

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ОБМЕЖЕННЯ СТРУМІВ КЗ РЕАКТОР – КЕРОВАНИЙ ШУНТ

В. П. Розен, канд. техн. наук, В. І. Очередько, інж., В. А. Побігайло, асп. (НТУУ “КПІ”)

Запропоновано алгоритм розрахунку економічної ефективності від впровадження системи обмеження струмів короткого замикання за схемою реактор–керований шунт.

Аналіз існуючих засобів і методів обмеження струмів короткого замикання (КЗ) свідчить про те, що підвищуючи ефективність засобів обмеження струмів КЗ за допомогою використання комбінації системи реактор–керований шунт [1], можна знизити затрати, пов’язані з обслуговуванням устаткування по обмеженню струмів КЗ за рахунок зменшення втрат у режимі чекання, зменшити час відсутності струмів КЗ, і привести до реальної енергозберігаючої діяльності при обмеженні струмів КЗ у системі електропостачання виробничих систем.

Принцип дії пристрою ґрунтується на використанні теорії ухвалення рішень, зокрема на порівнянні виміряного значення параметра з еталоном і формуванні керуючого сигналу, що впливає на індуктивний опір. При певних умовах індуктивний опір зашунтований (знаходиться у режимі чекання) або ні [2].

Розрахунок економічної ефективності

Розглянемо алгоритм визначення економічної ефективності від встановлення системи реактор–керований шунт.

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

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

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; $I_{p.ном}$ – номінальний струм реактора, А.

Сумарна плата за втрати активної електроенергії в реакторах $\Pi_{a\Sigma}$ 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; Π_{ai} – плата за втрати активної електроенергії в i -му реакторі:

$$\Pi_a = \Delta W_a b;$$

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

2. Річні втрати реактивної електроенергії в реакторі ΔW_p без використання керованого шунта, що обмежує струм КЗ, можна визначити за формулою

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

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

Як відомо, плату за втрати реактивної електроенергії в одному реакторі Π_p можна визначити за формулою [4]

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

де D – економічний еквівалент реактивної потужності, кВт/квар.

Сумарну плату за втрати реактивної електроенергії в реакторах $\Pi_{p\Sigma}$ для окремого підприємства можна розрахувати за виразом

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

де Π_{pi} – розрахункова плата за втрати реактивної електроенергії в i -му реакторі; n – кількість реакторів, що обмежують струм КЗ.

3. Сумарний економічний ефект $\Pi_{ек\Sigma}$ від застосування КШ:

$$\Pi_{ек\Sigma} = \Pi_{аек} + \Pi_{рек} - C^* - \Delta C^*,$$

де $\Pi_{аек}$ – економія плати за використану активну електроенергію; $\Pi_{рек}$ – економія плати за використану реактивну електроенергію; C^* – вартість КШ (разові витрати); ΔC^* – додаткові витрати на КШ.

4. Термін окупності КШ можна розрахувати у такий спосіб.

Визначають сумарну плату за втрати електроенергії в реакторах Π_Σ , які обмежують струм КЗ, за умовою, що котушки реакторів не шунтовано КШ,

$$\Pi_{\Sigma} = \Pi_{\Sigma.\text{акт.втр}} + \Pi_{\Sigma.\text{реакт.втр}},$$

де $\Pi_{\Sigma.\text{акт.втр}}$ – сумарна плата за втрати активної електроенергії в реакторах, грн/рік; $\Pi_{\Sigma.\text{реакт.втр}}$ – сумарна плата за втрати реактивної електроенергії в реакторах, грн/р.

Розраховують сумарну плату за втрати електроенергії в реакторах Π_{Σ}^* , які обмежують струм КЗ, за умовою, що котушки реакторів шунтовано КШ:

$$\Pi_{\Sigma}^* = \Pi_{\Sigma.\text{акт.втр}}^* + \Pi_{\Sigma.\text{реакт.втр}}^*,$$

де $\Pi_{\Sigma.\text{акт.втр}}^*$ – сумарна плата за втрати активної електроенергії після встановлення КШ, грн/рік; $\Pi_{\Sigma.\text{реакт.втр}}^*$ – сумарна плата за втрати реактивної електроенергії після встановлення КШ, грн/рік.

Визначають економію плати за втрати електроенергії в реакторах для підприємства E_{Σ} :

$$E_{\Sigma} = \Pi_{\Sigma} - \Pi_{\Sigma}^* - \Delta C^*.$$

Розраховують термін окупності капіталовкладень $t_{\text{ок}}$, необхідних для придбання КШ, роки:

$$t_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{КШ}}}{E_{\Sigma}}.$$

Вартість керованого шунта орієнтовано становить 800 грн. Термін окупності – від 0,9 до 1 року. При цьому строк експлуатації цього шунта становить 6 років.

Розглянута методика визначення економічної ефективності від встановлення системи реактор–керований шунт не розрахована на обчислення комерційного ефекту, а служить для визначення доцільності використання КШ. Методика використовувалась при економічних розрахунках енергозберігаючих заходів за даними „ОРГРЕС”, Львів. Ці розрахунки підтвердили наявність економічного ефекту від впровадження системи реактор–керований шунт.

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

2. Пат. України 51346А, Н01F 38/00. Спосіб обмеження струмів КЗ і пристрій для його реалізації / В. П. Розен, В. П. Калінчик, Д. Є. Момот, В. А. Побігайло. – 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 электрификация. – 2000. – № 7. – С. 13 – 16.

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