

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІД АСИНХРОННОГО ХОДУ ГЕНЕРАТОРІВ ГЕС

Дем'янов Ю.Ю., магістрант, Остапчук О.В., д.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Удосконалення пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА) є одним з основних методів підвищення надійності роботи сучасних систем виробництва електричної енергії. Відповідно оцінка ефективності спрацьовування пристроїв РЗА та уточнення їх параметрів шляхом аналізу перехідних процесів в режимі як короткого замикання (КЗ) і втрата генераторами збудження є актуальним науковим завданням, що потребує негайного розв'язання.

Метою роботи є підвищення надійності роботи електричної станції за рахунок удосконалення ефективності роботи системи захисту генератора від асинхронного ходу, шляхом уточнення її параметрів спрацьовування та схеми виконання на підставі результатів математичного моделювання.

Матеріали і результати досліджень. Істотний недолік схем електричних з'єднань ЕС напругою 110 кВ і вище полягає в тому, що в разі КЗ на приєднанні, що відходить, не відключеному основним захистом, і подальшій роботі пристрою резервування відмови вимикачів (ПРВВ), частина приєднань залишається в роботі. При цьому генератори втрачають стійкість, тому що вимикання відбувається з витримкою часу понад 0,5 с, згідно з [1].

У цій роботі увагу приділено аналізу поведінки захисту генератора від асинхронного ходу при втраті генератором збудження, а також при переході генератора в асинхронний режим після вимикання зовнішніх симетричних КЗ із витримкою часу відповідно до [2].

Дослідження виконувалось на прикладі ГЕС з одним рівнем підвищеної напруги 110 кВ, де було змодельовано режим 3-фазного КЗ на лінії, що відходить від шин. Виконано оцінку режиму роботи порушення стійкості генераторів, а також режим виходу генератора із синхронізму із втратою збудження на основі роботи [3].

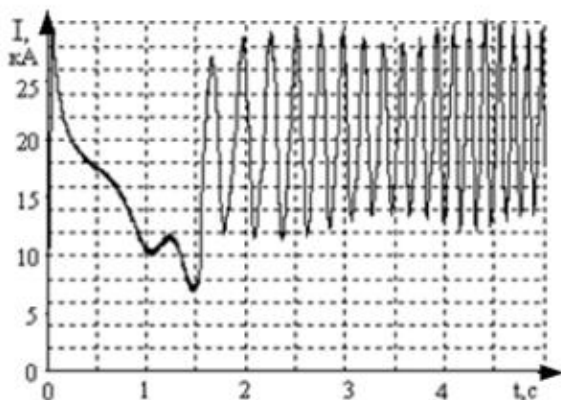


Рисунок 1 – Діюче значення фазного струму генератора(КЗ на ЛЕП-1км)

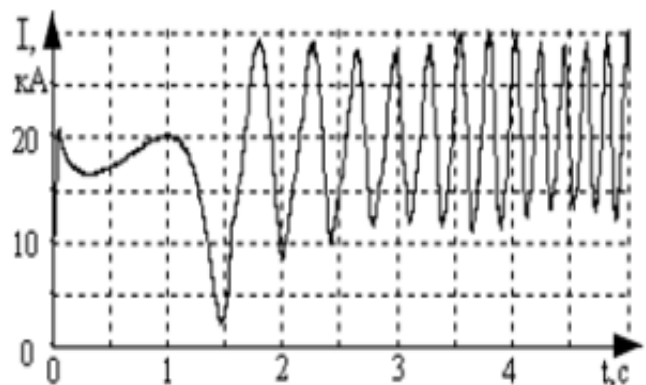


Рисунок 2 – Діюче значення фазного струму генератора (КЗ на ЛЕП-10км)

Як видно з осцилограм (рис 1-2) швидкість затухання струму під час КЗ залежить від віддаленості КЗ, а після відключення КЗ струм статора генератора має коливальний характер з амплітудою коливань в межах приблизно від $I_{ном}$ до $3I_{ном}$ при цьому частота коливань с часом збільшується.

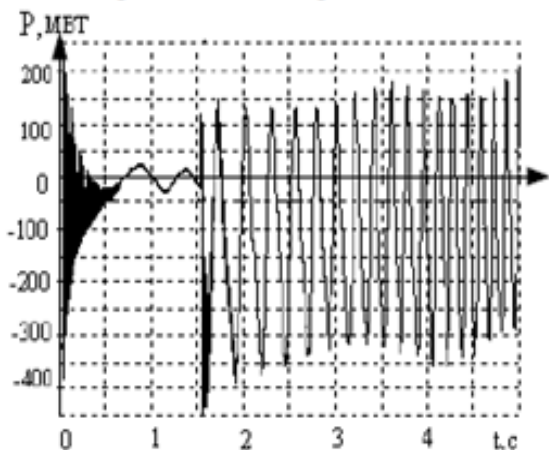


Рисунок 3 – Активна потужність генератора при КЗ від шини 110 кВ ЛЕП (1км)

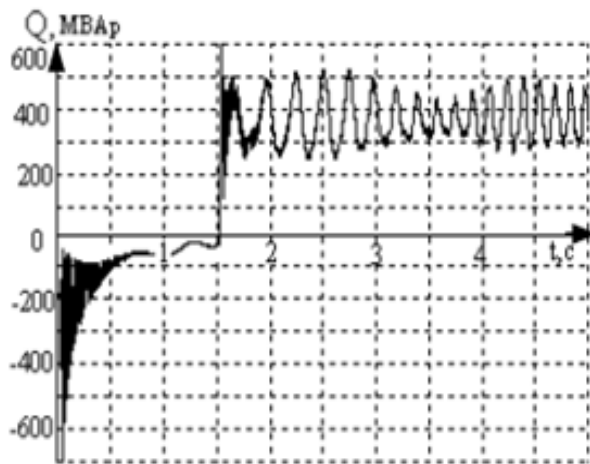


Рисунок 4 – Реактивна потужність генератора при КЗ від шини 110 кВ ЛЕП (1км)

На рис 3-4 показано зміну значень активної і реактивної потужності. Захист від асинхронного ходу, що реагує на струм статора і зміну напрямку реактивної потужності, має уставку за струмом 12,75 кА, за потужністю - 7,2 МВАр, за часом - 0,5 с. Орган напрямку потужності спрацювуватиме надійно (рис. 4), а контакт пускового струмового органу може у деяких випадках (наприклад, рис. 2) відпадати при перших проворотах ротора, що небажано, оскільки при цьому збільшується час несинхронної роботи генератора.

Далі був розглянутий режим втрати генератором збудження в момент часу 0,1 с.

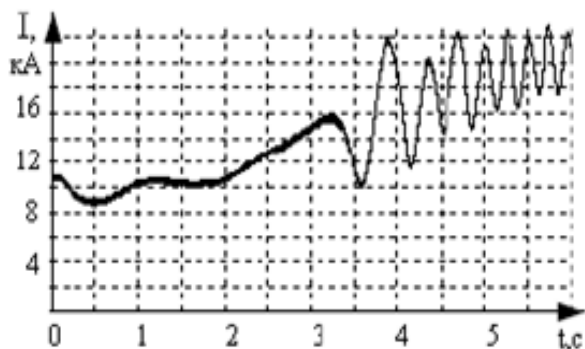


Рисунок 5 – Діюче значення фазного струму генератора при втраті збудження

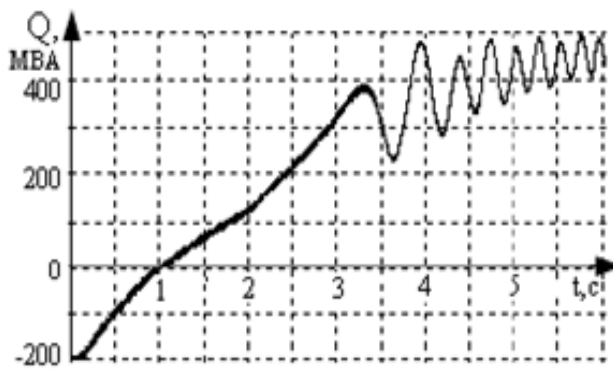


Рисунок 6 – Реактивна потужність генератора при втраті збудження

Як видно на рис. 5-6 захист від асинхронного ходу, що реагує на струм статора і зміну напрямку реактивної потужності, з вказаними вище уставками спрацює і генератор вимкнеться до випадання з синхронізму.

Результати моделювання засвідчили, що після вимкнення зовнішніх КЗ із великими витримками часу генератори переходять в асинхронний режим роботи зі знизеним струмом збудження для генераторів із системами самозбудження в яких струми, напруги, опори, потужності мають пульсуючий характер, що призводить до періодичного спрацьовування і відпадання контактів пускових реле резервних захистів. З метою забезпечення надійного вимкнення генераторів, що працюють несинхронно, після вимкнення зовнішніх КЗ із витримками часу, пропонується пускові органи захистів виконувати із затримкою на відпадання з часом, що перевищує напівперіод биття тієї величини, на яку реагує пусковий орган захисту. Для розглянутого випадку цей час за даними моделювання становить 0,2-0,3 с.

Висновок. За допомогою розробленої математичної моделі ЕС для генератора з системою самозбудження виконано розрахунки параметрів режиму при втраті збудження і при коротких замиканнях різної віддаленості. На підставі результатів моделювання проведено аналіз поведінки захисту генератора від асинхронного ходу за близьких і віддалених КЗ. Виявлено, що після вимкнення зовнішніх КЗ з великими витримками часу генератори переходять в асинхронний режим роботи, їхні напруги та струми мають коливальний характер, що не враховується під час вибору уставок їхніх резервних захистів і може призвести до неспрацьовування зазначених захистів. Для усунення цього недоліку пропонується пускові органи резервних захистів генераторів, зокрема захист від асинхронного ходу, виконувати із затримкою на відпадання з метою забезпечення надійного вимкнення генераторів, що працюють не синхронно, після усунення зовнішніх КЗ.

Перелік посилань

1. Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е., Окин А.А. Расчет устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах. – М. Энергоатомиздат, 1990. –390 с.
2. Сивокобиленко В.Ф., Смирнова М.А. Оцінка поведінки пристроїв релейного захисту на основі математичного моделювання// Вісник інженерної академії України. Вип. 2. - Київ: ІАУ. -2007. - С. 153 - 157.
3. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения/ Андреев В.А. - М.: Высш. шк., 2006. - 639 с.