

621.313.322-81.621.311.22

М. С. Сегеда, д. т. н., проф.;**В. П. Олексин,****А. В. Олексин**

ВИКОРИСТАННЯ АСИНХРОНІЗОВАНИХ ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ТА РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ

Розглянуто вплив асинхронізованих турбогенераторів на підвищення надійності роботи електростанцій, покращення регулювання напруги та зниження втрат електроенергії в електроенергетичній системі.

Постановка проблеми

В останні роки в електроенергетичній системі України (ЕЕСУ) спостерігається чергова хвиля зниження енергоспоживання. Вона спричинена кризовими явищами в економіці. Внаслідок зниження завантаження ліній електропередачі збільшується генерування ними реактивної потужності. У нічні години, в умовах мінімуму навантаження, виникають труднощі з регулюванням напруги в ЕЕСУ. Для компенсації надлишку реактивної потужності використовується ціла низка засобів, серед яких є синхронні турбогенератори (СТГ) і асинхронізовані турбогенератори (АСТГ) теплових електростанцій (ТЕС).

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Використання СТГ для регулювання напруги ЕЕСУ в режимі недозбудження обмежене за відсутності інших засобів регулювання напруги. Проведені дослідження [1] показують, що довготривала робота СТГ в режимі недозбудження призводить до скорочення їх терміну служби. Під час цього зростає кількість відмов СТГ через пошкодження торцевих зон статора. В СТГ нового покоління обмеження за умов нагріву торцевих зон статора відсутні. Однак для них існують суттєві обмеження в режимах споживання реактивної потужності із мережі за умов статичної та динамічної стійкості, що суттєво обмежує їх регульовальні можливості. На відміну від СТГ для регулювання напруги в умовах надлишків реактивної потужності успішно використовуються АСТГ, які можуть працювати в режимах глибокого споживання реактивної потужності під час високих рівнів статичної та динамічної стійкості [1, 2]. За необхідності розв'язання задачі з компенсації надлишків реактивної потужності на електростанціях використовуються АСТГ, як ефективніші від СТГ [3].

Виклад основного матеріалу

Перші АСТГ потужністю 200 МВт були встановлені в 1985 р. та 1991 р. на Бурштинській ТЕС. Принципово СТГ і АСТГ відрізняються конструкцією ротора і системою збудження. Ротор АСТГ має дві зсунуті на 90° звичайні концентричні обмотки. Система збудження асинхронізованого турбогенератора включає в себе два однакові канали для живлення двох обмоток збудження. Система автоматичного регулювання збудження АСТГ формує напругу збудження двома незалежними каналами. Асинхронізований принцип управління полягає в регулюванні за встановленим законом двох складових напруг збудження, що дозволяє незалежно регулювати електромагнетний момент і напругу. Під час цього можна керувати не тільки величиною, але й фазою форсування збудження незалежного від кута повороту ротора генератора. Завдяки таким можливостям під час вмикання АСТГ на одні шини з СТГ через неоднакову зміну кутів внутрішніх ЕРС цих машин у випадку аварійних збурень в електричних мережах між ними виникає зрівнювальний перетік потужності, який здійснює на СТГ гальмівну дію в першому періоді коливання роторів і генераторів,

підвищуючи тим самим стійкість СТГ [1].

Діаграма потужності АСТГ за заданого закону управління не має обмеження за стійкістю [2]. Допустимі режим роботи обмежені тільки номінальним струмом обмотки збудження в режимі генерування реактивної потужності і номінальним струмом статора в режимі споживання реактивної потужності. Це впливає з нижченаведеної діаграми допустимих режимів роботи ТГВ-200М і АСТГ-2УЗ.

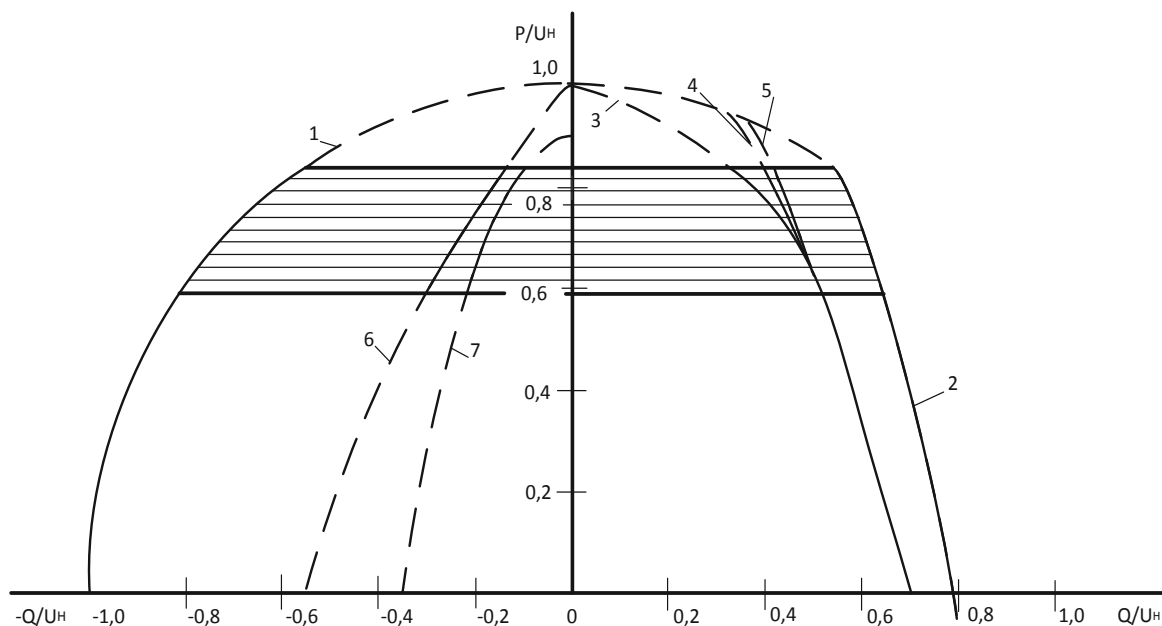


Рис. 1. Діаграма допустимих режимів роботи ТГВ-200М і АСТГ-200-2УЗ

- 1 — обмеження за струмом статора; 2 — обмеження за струмом ротора ТГВ-200М;
3, 4, 5 — обмеження за струмом ротора АСТГ-200 для $S = 0$, $S \neq 0$ і безпосереднім охолодженням ($S \neq 0$); 6 — обмеження за стійкістю ТГВ-200М; 7 — обмеження за нагрівом торцевих зон ТГВ-200М

Значно підвищує надійність АСТГ здатність їх до роботи без збудження в асинхронному режимі [1, 2, 4]. За будь-яких відмов в системі збудження обмотки ротора закорочуються накоротко і АСТГ переходить в асинхронний режим, в якому може працювати необмежений час без коливань режимних параметрів. При цьому активне навантаження генератора складає близько 70 % номінального. Крім того АСТГ може працювати в керованому асинхронному режимі, який можна використовувати в нічні години під час значних підвищень напруги в мережі. В цьому режимі підвищується к. к. д генератора в зв'язку зі зменшенням втрат потужності на величину втрат в системі збудження.

Проведений статистичний аналіз режимів роботи Бурштинської ТЕС показує, що до встановлення АСТГ спостерігалися складні режими роботи ТЕС з підстанціями 750 кВ. Обмежені регульовальні можливості СТГ практично виключають можливість їх впливу на показники режимів підстанцій 750 кВ. З іншого боку шунтові реактори (ШР) мережі 750 кВ, які мають не прогнозований характер завантаження і відносно невелику надійність, не завжди забезпечують прийнятні режими роботи СТГ і рівні напруги в мережі через ступеневе регулювання і обмежену маневреність. Це причиняло такі режими роботи:

1. В зимовий максимум навантаження СТГ виробляли реактивну потужність, яка передається на підстанцію 750 кВ, де споживалась ШР. В цей час на шинах електростанції і підстанції були понижені рівні напруг.

2. В літній мінімум навантаження спостерігалось значне підвищення напруги. На підстанції 750 кВ величина відхилення напруги на шинах 750 кВ від допустимих меж досягало 2,5 %, а на шинах 330 кВ — 2,55 %.

На електростанції середня величина відхилення напруги на шинах 330 кВ складала 3...7 кВ, максимальна — 10 кВ. Причому, як правило, вищезазначені відхилення направлені так, що в максимум навантаження фактичні значення напруги менші, а в мінімум — більші відповідних опти-

мальних значень. Це говорить про відсутність на цей час у такому вузлі енергосистеми резерву для регулювання реактивної потужності.

Вказані режими супроводжувались значним ростом втрат активної потужності, які зумовлені:

— збільшенням втрат активної потужності в електричних мережах 330...400 кВ через пониження напруг;

— збільшенням втрат активної потужності у лініях зв'язку 750 кВ через пересилання реактивної потужності.

Введення в експлуатацію на Бурштинській ТЕС АСТГ значно розширювальні регулюючі можливості ТЕС за реактивною потужністю, що, в свою чергу, дало можливість ефективніше регулювати напругу в умовах значного зменшення завантаження ліній електропередачі та під час аварійних вимкнень ШПР. Аналіз добових графіків навантаження енергосистеми показує, що в максимум навантаження з'явилась можливість переведення частини ШПР 750 кВ в автоматичний резерв, покращення регулювання напруги і, як наслідок, зниження втрат електроенергії в енергосистемі в середньому на $2,35 \cdot 10^6$ кВт-год. на рік.

Висновки

АСТГ завдяки особливостям конструкції ротора та системи збудження дозволяють підвищити надійність роботи ТЕС, оскільки мають більший рівень динамічної і статичної стійкості.

Досвід застосування АСТГ показує, що вони дозволяють значно розширити регулювальні можливості електростанцій за реактивною потужністю, забезпечити допустимі режими роботи СТГ, покращити регулювання напруги в електричних мережах та зменшити кількість годин роботи ШПР, що сприяє зменшенню втрат активної потужності в ЕЕС.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лабуец И. А. Асинхронизированные турбогенераторы как средство повышения устойчивости и регулирования напряжения в электрических сетях / [И. А. Лабуец, П. В. Сокур, Н. Д. Пинчук и др.] // Электрические станции. — 2004. — № 8. — С. 26—32.
2. Лабуец И. А. Установившиеся режимы работы асинхронизированного турбогенератора / [И. А. Лабуец, Ю. Г. Шакарян, А. П. Лохматов и др.] // Электричество. — 1981. — № 3. — С. 23—28.
3. Чевычелов В. А. Эффективность применения асинхронизированных турбогенераторов / В. А. Чевычелов // Электрические станции. — 1986. — № 10. — С. 46—51.
4. Здановский В. Г. Опыт эксплуатации асинхронизированного турбогенератора АСТГ-200 / [В. Г. Здановский, А. С. Миняйло, В. В. Кривый и др.] // Электрические станции. — 1993. — № 1. — С. 37—41.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Надійшла до редакції 19.10.10
Рекомендована до друку 4.11.10

Сегеда Михайло Станкович — завідувач кафедри електричних станцій.

Національний університет «Львівська політехніка»;

Олексин Василь Петрович — начальник служби ВПТЗ, **Олексин Андрій Васильович** — провідний економіст СВА.

ВАТ «Західенерго»