

## РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ГІДРОГЕНЕРАТОРІВ 100 МВТ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

Проаналізовані захисти гідрогенераторів 100 МВт. Показано, що частими пошкодженнями гідрогенераторів є пошкодження ізоляції статора і ротора (кіл збудження), пошкодження лобових частин обмоток статора, пошкодження системи охолодження. Захистами гідрогенераторів є:

**Ключові слова:** гідрогенератори, захисти, пошкодження, статор, ротор, обмотки, релейний захист, струми реле, коефіцієнт чутливості, коефіцієнт надійності.

### **Abstract**

The protections of 100 MW hydrogenerators are analyzed. It is shown that frequent damages of hydrogenerators are damage to the insulation of the stator and rotor (excitation circuits), damage to the frontal parts of the stator windings, damage to the cooling system. The protections of hydrogenerators are:

**Keywords:** hydrogenerators, protections, damage, stator, rotor, windings, relay protection, relay currents, sensitivity coefficient, reliability coefficient.

### **Вступ**

РЗ є однією з найважливіших складових забезпечення надійної та безпечної роботи енергетичних систем. Особливе значення РЗ має у випадку гідрогенераторів великої потужності, таких як генератори потужністю 100 МВт, які є ключовими елементами енергетичних об'єктів. В умовах сучасного розвитку енергетики підвищення ефективності, точності та швидкодії релейного захисту гідрогенераторів сприяє зменшенню аварійності, мінімізації економічних втрат та підвищенню стабільності енергетичних мереж.

### **Результати досліджень**

Для захисту гідрогенератора потужністю 100 МВт використовують різні типи реле, кожне з яких відповідає за виявлення конкретних аварійних ситуацій або відхилень у роботі генератора. Такий комплексний підхід гарантує надійність і безпеку обладнання. Розглянемо основні типи захисту:

Для захисту гідрогенератора потужністю 100 МВт використовують різні типи реле, кожне з яких відповідає за виявлення конкретних аварійних ситуацій або відхилень у роботі генератора. Такий комплексний підхід гарантує надійність і безпеку обладнання. Розглянемо основні типи захистів для кожного з них: диференційний захист - виявлення внутрішніх коротких замикань у статорних обмотках, які є однією з найнебезпечніших аварійних ситуацій. Цей захист порівнює струми на вході і виході статора. Якщо різниця перевищує допустиме значення, реле спрацьовує і вимикає генератор. Захист від перевантаження - захист від надмірних струмів, що можуть спричинити перегрів обмоток і пошкодження ізоляції. Захист від замикань на землю - виявлення замикань на землю в статорних обмотках, що можуть спричинити значні пошкодження.

Цей захист вимірює струм нульової послідовності. При наявності струму у нейтралі спрацьовує реле захисту, яке включає гідрогенератор.

Захист від перевищення частоти (частотний захист) - Забезпечує стабільну частоту струму, що виробляється генератором.

Тип реле: Частотне реле (наприклад, РЧ-40).

Принцип роботи: Виявляє відхилення частоти від заданого значення (зазвичай 50 Гц). При перевищенні частоти реле зупиняє генератор, щоб уникнути коливань у мережі.

Захист від перевищення напруги - запобігання пошкодженню генератора та мережі через надмірну напругу.

Захист від надмірного зменшення напруги (мінімальна напруга) - захищає генератор від зниження напруги, що може бути викликано нестабільністю в системі або несправністю генератора.

Принцип роботи: Контролює напругу генератора. Якщо напруга падає нижче встановленого рівня, реле вимикає генератор.

Захист від асиметрії струмів (несиметрії фаз) - виявлення асиметрії фаз, яка може виникати через несправності або нерівномірне навантаження.

Тип реле: Реле фазної послідовності або асиметрії струмів (наприклад, РАФ).

Принцип роботи: Вимірює асиметрію в струмах між фазами. Якщо одна з фаз має суттєве відхилення, реле спрацьовує, що запобігає можливому пошкодженню ротора.

Тепловий захист обмоток - захист обмоток статора і ротора від перегріву.

Тип реле: Теплові реле з вбудованими температурними датчиками (наприклад, реле температурного захисту РТ-80).

Принцип роботи: Датчики температури, встановлені на обмотках, контролюють їх нагрівання. При перевищенні критичної температури реле відключає генератор.

Захист від вібрації - захист від надмірної вібрації, яка може призвести до механічних пошкоджень.

Принцип роботи: Датчики фіксують рівень вібрації. Якщо він перевищує допустимий рівень, реле вимикає генератор для запобігання пошкодженням.

АПВ - автоматичне відновлення роботи генератора після короточасних збоїв або приладів на вході.

Принцип роботи: Після короточасного відключення через аварію реле АПВ автоматично намагається повернути генератор в робочий стан. Це зменшує ризик простою при незначних короточасних збоях.

## Висновок

Більшість пошкоджень гідрогенераторів 100 МВ. викликані пошкодженнями систем охолодження, обмотки збудження, лобових поверхонь обмотки статора та підшипників ковзання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Навч. посібник, Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2015. – 533 с.
2. Сокол Є. І., Сендерович Г. А., Гриб О. Г. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник, Харків: ФОП Бровін О.В., 2020 – 306 с.
3. Generator Excitation Control Systems for Reliable Plant Operations, Emerson. Режим доступу: <https://www.emerson.com/cs-cz/automation/control-and-safety-systems/distributed-control-systems-dcs/ovation-distributed-control-system/generator-exciter-controls> Control 2024 – 2 с.
4. Excitation - Dynamics with brain power., ANDRIDZ Режим доступу: <https://www.emerson.com/cs-cz/automation/control-and-safety-systems/distributed-control-systems-dcs/ovation-distributed-control-system/generator-exciter-controls> Control 2024 – 2 с.

*Вікторів Максим Михайлович – студент, факультет електроенергетики, електромеханіки та електротехніки. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [revelaut@gmail.com](mailto:revelaut@gmail.com)*

*Рубаненко Олександр Євгенійович – канд. техн. наук, професор кафедри електричних станцій та систем. Вінницький національний технічний університет.*

*Oleksandr Y. Rubanenko - Ph.D. in Technical Sciences, Professor of the Department of Electric Power Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.*