

ВЕРИФІКАЦІЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ЗБУДЖЕННЯ ПОТУЖНИХ СИНХРОННИХ МАШИН АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ДЛЯ ЗАДАЧ СТІЙКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Національний університет «Львівська політехніка»¹
ТзОВ «ЕЛЕКС»²

Об'єднана електроенергетична система Україна характеризується значною часткою (45%) атомних електростанцій у структурі виробництва електроенергії. Для атомних електростанцій характерна наявність синхронних машин найбільшої в Україні потужності – 1000 МВт. Синхронні генератори такої потужності мають суттєвий вплив на стійкість електроенергетичної системи, отже під час досліджень стійкості особлива увага повинна бути приділена моделюванню таких генераторів.

Ще однією особливістю роботи атомних електростанцій є те, що, в основному, енергоблоки були введені в експлуатацію у 80-90 роках: на Запорізькій АЕС – 1983-1988 рр.; Південно-Українській АЕС – 1987-1989 рр.; Рівненській АЕС – 1986, 2004 рр.; Хмельницькій АЕС – 1987, 2004 рр. На всіх атомних електростанціях України встановлені турбогенератори типу ТВВ-1000 з безщітковими діодними системами збудження типу СБД виробництва ВАТ "Електросила", до складу якої входять збудник типу БВД, що складається з двох синхронних генераторів змінного струму оберненого виконання з діодними обертовими випрямлячами на валу та автоматичними регуляторами збудження типу АРВ-СДП1.

Для задач стійкості ЕЕС особливу роль відіграють коректні математичні та цифрові моделі систем збудження, і, особливо, регуляторів збудження. В програмному комплексі ДАКАР ЕЛЕКС реалізовані математичні моделі багатьох типів АРЗ, в тому числі й АРВ-СДП1, які пройшли перевірку на адекватність результатів під час багатьох досліджень як тестових, так і реальних енергосистем.

У 2015 р. на Рівненській АЕС відбулися аварійна ситуація, що була викликана синхронними хитаннями ТГ-6 блоку № 4 під час опробування шунтуючого реактора на новій ПЛ 750 кВ РАЕС-Київська. Колективом авторів були проведені дослідження на цифровій моделі ОЕС України цієї аварійної ситуації та здійснено аналіз можливих причин появи хитань ТГ-6:

1. Схемно-режимна ситуація мережі 330-750 кВ району РАЕС-ХАЕС характеризувалася ослабленням зв'язку видачі потужності енергоблоків РАЕС, ХАЕС: ремонт АТ 750/330 кВ ХАЕС; робота генераторів РАЕС з мінімальною (з умов збереження статичної стійкості) реактивною потужністю, практично на межі спрацювання обмежувачів мінімального збудження. 2. Недоліки схемних і конструктивних рішень виробника системи збудження ТГ-6 бл. № 4 РАЕС, які впливають на надійність системи. 3. Імовірність некоректної роботи каналу з похідної струму ротора, і АРВ-СДП1 ТГ-6 в цілому. Після зменшення коефіцієнта посилення каналу похідної струму збудження до значення 3 і менше можливе виникнення низькочастотних хитань (з частотою біля 0,9 Гц) під час комутацій в мережі. 4. Поява небезпечних хитань можлива також і через неузгодження роботи обмежувача мінімального збудження та АРЗ в режимах роботи генераторів з мінімальною реактивною потужністю.

Відтворені процеси на цифровій моделі енергосистеми повністю співпали з записаними на реєстраторах осцилограм, що підтверджує коректність реалізованих в програмному комплексі ДАКАР ЕЛЕКС математичних моделей безщіткових систем збудження з АРЗ типу АРВ-СДП1.

Козовий Андрій Богданович – к.т.н., доцент, Національний університет "Львівська політехніка", доцент кафедри електроенергетики та систем управління, e-mail andriy.kozovyy@eleks.com, тел.: (032)-258-25-00.

Коновал Володимир Семенович – к.т.н., доцент, Національний університет "Львівська політехніка", доцент кафедри електроенергетики та систем управління, e-mail volodymyr.konoval@eleks.com, тел.: (032)-258-25-00.

Пастух Олена Романівна – Національний університет "Львівська політехніка", старший викладач кафедри електроенергетики та систем управління, e-mail olena.r.pastukh@lpnu.ua, тел.: (032)-258-25-00.

Скрипник Олексій Іванович – д.т.н., ТзОВ «ЕЛЕКС», e-mail soi@eleks.com, тел.: (032)-243-53-57.