

УДК 621.311

ОБ'РУНТУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ МІКРОГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З АСИНХРОННИМИ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРАМИ

Савчук М.Р., бакалаврант

Поліський національний університет, м. Житомир

В нашому сьогоденні одним із способів підвищення ефективності мікроГЕС є об'єднання мікроГЕС в автономні системи електропостачання (АСЕП), при якому можливе повторне використання енергії водяного потоку, а також збільшення числа споживачів і вирівнювання графіку навантаження енергосистеми. Об'єднання мікроГЕС сприяє включенню в паралельну роботу синхронних і асинхронних генераторів. Це забезпечує великий запас стійкості автономних мікроГЕС і систем електропостачання з декількох установок, які працюють на загальне навантаження. Використання асинхронних електричних машин для побудови локальної електричної мережі максимально спрощує конструкцію мікроГЕС і її обслуговування. Однак, об'єднання кілька мікроГЕС в одну локальну електричну мережу призводить до виникнення проблеми рівномірного завантаження гідроагрегатів, які працюють на загальне навантаження. На відміну від великих електростанцій в мікроГЕС з нерегульованими турбінами стабілізувати робочий режим енергосистеми можна тільки з боку навантаження.

Автобаластна система стабілізації автономних мікроГЕС дає можливість їх застосовувати при побудові АСЕП при цьому можливі два варіанти побудови АСЕП.

Перший варіант передбачає, що всі гідроагрегати працюють на загальне навантаження, а регулятор баластного навантаження РБН розподіляє струм між корисним і баластним навантаженнями так, щоб сумарний струм, який віддають генератори, був приблизно постійним.

У другому варіанті передбачається використання індивідуальних автобаластних систем. Цей варіант отримують шляхом об'єднання діючих автономних станцій. Однак, дослідження показують, що забезпечити стійкий режим роботи АСЕП при такій побудові досить складно, оскільки різниця в потужностях баластних навантажень, різниця в коефіцієнтах посилення постійного часу та різниця в інших параметрах стабілізуючих систем гідроелектроагрегатів призводить до змін сумарного навантаження АСЕП в значно ширших межах, ніж потрібно для стабілізації робочих режимів станції. Тому перспективним є модифікація першого варіанта побудови АСЕП, особливістю якої є можливість регулювання потужності баласту, яке дозволяє поліпшити склад генерованої напруги і підвищити точність стабілізації її величини.

В АСЕП застосування асинхронних генераторів з ємнісним збудженням значно обмежує можливості регулювання збудження, а величина напруги, при цьому, безпосередньо залежить від можливого діапазону зміни еквівалентного навантаження станції.

Наприклад, із розрахункових вихідних електричних параметрів АСЕП (побудованої на базі двох гідроагрегатів рівних потужностей) при зміні корисного навантаження від холостого ходу до номінального значення з використанням в якості регулятора біполярні тиристорні осередки видно, що найбільше відхилення вихідних параметрів щодо номінальних значень мають місце при 50% навантаження АСЕП. Це пояснюється тим, що режим еквівалентного навантаження має яскраво виражений активно-індуктивний характер з мінімально можливим значення $\cos \varphi_e$.

При цьому, вироблена батареєю конденсаторів реактивна енергія витрачається і на збудження генератора, і на покриття індуктивної складової струму еквівалентного навантаження. Зменшення намагнічуючих струмів генераторів, яке призводить до падіння напруги в мережі, відбувається при незмінній величині ємності збуджуючих конденсаторів. Це викликає зменшення струму корисного навантаження, яка не в повній мірі компенсується струмом

баластного навантаження. В результаті сумарний гальмівний момент генераторів зменшується і гідроагрегати розганяються. Виходить замкнута система регулювання з позитивним зворотнім зв'язком. Похибка стабілізації в даному випадку складає 0 12,1% для напруги і 0 3,5% - для частоти щодо номінальних значень.

Послабити позитивний зворотній зв'язок можна шляхом введення в закон управління вентиллями регулятора корекції по напрузі і досягти зменшення похибки стабілізації напруги до значення 0 9,0%, а по частоті до значення 0 2,5%.

Підвищити точність стабілізації напруги в АСЕП можна через введення каналу регулювання збудження генераторів. Але можливості по регулюванню напруги асинхронних машин сильно обмежені. Використання в якості джерела реактивної потужності напівпровідникових перетворювачів дає значне ускладнення і подорожчання установки, а використання конденсаторів з нелінійною ємністю (варіконди) мають гірші масо-габаритні показники в порівнянні зі звичайними, мають обмежений діапазон робочих температур, а також їх параметри залежать від постійної і змінної складових напруги, що негативно позначається на їх роботі.

Найбільш ефективний спосіб регулювання напруги асинхронного регулятора є підмагнічування спинки статора. Для цього укладається додаткова обмотка постійного струму на статорі електричної машини. При зміні струму підмагнічування змінюється ступінь насичення сердечника статора і відповідно змінюється положення кривої намагнічування. Струм підмагнічування зазвичай максимальний в режимі холостого ходу і зменшується зі збільшенням навантаження. Як один з варіантів формування струму підмагнічування може бути використання постійної складової струму навантаження. Отож, такий спосіб регулювання напруги асинхронного генератора потребує спеціальної конструкції електричної машини, ускладнює і значно здорошує загальну схему установки.

Спосіб штучного формування механічної характеристики генератора для підвищення точності стабілізації (використовується для мікроГЕС на базі синхронного генератора) в даному випадку неефективний, оскільки при одноканальному регулюванні практично неможливо забезпечити незмінність величини і характер еквівалентного навантаження.

Особливістю паралельної роботи асинхронних генераторів з приводом від гідротурбін сумірної потужності є залежність розподілу навантаження між ними від жорсткості механічних характеристик.

Слід відзначити, з точки зору завантаження генератора найбільш небезпечним режимом АСЕП є зменшення частоти обертання в порівнянні з номінальною. Оскільки зниження частоти обертання пов'язано зі збільшенням сумарного навантаження паралельно працюючих генераторів, велика різниця в коефіцієнтах саморегулювання приводних турбін може привести до значного перевантаження обмоток електричної машини по струму. Щоб виключити подібні випадки, потрібен правильний вибір величини баластного опору, за допомогою якого можна зміщувати регульовальну характеристику еквівалентного навантаження і забезпечити найкращі статичні режими роботи АСЕП у всьому діапазоні зміни корисного навантаження.

Отож, для забезпечення рівномірного розподілу навантаження між паралельно працюючими генераторами, необхідно вибирати гідродвигуни з близькими коефіцієнтами саморегулювання, а величину баластних опорів слід вибирати з урахуванням характеру зміни корисного навантаження і відповідними рекомендаціями.

Параметри стабілізуючих систем можуть вибиратися відповідно до рекомендацій для аналогічних систем автономних мікроГЕС, при застосуванні частотних схем регулювання для стабілізації режимів паралельно працюючих асинхронних генераторів. Особливістю ж роботи

АСЕП з асинхронними генераторами є те, що генеруємо частота напруги відрізнятися від частот обертання роторів електричних машин на величину ковзання.

Отже, особливістю роботи станцій з асинхронними генераторами є:

- розподіл навантаження між генераторами електростанцій залежить від значень коефіцієнтів саморегулювання приводних гідротурбін і діапазону зміни еквівалентного навантаження станції, а також,
- похибка стабілізації напруги паралельно працюючих асинхронних генераторів визначається відхиленням еквівалентного навантаження від номінальних значень в загальному випадку відповідає аналогічним значенням для автономних станцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Малі ГЕС України. URL: http://uk.wikipedia.org/wiki/Малі_ГЕС_України
2. Мороз А. В. Етапи становлення та сучасний стан малої гідроенергетики України. Відроджувана енергетика. 2013. № 4 (35). С. 59-63.