

1. Абрамов А.И., Иванов-Смоленский А.В. Расчет и конструкция гидрогенераторов. М., 1964. 2. Стандарт СЭВ СТ СЭВ 1106-78. Машины электрические синхронные. Методы испытаний. М., 1978. 3. Проектирование электрических машин / И.П.Копылов, Ф.А.Горяинов, Б.К.Клоков и др.; Под ред. И.П.Копылова. М., 1980. 4. Краткая методика проверочного расчета синхронных машин // Материалы Центрального проектно-конструкторского и технологического бюро крупных электрических машин (ЦПКТБ КЭМ). Л., 1989. С.34–37. 5. Фильц Р.В., Лябук Н.И. Математическое моделирование явнополюсных синхронных машин. Львов, 1991.

УДК 621.314.057

Сегеда М.С., Дончик В.В.

ДУ “Львівська політехніка”, кафедра ЕМС

## КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЗІ ЗМІННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

© Сегеда М.С., Дончик В.В., 2000

**У статті розглянуто проблему компенсації реактивної потужності в електричних мережах зі змінним навантаженням. Показано форсувальну здатність запропонованої схеми. Наведено математичну та цифрову моделі, а також досліджено усталені режими.**

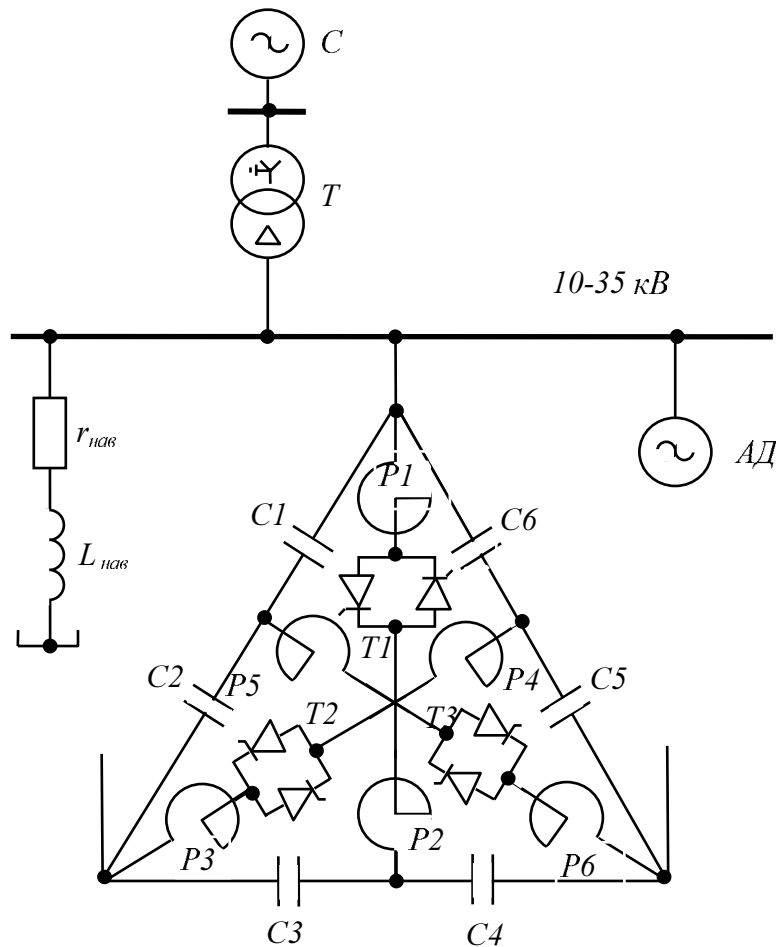
Для вирішення проблеми компенсації реактивної потужності в електричних мережах зі змінним навантаженням можна використовувати схему джерела реактивної потужності [1], яка показана на рисунку.

Така схема дозволяє виконати перемикання секцій фаз конденсаторної батареї з'єднаної в трикутник, з послідовного з'єднання конденсаторів фаз у паралельне. Під час такого перемикання за допомогою зустрічно-паралельно увімкнутих тиристорів здійснюється форсування реактивної потужності і тим самим регулювання напруги в електричних мережах за динамічної зміни навантаження. Увімкнення послідовно з тиристорами струмообмежуючих реакторів необхідно для зменшення, під час комутації тиристорів, струмів у ємнісних колах. Установлена потужність конденсаторної батареї, за винятком втрат потужності в струмообмежуючих реакторах, використовується повністю [1].

Коли закриті зустрічно-паралельні тиристори, конденсатори С1 і С2 секцій кожної фази з'єднані послідовно і реактивна потужність, яку генерує конденсаторна батарея, визначається

$$Q_{КБ3} = 3U^2\omega C1C2/(C1 + C2), \quad (1)$$

де С1 – ємність секцій 1, 2 і 5 фаз конденсаторної батареї; С2 – ємність секцій 2, 4 і 6 фаз конденсаторної батареї;  $\omega$  – кутова частота; U – лінійна напруга.



Джерело реактивної потужності.

Коли відкриті зустрічно-паралельно увімкнені тиристори, ємності  $C1$  і  $C2$  секцій фаз конденсаторної батареї з'єднані паралельно і реактивна потужність, яку генерує конденсаторна батарея, визначається

$$Q_{КБВ} = 3U^2\omega(C1 + C2). \quad (2)$$

Форсувальна здатність конденсаторної батареї визначається так:

$$Q_{КБВ} / Q_{КБЗ} = (C1 + C2)^2 / (C1C2), \quad (3)$$

тобто, генерування реактивної потужності збільшується в  $(C1+C2)^2/(C1C2)$  рази, що зумовить збільшення напруги на шинах електричної мережі і навантаження.

Коли тиристори провідні – напруга, яка прикладена до секцій конденсаторної батареї, дорівнює лінійній напрузі електричної мережі, коли тиристори невідні – напруга, яка прикладена до секцій конденсаторної батареї, дорівнює половині лінійної напруги електричної мережі за умови  $C1=C2$ .

Узагальнена математична модель електричної мережі з використанням топологічних методів на підставі заступних схем у контурних координатах структурних елементів

електромагнетних кіл має вигляд [2]

$$\Gamma \text{diag}(r, 0) \Gamma_t (\vec{i}_k, \vec{\psi}_k)_t + \Gamma \begin{vmatrix} M_1 & \bullet & \bullet \\ \bullet & M_2 & w w_1^{-1} \\ \bullet & w_t w_{t1}^{-1} & -R_\mu \end{vmatrix} \Gamma_t \times \quad (4)$$

$$\times (d\vec{i}_k / dt, d\vec{\psi}_k / dt) + \Gamma((\vec{u}_c, 0)_t + (\vec{u}(\vec{i}), 0)_t - (\vec{e}, 0)_t) = 0;$$

$$C d\vec{u}_c / dt = \vec{i}; \quad (5)$$

$$R_\mu = R_\mu(\Gamma_t(0, \vec{\psi}_k)_t); \quad (6)$$

$$T_1 d\vec{y} / dt + \vec{y} = T_2 d\vec{x} / dt + \vec{x}; \quad (7)$$

$$J p_0^{-1} d\omega_r / dt = M_{em} - M_M(\omega_r), \quad (8)$$

де  $\Gamma$  – друга матриця інцидентій графа електричних і магнетних кіл електричної мережі;  $\vec{i} = \Gamma_t \vec{i}_k$  – вектор-стовпець струмів віток електричних кіл;  $r$  – діагональна матриця резистансів електричних кіл;  $M_1$  – квадратна матриця індуктивностей і взаємоіндуктивностей електричних кіл;  $M_2$  – квазідіагональна матриця індуктивностей і взаємоіндуктивностей розсіювання електромагнетних апаратів (ЕМА);  $w$  – прямокутна матриця їх витків;  $w_1$  – квадратна матриця витків первинної обвитки ЕМА;  $R_\mu$  – матриця диференційних магнетних опорів ЕМА;  $C$  – квадратна матриця ємностей електричних кіл;  $\vec{i}_k$ ,  $\vec{u}_c$ ,  $\vec{u}(\vec{i})$ ,  $\vec{e}$  – відповідно вектор-стовпці контурних струмів, спадів напруг на ємностях, спадів напруг на нелінійних резистивних елементах і ЕРС віток;  $\vec{\psi}_k$  – вектор-стовпець потокочеплень первинних обвиток ЕМА;  $T_1$ ,  $T_2$  – діагональні матриці постійних часу ПП регуляторів;  $\vec{y}$ ,  $\vec{x}$  – вектор-стовпці вихідних і вхідних сигналів регуляторів;  $p_0$ ,  $J$  – кількість пар полюсів і момент інерції ротора з привідним механізмом асинхронного двигуна (АД);  $\omega_r$  – зведена до полюсної ділянки статора кутова швидкість обертання ротора АД;  $M_{em}$  – електромагнетний момент АД;  $M_M(\omega_r)$  – механічний момент привідного механізму АД.

Математична модель АД сформована на основі заступної схеми у фазних загальмованих координатах. Запропонована модель враховує насичення головного магнетного кола і наближено ефект витіснення струму в обвитці ротора.

Цифрова модель сформована в неоднорідному координатному базисі на основі декомпозиції математичної диференційної моделі в нормальній формі [3]. Така модель забезпечує ефективне моделювання усталених режимів та перехідних процесів в електричних мережах будь-якої конфігурації.

Для наведеної схеми компенсації реактивної потужності (рис.1) досліджено усталені режими з відкритими та закритими тиристорами. Особливістю схеми є те, що за значень індуктивностей реакторів, достатніх для обмеження струмів через тиристори під час їх комутації, діапазон кута керування тиристорами не значний.

1. Пат. 96114250. Пристрій для регулювання реактивної потужності / М.С.Сегеда, П.Ф.Гоголюк, Е.Е.Сегев, П.А.Марушка. 19994. № 3. 2. Гоголюк П.Ф., Сегеда М.С. Математичне моделювання перехідних процесів електричних мереж з вентильними елементами та динамічним навантаженням // Техн. електродинаміка. 1998. № 3. С.60–62. 3. Перхач В.С., Скрипник А.И., Сегеда М.С. Программа анализа электромагнитных процессов электроэнергетических систем с вентильными устройствами в контурных координатах // Гос ФАП, № П006676. Укр. РФАП. 1983. № 6143. 93 с.

УДК 621.315.62.027.3.004.1.

**Собчук В.С., Пашенко В.Н., Собчук Н.В.**

Вінницький державний технічний університет

## **ВИМИКАЧ ВВБ-750 кВ ЯК ЗАГОСТРЮВАЧ ІМПУЛЬСНИХ НАПРУГ**

© Собчук В.С., Пашенко В.Н., Собчук Н.В., 2000

**Розглянуто вимикач ВВБ-750 кВ як загострювач імпульсних напруг грозового походження. Наслідком роботи вимикача як загострювача є порушення конструктивної координації ізоляції епоксидних вводів самого вимикача, що призвело до їх електричного пробою. Аналіз характеру дефектів, які виникають, свідчить про суттєве збільшення крутизни фронту грозового імпульсу до небезпечних значень. Побудована електрична схема заміщення вимикача ВВБ-750 кВ під час роботи в імпульсному режимі. Зроблено висновок про небезпеку для поздовжньої ізоляції обмоток електрообладнання від дії загострених грозових імпульсів.**

На ПС "Вінницька 750" вимикачем ВІ типу ВВБ 750-40/3200 виконувались багаторазові комутації ЛЕП 750 кВ "Вінницька 750", "Західно-Українська 750" в різних режимах роботи.

2 червня 1998 року під час виконання ВІ операції "Ввімкнення" для вводу ЛЕП в роботу черговим персоналом був виявлений виток повітря з покажчика продування системи вентиляції верхньої дугогасильної камери четвертого елемента полюса А, що є ознакою заповнення порожнини між фарфоровою покришкою і епоксидним вводом повітрям з надлишковим тиском.

Після розбирання модуля виявлені тріщини прохідного епоксидного вводу в районі торця вимірюючої обкладки з боку бака вимикача.

До цього випадку сталися аналогічні пошкодження ще трьох вводів вимикачів ВВБ 750-40/3200.УІ.

Полюс вимикача 750-40/3200 УІ має 16 одиничних розривів (рис.1), кожний з яких зашунтований двома паралельно включеними конденсаторами і має ливарні епоксидні вво-