

Ю.А. ЧОРНИЙ, кандидат технічних наук
І.Є. ІЗВОЛЕНСЬКИЙ
 Національний університет харчових технологій

ВПЛИВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА АКТИВНІ ВТРАТИ СПОЖИВАЧІВ

Розглянуто втрати потужності в електричних машинах і вплив індивідуальної компенсації реактивної потужності на активні втрати споживачів. Встановлено, що добір оптимальної потужності батареї конденсаторів дає можливість отримати економію активної потужності.

Рассмотрено потери мощности в электрических машинах и влияние индивидуальной компенсации реактивной мощности на активные потери пользователей. Установлено, что подбор оптимальной мощности батарей конденсаторов позволяет получить экономию активной мощности.

Найбільше поширення для компенсації реактивної потужності дістали статичні конденсатори. Невелика маса, немає частин, що обертаються, незначні втрати енергії, простота обслуговування, безпечність і надійність в експлуатації — усе це дає змогу використовувати конденсатори для компенсації реактивної потужності на всіх ступенях системи електропостачання.

Розміщуючи конденсатори у мережі промислового підприємства, слід враховувати, що існують індивідуальна, групова та централізована компенсація реактивної потужності.

При індивідуальній компенсації конденсаторну установку підключають до затискачів електроприймача без комутаційних апаратів. Цей спосіб слід застосовувати для компенсації реактивної потужності великих електроприймачів з великою кількістю річних робочих годин. Індивідуальна компенсація дає можливість розвантажити від реактивних струмів усю мережу виробничого підприємства. Проте цей спосіб потребує значних капітальних вкладень.

Реактивна потужність у межах промислового підприємства розподіляється так: асинхронні двигуни — 70 %, трансформатори — 20, освітлювальні та інші електроприймачі — 10 %. Отже, основни-

© Ю.А. Чорний, І.Є. Изволенський, 2004

ми споживачами реактивної потужності є асинхронні двигуни (Богаєнко *И.Н.*, Борисенко *В.Я.*, Розинський *Д.И.*, Рюмшин *Н.А.* Регулируемые компенсирующие устройства реактивной мощности. — К.: Техніка, 1992. — 152 с).

Втрати потужності в електричних машинах залежно від фізичних причин, які їх спричиняють, поділяють на три групи: електричні $\Pi_{\text{ел}}$, магнітні (втрати в сталі) $\Pi_{\text{ст}}$ і механічні $\Pi_{\text{мех}}$. Всі ці втрати виділяються в вигляді теплоти, яка нагріває машину. До статора машини з мережі підводиться потужність

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1.$$

У ротор за допомогою магнітного поля передається електромагнітна потужність

$$P_{\text{ем}} = P_1 - \Pi_{\text{ст}} - \Pi_{\text{ел1}}.$$

Частина електромагнітної потужності, яку отримує ротор, витрачається на покриття електричних втрат в його обмотці $\Pi_{\text{ел2}}$; частина, що залишилась, перетворюється в механічну потужність з урахуванням незначних втрат на тертя $\Pi_{\text{мех}}$ (механічні)

$$P_{\text{мех}} = P_{\text{ем}} - \Pi_{\text{ст}} - \Pi_{\text{мех}}.$$

Втрати в сталі ротора незначні, тому при розрахунку не враховуються.

Таким чином, в асинхронних двигунах втрати потужності виникають здебільшого внаслідок електричних втрат в обмотках машини.

Електричні втрати залежать від втрат у провідниках обмоток. Для кожної обмотки ці втрати, Вт,

$$\Pi_{\text{ел}} = m I_{\text{об}}^2 r_{\text{об}}, \quad (1)$$

де $I_{\text{об}}$ — струм в обмотці машини; $r_{\text{об}}$ — опір обмотки.

У разі використання індивідуальної компенсації на асинхронних двигунах потужністю від 75 до 250 кВт спостерігалось зменшення активної потужності при незмінному механічному навантаженні. Підключення потрібної кількості конденсаторів наближає $\cos \varphi$ до одиниці і, відповідно, до зменшення реактивної складової потужності. Сумарний струм в обмотці двигуна визначають за формулою

$$I = \sqrt{P^2 + Q^2} / \sqrt{3}U.$$

При зниженні Q зменшується загальний струм. Оскільки електричні втрати (1) залежать від струму в обмотці двигуна, відповідно зменшуються електричні втрати.

У робочому режимі асинхронна машина нагрівається від обмотки статора. Під час нагрівання електричний опір машини збільшується і, відповідно, зростають електричні втрати.

Електричний опір r провідника прямо пропорційний його довжині l і обернено пропорційний площі S поперечного перерізу:

$$r = \rho l / S,$$

де ρ — питомий опір провідника, який під час нагрівання збільшується приблизно за лінійним законом

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t).$$

При оптимальній індивідуальній компенсації зменшується струм, який проходить через обмотку статора машини. При цьому знижується температур машини, а внаслідок зменшення опору обмотки статора зменшуються електричні втрати.

Значення наведених розрахунків зростає в разі використання асинхронних двигунів з напругою живлення 6,3...10,0 кВ. У цих двигунах опір статорної обмотки підвищується у десятки разів і дорівнює 30...100 Ом, тому збільшується вплив змінень питомого опору від нагрівання обмоток. Так, для асинхронного двигуна потужністю 630 кВт і напругою 6,3 кВ з опором обмотки 30 Ом при постійному навантаженні і змінненні $\cos \varphi$ завдяки компенсації від 0,65 до 0, отримано економію активної потужності у розмірі 9 % від загального споживання без компенсації.

Висновок. При індивідуальній компенсації, якщо конденсаторні батареї дібрати в такій кількості, що забезпечити $\cos \varphi \approx 1$, можна зменшити активну потужність при незмінному навантаженні.

Одержана редколлегією 29.03.04 р.