

УДК 621.371:621.311.4

О.І. Дорошенко Д.Н. Куанг, канд. техн. наук,
В.В. Чебан,

ЩОДО КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Анотація. Пропонується оригінальний фільтро-компенсувальний пристрій для застосування на тягових підстанціях систем електропостачання міського електричного транспорту та розроблено методику керування його потужністю, що робить неможливим перевантаження конденсаторів.

А.И. Дорошенко , канд. техн. наук
Д.Н. Куанг ,канд. техн. наук
В.В. Чебан

ПО КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКИ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Аннотация Предлагается оригинальное фильтро-компенсирующее устройство для применения на тяговых подстанциях систем электроснабжения городского электрического транспорта и разработана методика управления его мощностью, которая исключает возможность перегрузки конденсаторов

A.I.Dorochenko, PhD
D.N.Kuang ,PhD
V.V.Cheban

FOR COMPENSATION OF REACTIVE LOAD MUNICIPAL ELECTRIC TRACTION SUBSTATIONS

Abstract. An original fil'tro-compensating device is offered for application on hauling substations of the systems of power supply of public electric transport and a method is developed management his power which eliminates possibility of overload of his condensers.

Як показують дослідження, режим електроспоживання систем електропостачання міського електротранспорту (трамвай, тролейбус) характеризується значним реактивним навантаженням. За даними служби енергогосподарства комунального підприємства “Одескомунтранс”, коефіцієнт потужності його тягових підстанцій (ТП) знаходиться в середньому на рівні $\cos\phi = 0,75$. При цьому, значну частину такого навантаження складає енергія спотворення електромагнітного поля системи за рахунок нелінійності навантаження ТП – тиристорних перетворювачів струму. Спектр гармонік у трифазній мостовій схемі перетворювачів з некертованими вентилями має у своєму складі усі канонічні гармоніки, а саме – до гармоніки $\nu = 40$, останньої, що враховується за вимогою ДЕСТ – у [2].

Загально відомо, що номер канонічних гармонік визначається

$$\nu = 6n \pm 1, \quad (1)$$

де n – ряд натуральних чисел: 1,2,3...∞.

Як показано в [3], фізична залежність активного і реактивного опору навантаження ТП від частоти суттєво впливає на величину її коефіцієнта потужності. Наприклад, для ТП міського електротранспорту з розрахунковим навантаженням $P_p = 500$ кВт коефіцієнт потужності складає 0,692.

З метою зменшення плати споживачів в електричних мережах з нелінійним навантаженням (наприклад, з нерегульованими вентилями перетворювачами), за реактивне навантаження і підвищення якості електричної енергії застосовуються фільтро-компенсуючі пристрої (ФКП).

У більшості випадків це пасивні фільтри з фіксованою настройкою, як показано на рис.1.

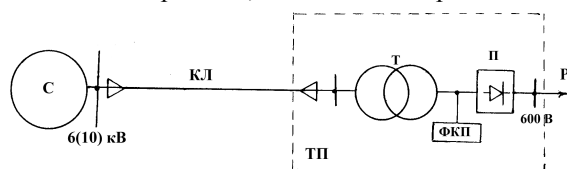


Рис.1. Принципова схема приєднання ФКП

Такі пристрої можуть бути як регульованими, так і не регульованими. Відомий універсальний, на думку авторів [1], фільтр гармонік для живлення приводу постійного струму. Його принципову схему наведено на рис.2.

таження на вищих гармоніках відкривається вимикач ТВ1 і повністю відкривається вимикач ТВ0. Сумарне реактивне навантаження пристрою у такому режимі

$$Q = Q_D - Q_C = 0. \quad (4)$$

При збільшенні реактивного навантаження точки А поступово закриваються тиристори ТВ0 і у стані повного їх закриття реактивне навантаження пристрою дорівнює Q_C . У цьому випадку пристрій допускає перенавантаження вищими гармоніками струму $0,3Q_C$.

При подальшому зростанні реактивного навантаження одночасно відкриваються ТВ2 і знову повністю відкривається ТВ0. Сумарне реактивне навантаження пристрою у такому режимі зберігається на рівні Q_C .

При ще більшому зростанні реактивного навантаження точки А поступово закривають тиристори ТВ0 і при повному їх закритому стані реактивне навантаження пристрою дорівнює $2Q_C$. У цьому випадку пристрій допускає перенавантаження вищими гармоніками $0,6Q_C$.

Такий процес відбувається до того часу, поки пристрій повністю не вичерпає свої можливості. Його максимальна реактивна потужність дорівнює $4Q_C$, а допустиме перенавантаження вищими гармоніками струму складає величину $1,2Q_C$.

При зменшенні реактивного навантаження точки А операцію з вимикачами проводять у зворотному порядку. Спочатку плавно відкривають тиристори вимикача ТВ0, знижуючи реактивне навантаження пристрою. При повністю відкритих тиристорах відбір складає величину Q_C і одну конденсаторну ступінь пристрою відмикають разом з вимикачем ТВ0. Такий процес повторюють, поки не буде відімкнено останню ступінь конденсаторів.

Якщо залишити ввімкненою лише індуктивну частину ФКП – дросель, то можна зменшувати власне реактивне навантаження кабельної лінії КЛ з номінальною напругою 6(10) кВ, що живить ТП. При цьому зменшується струм і, відповідно, перенапруга, якщо відбулось однофазне замикання на землю в електричній мережі 6(10) кВ, що живить ТП.

Висновки

1. На відміну від відомого пристрою, фільтро-компенсуючий пристрій, що пропонується, дозволяє автоматично і плавно регулювати його потужність по першій гармоніці, що виключає недокомпенсацію і перекомпенсацію.

2. З метою зниження перенапруги на конденсаторах фільтро-компенсуючого пристрою по першій гармоніці при його максимальній потужності резонансна частота настройки повинна бути нижчою гармоніки з номером $V_p = 3,1$.

3. Застосування індуктивного дроселя, ввімкненого паралельно до фільтро-компенсуючого пристрою з індуктивним характером настройки для усіх гармонік спектра їх джерел дозволяє використання такого пристрою не тільки для підвищення напруги в точці його вмикання, але й для його зниження.

Список використаної літератури

1. Волков І.І. Універсальні фільтри гармонік в мережі живлення приводу постійного струму / І.В.Волков, В.Ю. Матвеев, Г.С. Кривенко // Техн. електродинаміка. – 2008. – № 6. – С. 24-29.

2. ГОСТ 13109–97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Минск: Изд-во стандартов, 1998. – 31 с.

3. Дорошенко О.І. Щодо коефіцієнта потужності системи електропостачання з нелінійним навантаженням / О.І. Дорошенко, І.І. Чебан // Зб. матеріалів конф. "Електромеханічні та електричні системи, методи моделювання та оптимізації". – Кременчук: – 2011. – С. 359-360.

4. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий / И.В. Жежеленко. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 331 с.

5. Levin M., Hoenvenars A., Volkov I. Patent application / M. Levin, A. Hoenvenars, I. Volkov // Harmonic mitigating device with magnetic shunt. Pub. № US 2006/0197385 A1 (USA) // Sep. 7, 2006. Отримано 23.06.2011



Дорошенко
Олександр Іванович,
канд. техн. наук, доц.
каф. електропостачання
Одеськ. нац. політехн. ун-ту,
тел. 7348-548 (роб.),
56-25-93 (дом.)



Чебан
Вячеслав Вікторович,
студент Одеськ. нац. політехн.
ун-ту



Куанг Дінь Нгок,
канд. техн. наук,
науковий працівник
Ін-ту енергетики
В'єтнаму