

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ГІДРОГЕНЕРАТОРІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В роботі представлені результати аналізу релейного захисту гідрогенераторів на ГЕС.

Ключові слова: гідрогенератор, релейний захист, коротке замикання, пошкодження, статор, ротор

Abstract

The paper presents the results of the analysis of relay protection of hydrogenerators at hydroelectric power plants

Keywords: hydrogenerator, relay protection, short circuit, damage, stator, rotor

Вступ

Сьогодні електроенергетична галузь посідає провідне місце серед сфер діяльності людини. Без електричної енергії не може функціонувати жодна галузь виробництва. В умовах військового стану в Україні залишається досить актуальним питання економічного і надійного електропостачання споживачів. Одними з основних елементів на електростанціях є синхронні генератори. Для забезпечення безперервного якісного електропостачання споживачів досить важливо під час експлуатації забезпечити надійну роботи синхронних генераторів на станціях.

Згідно з вимогами правил технічної експлуатації електроустановок (ПТЕ) силове обладнання електричних станцій має бути обов'язково захищене від струмів коротких замикань та збоїв нормального режиму роботи. Як засоби захисту використовуються спеціальні пристрої, основним елементом яких є реле. Саме тому їх називають пристроями релейного захисту та автоматики (РЗА).

На сьогодні активно розвиваються та впроваджуються цифрові релейні засоби та засоби автоматизації, що сприяють збільшенню надійності роботи електроустановок електричних станцій. Тому дослідження даної теми досить важливе та перспективне.

Метою роботи є дослідження та узагальнення знань з питань релейного захисту гідрогенераторів ГЕС.

Результати дослідження

У сучасних умовах, коли енергетична безпека та надійність електропостачання є стратегічно важливими, релейний захист і автоматика (РЗА) відіграють ключову роль у забезпеченні стабільної роботи гідроелектростанцій (ГЕС). Особливо це стосується гідрогенераторів, від надійної роботи яких залежить як сама станція, так і робота енергосистеми.

Гідрогенератори піддаються впливу різноманітних електричних та механічних навантажень, а також зовнішніх збурень, пов'язаних із роботою мережі. У разі виникнення пошкоджень, коротких замикань чи аварійних режимів, надзвичайно важливо, щоб система захисту оперативно виявила несправність і локалізувала її наслідки. Саме релейний захист виконує цю функцію — він забезпечує вибіркове, швидке та надійне відключення пошкодженого обладнання, запобігаючи його подальшому руйнуванню та поширенню аварії на інші частини станції.

Автоматика, у свою чергу, виконує не менш важливу роль — вона забезпечує самовідновлення роботи обладнання після усунення несправності, керує переключеннями навантажень, контролює синхронізацію гідрогенератора з мережею, а також сприяє збереженню стійкої роботи енергосистеми в умовах змінних режимів.

Особливої актуальності РЗА набуває у зв'язку з тенденціями автоматизації та цифровізації енергетики. Сучасні мікропроцесорні пристрої релейного захисту дають змогу реалізовувати складні алгоритми аналізу аварій, вести детальний облік параметрів мережі та забезпечувати дистанційне керування обладнанням. Це не тільки підвищує рівень безпеки експлуатації гідроагрегатів, але й забезпечує можливість своєчасного технічного обслуговування й запобігання відмовам.

Без впровадження надійних систем захисту та автоматики робота гідроелектростанцій була б пов'язана з високим ризиком аварій, які можуть призвести до значних економічних збитків, екологічних катастроф і навіть загрози для життя персоналу. Тому наявність сучасного та ефективного комплексу РЗА є обов'язковою умовою безпечної експлуатації гідрогенераторів.

Захист генератора має діяти лише за наявності таких пошкоджень або ненормальних режимів, які становлять реальну загрозу для агрегату, тобто бути селективним.

Для запобігання значним пошкодженням гідроагрегата, а також збереження стійкості паралельної роботи інших генераторів на станції та в енергосистемі, захист від внутрішніх несправностей повинен мати високу швидкодію [1, 2].

Окрім того, захист має володіти достатньою чутливістю до різних типів внутрішніх пошкоджень генератора, а також коротких замикань у прилеглих елементах. Це необхідно для забезпечення резервування у випадку неспрацювання основних захистів або вимикачів відповідних елементів. Надійність функціонування захисту генератора повинна бути на високому рівні.

Особливою вимогою до релейного захисту гідрогенераторів є здатність не лише керувати вимикачем, але й активувати пристрій автоматичного гасіння магнітного поля (АГП).

Гасіння магнітного поля реалізується на всіх генераторах високої напруги з метою [1, 2]:

- припинення струму короткого замикання, який продовжує подавати генератор у разі пошкодження на його виводах або в обмотці статора;
- зменшення напруги на виводах генератора після автоматичного вимкнення вимикача (скидання навантаження).

Цей процес має бути високошвидкісним і виконуватись автоматично, синхронно з відключенням генератора від мережі.

Для гідрогенераторів високої напруги потужністю від 1 до 30 МВт на електростанціях передбачені релейні захисти від таких пошкоджень та особливих небезпечних режимів роботи [1-3]:

- 1) від багатозазних замикань в обмотці статора генератора і на його виводах;
- 2) від однофазних замикань на землю в обмотці статора синхронного генератора і на його виводах та від подвійних замикань на землю, одне з яких виникло в обмотці статора, а друге – у зовнішній мережі;
- 3) від надструмів в обмотці статора, які обумовлено зовнішніми короткими замиканнями;
- 4) від струмів в обмотці статора, які обумовлено симетричним перенавантаженням;
- 5) від появи другого замикання на корпус в колі збудження турбогенератора;
- 6) від замикань на землю в одній точці кола збудження (для гідрогенераторів);
- 7) від підвищення напруги на зажимах гідрогенераторів при раптових скиданнях навантаження.

Висновки

Таким чином, застосування пристроїв релейного захисту та автоматики на ГЕС є не просто бажаним, а життєво необхідним. Вони гарантують технічну цілісність обладнання, безперебійну роботу електростанції та стабільність енергопостачання споживачам. У майбутньому роль РЗА лише зростає, адже зростає потреба в гнучкій, безпечній та надійній енергосистемі.

Комплекс захистів гідрогенератора забезпечує:

- швидке виявлення та ізоляцію внутрішніх і зовнішніх несправностей;
- захист від механічних та електричних перевантажень;
- захист від аварійних режимів;
- резервованість – блокування;
- автоматичне та оперативне гасіння поля – для магнітного поля після відключення.

Такий багаторівневий набір забезпечує надійність, стабільність роботи і довготривалу безпечну експлуатацію ГЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем: навч. посібник / В. П. Кідиба. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2015. 504 с.
2. Лагутін В. М., Лесько В. О., Тептя В. В. Релейний захист генераторів малої та середньої потужності: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 104 с.

3. Рубаненко О. Є., Рубаненко О. О., Гунько І. О. Релейний захист та автоматика електричних станцій. Вінниця: ВНТУ, 2023. 125 с. URL: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2023/Rubanenko_2023_125.pdf

Корчак Лариса Олександрівна – студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Тептя Віра Володимирівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: teptyavira@gmail.com

Korchak Larysa O. - student, Vinnitsa National Technical University, student of the department of electric power stations and systems; Vinnitsa, Ukraine;

Teptia Vira V. - Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the department of electric power stations and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: teptyavira@gmail.com