатора). Згідно проведених досліджень комутаційні втрати в НК, виконаних на IGBT, при однорідній комутації з бездисипативними снаберами у напівмостовому трьохрівневому інверторі напруги з фіксуючими діодами указаного вище НП знижуються на 58% у порівнянні із безснаберним варіантом НК або на 64% у порівнянні із варіантом НК з традиційним *RCD*-снабером.
6. Виконано аналіз динамічної стійкості НП з однорідною комутацією. Показано, що причиною динамічної нестійкості НП з однорідною комутацією, реалізованою насиченням осердя трансформатора, є властивість параметричної стабілізації вихідної напруги. Підтримуючи постійну потужність при незмінному навантаженні, такий НП, підключений паралельно коливальному контуру, збуджує в ньому коливання з резонансною частотою цього контуру. Для забезпечення динамічної стійкості НП з однорідною комутацією БСЖ ЕРС запропоновано структури вхідного *LC-*фільтру з демпфуючими *RC*- та *RLC*- ланцюгами, втрати в яких не перевищують 1% номінальної потужності НП. Отримано уточнену формулу для визначення диференційної провідності таких НП, необхідну для визначення параметрів елементів демпфуючих ланцюгів.
7. Запропоновано методику розрахунку параметрів конденсаторів та струмообмежуючих дроселів ланцюгів комутаційного захисту ключів НП БСЖ ЕРС з однорідною комутацією.
8. Достовірність теоретичних розробок і можливість практичної реалізації схем НП з однорідною комутацією для створення на їх основі БСЖ ЕРС залізниць підтверджена комп’ютерним та фізичним моделюванням. Результати дисертації використовуються в науково-дослідних роботах в НТУ ”ХПІ” та в Інституті електродинаміки НАН України по створенню БСЖ для вітчизняних магістральних електровозів постійного струму, а також в навчальному процесі Української державної академії залізничного транспорту при викладанні дисципліни “Тягові статичні перетворювачі ЕРС” та дипломному проектуванні студентів спеціальності “Електричний транспорт”, що підтверджено відповідними актами про впровадження.
 |

 |