

Корисна модель відноситься до електрифікованого залізничного транспорту змінного струму.

Тягова підстанція змінного струму представляє собою специфічну електроустановку, яка живить електричною енергією електрорухомий склад від тягової обмотки трансформатора через контактну і рейкову мережу та живить нетягові районні споживачі від районної обмотки тягового трансформатора. Оскільки тягове навантаження має однофазний характер та постійно змінюється в часі і просторі, то виникає нерівномірна завантаженість фаз ліній зовнішнього електропостачання і, як наслідок, трифазна напруга на районній обмотці стає несиметричною. Такий режим напруги районної обмотки скорочує термін роботи обладнання, яке отримує від неї живлення: трифазні асинхронні двигуни, конденсаторні установки, синхронні двигуни, зварювальні трансформатори.

Корисна модель направлена на зниження коефіцієнта несиметрії напруги по зворотній послідовності (відповідно ГОСТ 13109-97) на районній обмотці трансформаторів тягових підстанцій змінного струму.

Відомий спосіб полягає в компенсації струмів зворотної послідовності тягової підстанції. Для цього нерегульовані компенсуючі пристрої підключають у «відстаючу» фазу тягової обмотки трансформатора. [Бородулин Б. М. Конденсаторные установки электрифицированных железных дорог / Б. М. Бородулин, Л. А. Герман, Г. А. Николаев. - М.: Транспорт, 1983. - 183 с]

Недоліком способу є те, що він не враховує зміну реактивної складової потужності тягової підстанції в часі через нерівномірність руху поїздів, а це призводить до перекомпенсації реактивної електроенергії та збільшення несиметрії напруги.

Найближчим аналогом до корисної моделі є спосіб активної компенсації спотворень якості електричної енергії, який полягає в тому, що вимірюють струми і напруги в плечах живлення тягової підстанції, виділяють з них сумарні неактивні струми, які складаються з вищих гармонік, реактивної потужності та струмів зворотної послідовності, а потім компенсують визначені складові струмів. [Zhao S. A novel active power quality compensator topology for electrified railway / Zhao Sun, Xinjian Jiang, Dongqi Zhu, Guixin Zhang. - IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 19, No. 4, July 2004].

Недоліком цього способу є те, що він вимагає необхідності встановлення додаткового нетипового силового обладнання. Крім того, цей спосіб не має зворотного зв'язку з мережею, в якій поліпшують якість електроенергії. Це може призвести до недоцільного використання електроенергії, якщо в мережі показники якості не перевищують встановлених норм.

Технічною задачею, яка розв'язується корисною моделлю, що заявляється, є зменшення коефіцієнта несиметрії напруги по зворотній послідовності на районній обмотці трансформатора тягової підстанції до значень нормованих ГОСТ 13109-97.

Сутність корисної моделі полягає в тому, що для зниження несиметрії напруги тягової підстанції змінного струму вимірюють струми і напруги плечей живлення. Новим є те, що додатково вимірюють рівень несиметрії напруги на районній обмотці трансформатора, після чого системою управління обчислюють кути навантаження в плечах живлення тягової обмотки трансформатора та регулюють їх пристроями компенсації реактивної

потужності для досягнення умови $\varphi_n = \varphi_n + \frac{\pi}{3}$, де φ_n (φ_n) - кут зсуву фаз між напругою і струмом у лівому (правому) плечі живлення тягової підстанції, при якій отримують мінімальний рівень струмів зворотної послідовності тягової підстанції.

На кресленні показана схема тягової підстанції змінного струму з системою управління та фільтром напруги зворотної послідовності.

Приклад реалізації способу

На тяговій підстанції змінного струму в обидва плечі живлення встановлено регульовані компенсуючі пристрої. В систему управління (СУ) компенсуючими пристроями вводяться вхідні та вихідні значення контрольованих величин. В якості вхідних виступають миттєві значення струмів та напруги плечей живлення і коефіцієнт несиметрії напруги по зворотній послідовності, який отримують на виході фільтру напруги зворотної послідовності (ФНОП). Вихідними є кути лівого та правого плечей живлення. В результаті регулювання кутів навантаження відбувається зниження коефіцієнта несиметрії напруги по зворотній послідовності. Максимальне зниження відбувається за практично рівних струмів плечей живлення. Завдяки регулюванню кутів навантаження перевищення нормально допустимих значень несиметрії напруги не відбувається. Чисельні результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Струми плечей живлення		Кути навантаження без компенсації		Кути навантаження визначені СУ		Показник несиметрії напруги К.2u, %	
L_n, A	L_n, A	$\varphi_n, ^\circ$	$\varphi_n, ^\circ$	$\varphi_n, ^\circ$	$\varphi_n, ^\circ$	до компенсації	після
100	100	60	70	-30	30	2,57	1,43
200	300	55	60	0	60	3,10	1,85
300	100	50	50	-60	0	4,69	1,94
400	200	45	40	30	-30	2,90	1,57

Таким чином, як видно з таблиці, регулювання кутів навантаження тягової підстанції змінного струму призводить до зменшення коефіцієнта несиметрії напруги на районній обмотці трансформатора нижче нормально допустимого значення (2,0), що встановлено стандартом ГОСТ 13109-97.

