

УДК 621. 311: 621. 317. 613: 621. 316. 935: 621. 316. 923. 5

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ «РЕАКТОР – КЕРОВАНИЙ ШУНТ»

*Розен В.П., к.т.н., проф., Калінчик В.П., к.т.н., Очередько В.І., ас., Побігайло В.А., ас.  
Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ  
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ»  
03056, Україна, м. Київ, пр. Перемоги, 37  
E-mail: [vitaliy@pobigaylo.com](mailto:vitaliy@pobigaylo.com)*

Предложен алгоритм определения экономической эффективности от внедрения системы ограничения токов короткого замыкания по схеме „реактор - управляемый шунт”

**Ключевые слова:** токоограничивающий реактор, ограничение токов короткого замыкания, шунтирование токоограничивающих реакторов.

The paper presents the algorithm for economic effectiveness calculation after introduction of the system of short-circuit currents limitation according to diagram «reactor – governed shunt».

**Key words:** reactor, shunting, economic effectiveness, algorithm, short-circuit currents limitation.

**Вступ.** Серед проблем розвитку енергетичного комплексу України важливе місце в умовах зростання рівнів струмів короткого замикання (КЗ) займають питання підвищення ефективності методів і засобів обмеження струмів КЗ. При цьому, основним чинником є інтенсифікація темпів зменшення втрат електричної енергії у електротехнічних виробничих системах промислових підприємств, що може бути досягнуто реалізацією нових і підвищенням ефективності існуючих методів і засобів обмеження струмів КЗ.

**Аналіз попередніх досліджень.** Аналіз існуючих засобів і методів обмеження струмів КЗ доводить, що, підвищуючи ефективність засобів обмеження струмів КЗ за допомогою використання їх комбінування – система „реактор – керований шунт” [1], можна знизити витрати, які пов'язані з обслуговуванням устаткування, що обмежує струми КЗ, унаслідок зменшення втрат у режимі очікування (час відсутності струмів КЗ), та призвести до реального енергозбереження при обмеженні струмів КЗ у електропостачальній системі виробничих систем.

Принцип дії пристрою заснований на використанні теорії ухвалення рішення, а саме, на порівнянні вимірюваного значення з еталоном і формуванні керуючого сигналу, що впливає на індуктивний опір. При певних умовах індуктивний опір за шунтовано (знаходиться у режимі очікування) або ні [2].

**Мета роботи.** Розробка методики, що дозволяє визначити економічну ефективність від впровадження комплексу обмеження струмів КЗ «реактор – керований шунт» у виробничих системах за рахунок оптимізації режимів їх функціонування.

**Методика визначення економічної ефективності.** Розглянемо алгоритм визначення економічної ефективності від встановлення системи „реактор – керований шунт”.

1. Річні втрати активної електроенергії в реакторі без використання керованого шунта (КШ), що обмежує струм КЗ, (на три фази) можна визначити за формулою [3]:

$$\Delta W_a = \left( \frac{I}{I_{p,ном}} \right)^2 \cdot \Delta P_{p,ном} \cdot T_p,$$

де  $\Delta P_{p,ном}$  – втрати активної потужності в реакторі на три фази при номінальному навантаженні, кВт;  
 $T_p$  – час включення реактора в мережу, приймаємо  
 $T_p = 8760$ , грн/рік.

2. Оплата за втрати активної енергії в реакторі:

$$\Pi_{ai} = b \cdot \Delta W_a,$$

де  $b$  – середній тариф на електроенергію, коп/кВт·год.

3. Річні втрати реактивної електроенергії в реакторі без використання КШ, що обмежує струм КЗ, (на три фази) можна визначити за формулою:

$$\Delta W_p = \left( \frac{I}{I_{p,ном}} \right)^2 \cdot \Delta Q_{p,ном} \cdot T_p,$$

де  $\Delta Q_{p,ном}$  – втрати реактивної потужності в реакторі на три фази при номінальному навантаженні, кВар.

4. Оплату за втрати реактивної електроенергії в одному реакторі можна визначити за формулою [4]:

$$\Pi_p = D b \Delta W_p,$$

де  $D$  – економічний еквівалент реактивної потужності, кВт/кВар.

5. Сумарна оплата за втрати в цілому по підприємству становить:

5.1. Сумарна оплата за втрати активної електроенергії в реакторах для окремого підприємства обчислюється за формулою:

$$\Pi_{a,\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Pi_{ai},$$

де  $n$  – кількість реакторів, що обмежують струм КЗ, на підприємстві;

$\Pi_{ai}$  – оплата за втрати активної електроенергії в  $i$  – му реакторі;

5.2. Сумарна оплата за втрати реактивної електроенергії в реакторах для окремого підприємства обчислюється за формулою:

$$\Pi_{p,\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Pi_{p,i},$$

де  $\Pi_{p,i}$  – розрахункове значення оплати за втрати реактивної електроенергії в  $i$ -му реакторі;  
 $n$  – кількість реакторів, що обмежують струм КЗ.

6. Сумарний економічний ефект від застосування КШ:

$$\Pi_{ек,\Sigma} = \Pi_{а,ек} + \Pi_{р,ек} + \Delta B - C - \Delta C,$$

де  $\Pi_{а,ек}$  – економія плати за використану активну електроенергію;

$\Pi_{р,ек}$  – економія плати за використану реактивну електроенергію;

$C$  – вартість КШ (разові витрати);

$\Delta C$  – додаткові витрати на КШ;

$\Delta B$  – економічні витрати від шкідливих викидів в до-  
 вкілья:

$$\Delta B = h(\Delta W_a + \Delta W_p),$$

де  $h$  – питомі викиди твердих часток окису вуглецю, окисів азоту, окисів сірки.

7. Розраховуємо простий термін окупності капіталовкладень, що необхідні для придбання КШ, рік:

$$t_{OK} = \frac{C}{E_{\Sigma}},$$

де  $E_{\Sigma}$  – ефективність від впровадження КШ.

Вартість керованого шунта орієнтовано становить 800 грн. Термін окупності – від 0,9 до 1 року. При цьому термін експлуатації цього шунта становить до 6 років, що встановлює допустимість врахування фактичного часу, тобто без дисконтування. Дана методика не розрахована на обчислення комерційного ефекту, а служить для обчислення доцільності використання КШ.

Ефективність від впровадження КШ становить:

$$\Pi = \Pi_{а,ек} + \Pi_{р,ек} + \Delta B.$$

**Висновки.** Запропонована методика дозволяє визначити економічну ефективність від впровадження комплексу обмеження струмів КЗ «реактор – керований шунт» у виробничих системах за рахунок оптимізації режимів їх функціонування.

Надана методика визначення економічної ефективності від встановлення системи „реактор – керований шунт” використовувалась при економічних розрахунках енергозберігаючих заходів за даними Львів „ОРГРЕС”. Ці розрахунки підтвердили наявність економічного ефекту від впровадження системи „реактор – керований шунт”.

#### БІБЛІОГРАФІЧНІ ДАНІ

1. Розен В.П., Тарадай В.И., Несен Л.И., Побігайло В.А. Анализ подходов к решению проблемы ограничения токов короткого замыкания в производственных и энергетических системах / ИЕЕ НТУУ “КПІ”. – Киев.: 1999. – 18 с. – Рус. – Деп. в ГНТБ Украины 26.07.99, № 225 Ук99 // Анот. в ж. ВИНТИ РАН № 10 (333), 1999.

2. Пат. Україна, 51346 А, Н01F38/00 Н01F30/08. Спосіб обмеження струмів КЗ і пристрій для його реалізації / Розен В.П., Калінчик В.П., Момот Д.С., Побігайло В.А. № 2002021620. Заявл. 27.02.2002. Опубл. 15.11.2002. Бюл. № 11. – 6 с.

3. Ларби Мотрани, Тарадай В.И. Эффективность энергосбережения в электрических сетях 6–20 кВ с токоограничивающими реакторами // Энергетика и электрофикация. – 2000. – № 7. – С. 13 – 16.

4. Методика обчислення плати за перегікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами. Затверджена наказом Міністерства палива та енергетики 17.01.2002 р. № 43, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01.02.2002 р. № 93/6381. – Київ.: – 2002. – 50 с.

Стаття надійшла 16.04.2007 р.  
 Рекомендовано до друку д.т.н., проф.  
 Родькіним Д.Й.