

Вдосконалення систем електропостачання електрифікованого транспорту для забезпечення раціональних умов рекуперації енергії транспортних засобів

Саблін О.І., Кузнецов В.Г., Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Один з важливих резервів зниження енергоємності і покращення екологічних показників транспорту з електричною тягою полягає у ефективному використанні можливості рекуперації енергії, що дозволяє зменшити витрати енергії на перевезення в різних видах руху транспорту на 10...40 %. Однак внаслідок технологічних особливостей процесів тягового електроспоживання і рекуперації на електрифікованому транспорті середній показник відновлення енергії в існуючих системах становить 3...4 %.

Ефективність застосування рекуперативного гальмування на електрифікованому транспорті обмежена граничнодопустимим рівнем напруги на струмоприймачах транспортних засобів, тобто чим нижче поточний рівень напруги в тяговій мережі при рекуперації, тим простіше і ефективніше повернення енергії. Проте можливість пониження напруги в контактній мережі обмежена необхідністю забезпечення пропускної спроможності. Як правило відповідно до діючої методики її розрахунку на шинах тягових підстанцій задається напруга на рівні 3,3 кВ яка може значно зростати при відсутньому тяговому навантаженні на ділянці і одночасній рекуперації. Регулювання напруги в тяговій мережі при рекуперації може дозволити збільшити дальність передачі енергії гальмування транспортних засобів до віддалених тягових навантажень. Суттєвого впливу на ефективність рекуперації також здійснюють режими, розміри та графіки руху поїздів, які впливають на рівень напруги і використання рекуперативної енергії, що повертається в тягову мережу при електричному гальмуванні.

На ділянках тягового електропостачання з інверторними тяговими підстанціями (ТП) ефективність рекуперації обмежена гранично допустимим рівнем напруги у вузлах приєднання ТП до системи зовнішнього електропостачання. Ефективність перетоків надлишкової рекуперативної енергії з тягової мережі постійного струму (3,3 кВ) до живлячої мережі змінного струму (середньої (високої) напруги) залежить від режимів роботи живлячої енергосистеми. При недостатньому її навантаженні у вузлах приєднання ТП існує обмеження допустимого рівня напруги на виході інвертора.

В доповіді представлені розроблені методи конструктивно-продукційного моделювання структури зони розподілу енергії рекуперації в системі тяги постійного струму, що виконані на базі конкретизації конструкційно-продукційної системи, яка дозволяє врахувати всі можливості і особливості сучасного обладнання систем тягового електропостачання, ділянок тягової мережі і поїзної ситуації.

Для розв'язання проблеми ефективності споживання енергії рекуперації в системах електрифікованого транспорту розроблена концепція комплексного підходу до використання окремих технологій підвищення ефективності споживання енергії гальмування транспортних засобів. Концепція враховує багатоваріантність структури системи тягового електропостачання і полягає в оптимальному управлінні режимами енергообміну накопичувачів енергії, інверторами та регуляторами напруги на шинах ТП за енергетичним критерієм. Для реалізації управління вказаним обладнанням в умовах неповної інформації про поточний режим систем тягового і зовнішнього електропостачання використані принципи нечіткої логіки. Це дозволяє узгоджувати роботу накопичувачів, інверторів і регуляторів напруги для забезпечення необхідних умов рекуперації на ділянках при дефіциті тягового електроспоживання, що дозволяє оптимізувати розподіл надлишкової енергії гальмування транспортних засобів і забезпечити мінімум втрат рекуперативної енергії в системах тягового і зовнішнього електропостачання.

Використання розробленого підходу є ефективним в умовах неповної інформації, одержуваної системами виміру і дозволяє мінімізувати встановлену потужність накопичувачів, інверторів і регуляторів вихідної напруги тягових підстанцій, що зменшить капітальні витрати на модернізацію існуючих і спорудження нових транспортних комплексів.