

ЗАСТОСУВАННЯ СИНХРОННИХ КОМПЕНСАТОРІВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Кравченко М.С., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Відомо, що реактивна потужність – це частина повної потужності, яка не виконує корисну роботу. Вона виникає в колах змінного струму, коли існує ємнісне або індуктивне навантаження. Існують також проблеми, які пов'язані з реактивною потужністю, адже погіршується робота електроенергетичної системи. Для вирішення цих проблем застосовують засоби компенсації реактивної потужності, і одним із таких є синхронний компенсатор.

Мета роботи. Дослідити можливості застосування синхронних компенсаторів на території України.

Матеріали дослідження. Синхронні компенсатори відіграють дедалі більшу роль у світі з відновлювальними джерелами енергії, коли від закриття традиційних електричних станцій починає погіршуватись електропостачання з точки зору стабільності, якості напруги. У своїй статті я проведу дослідження щодо встановлення подібних засобів в різних країнах світу, та наведу обґрунтування такого рішення системних операторів цих країн. Проаналізую, які існують виробники синхронних компенсаторів, чим відрізняються між собою та наведу порівняння із іншими засобами компенсації реактивної потужності. Наприкінці висновок щодо доцільності встановлення подібних засобів в електроенергетичній системі України.

Синхронний компенсатор – це традиційна синхронна машина, яка працює в ролі двигуна, з полегшеним ротором, тобто без активного навантаження. Призначений такий пристрій для виробництва або ж споживання реактивної потужності. Керується синхронний компенсатор шляхом керування струмом збудження. Цей пристрій роками використовувався для регулювання реактивної потужності до появи будь-яких систем компенсації силової електроніки. Він має наступні переваги:

- короткочасна перевантажувальна здатність. В залежності від типу, синхронний компенсатор може забезпечити потужність більш ніж вдвічі свого номіналу до часу декількох секунд, що покращує підтримку системи під час аварійних ситуацій чи інших непередбачуваних ситуацій;
- стійка робота при пониженому рівні напруги низька напруга. Навіть при екстремально низькій напрузі він залишається підключеним та забезпечує плавну та надійну роботу;
- додаткова стійкість до короткого замикання. Це ще одна особливість синхронного конденсатора, адже забезпечує реальну стійкість до короткого замикання в мережі, що покращує стійкість системи;
- відсутність вищих гармонік. Синхронний компенсатор не є джерелом гармонік, а навпаки – здатний споживати гармонічні струми. Ця функція забезпечує просту інтеграцію в існуючі мережі.

Проте, ідеальних засобів не існує. Синхронний компенсатор має наступні недоліки:

- велика питома вартість 1 МВАр встановленої потужності;
- неоднаковість можливостей щодо виробництва та споживання реактивної потужності – споживання не більше 80% номінальної потужності, адже відбувається підвищення нагрівання крайніх пакетів ярма статора, спричиненого збільшенням магнітного потоку в торцевих частинах статора;
- втрати активної потужності, що пов'язані з нагріванням обмоток та магнітопроводу, роботою системи збудження, механічними втратами та втратами на вентиляцію [1].

Питання актуальності синхронних компенсаторів почало з'являтися на порядку денному в той момент, коли низка передових країн світу почали переходити на відновлювальні джерела енергії. Раніше ці країни мали переважно теплові електростанції, а також атомні електростанції з великими турбогенераторами. Під час перепадів напруги саме вони забезпечували стійкість електричної системи. Із вилученням таких станцій із електричної складової мережі, постає питання забезпечення стійкості системи, адже відновлювальні джерела не можуть цього робити. Багато сонячних електростанцій використовують інверторні установки для перетворення постійного струму в змінний. Якщо в мережі відбувається збій, то параметри цієї мережі відхиляються далеко від їх нормального рівня, а інвертор в такому випадку відключається блоком свого захисту. Як висновок – сонячні електростанції не зможуть стабільно працювати [2].

Щодо ситуації в Україні та інших країнах світу. За часів УРСР були встановлені синхронні компенсатори та виконували свою функцію. Проте зараз, якщо брати устаткування на балансі НЕК «Укренерго», то таких засобів немає. А згідно із документом про Енергетичну стратегію України на період до 2030 року, Національного плану дій з розвитку відновлюваної енергетики на період до 2030 року [3] та загальносвітовим тенденціям стає очевидно, що відновлювальна енергетика у своїй частці буде зростати. Згідно із Законом України Про ринок електричної енергії [4] відомо, що існують різні допоміжні послуги, які можуть надавати учасники ринку. По законодавству, підтримку параметрів надійності та якості електричної енергії в ОЕС України може надаватись послуга з регулювання напруги та реактивної потужності в режимі синхронного компенсатора. В такому випадку відбувається підтримка рівнів напруги в контрольних точках системи передачі у визначених КСП допустимих межах з метою підтримання стійкості та безпеки енергосистеми шляхом забезпечення та використання резерву реактивної потужності генеруючих одиниць, здатних переходити в режим СК. Слід відзначити, що в якості синхронних компенсаторів використовуються генератори на холостому ході двох ГАЕС, а НЕК «Укренерго», за потреби, купує цю допоміжну послугу [5].

Проаналізуємо досвід розвинутих країн щодо встановлення синхронних компенсаторів.

1. 2018 рік. Баварія, Німеччина. Відомо, що Німеччина запровадила закон про вивід з експлуатації атомних електричних станцій. Таким чином була зупинена станція в громаді Гундреммінген. Звісно, в такому випадку постало питання про необхідність збільшення надійності роботи мережі в якості компенсації інерцій та реактивної потужності. І задачу було вирішена. Синхронний компенсатор потужністю від +340 до -170 МВАр повністю забезпечив стійкість системи при змінах напруги.

2. 2020 рік. Бріндізі, Італія. Було встановлено 2 синхронних компенсатори та маховик компанією Terna на підстанції Італії. Кожен блок буде виробляти від +250 до -125 МВАр та інерцію 1750 МВт для підтримки стійкості енергосистеми. Компанія також встановила підвищувальні трансформатори, автоматичні вимикачі, різні системи захисту та управління. Таке рішення було прийнято для стабілізації мережі через підключення великої кількості відновлюваних джерел енергії [1].

Синхронний компенсатор в Данії проаналізуємо детальніше. Для датського системного оператора Energinet.dk замовлення виконувала компанія Siemens у 2015 році, обладнання було встановлено на трьох підстанціях, рис. 1. У комплект поставки входило схоже обладнання, що й на підстанції в Італії. Використовувався двухполюсний генератор Siemens SGen-100A з повітряним охолодженням. Слід відзначити, що генераторів подібної серії використовується у світі більше 400 од. Вони відрізняються своєю економічністю, високою ефективністю, низьким рівнем шуму. Буквально за 10 хвилин генератор може досягати 3000 об/х в[6].



Рисунок 1 – Вигляд на місце установки синхронного компенсатора для Energinet.dk

Висновки. Синхронні компенсатори – це вирішення низки проблем, які пов’язані зі стабільністю роботи електроенергетичної системи та втратами в мережі. З матеріалу дослідження випливає, що в ОЕС України є необхідність встановлення засобів компенсації реактивної потужності, а саме синхронних компенсаторів.

Перелік посилань

1. Entsoe. Synchronous Condenser. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.entsoe.eu/Technopedia/techsheets/synchronous-condenser>
2. ABB. Synchronous condensers for reactive power compensation. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://new.abb.com/motors-generators/synchronous-condensers>
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. 2017. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13#n3>
4. ЗУ “Про ринок електричної енергії”. 2019. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>
5. Допоміжні послуги Укренерго: Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/dyspetcherska-informatsiya/dopomizhni-poslugy/#1589882606588-f3ecb4a9-5274>
6. Siemens. Newsletter about Synchronous condenser solutions for Denmark. 2015. Сист. вимоги: PDF. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.ptd.siemens.de/article_1506.pdf.
7. Porto University. Swarn Kalsi, David Madura and Mike Ross Performance of Superconductor Dynamic Synchronous Condenser on an Electric Grid. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://paginas.fe.up.pt/~ee04109/Documentos%20e%20imagens/6%20-%20Performance%20of%20Superconductor%20Dynamic%20Synchronous%20Condenser%20on%20an%20Electric%20Grid.pdf>