

Интересным является наблюдение, что сеть, при изменении её параметров, продолжает ошибаться на тех же режимах. Это значит, что ошибка сети не случайны, а появляются в сложных для неё случаях. Например, если скачок тока не отчётлив и близок к номинальному значению. Так же интересен тот факт, что если для тестирования сети использовать режимы, на которых она и тренировалась, то эффективность сети составит 90-100 %.

Вывод: использования нейронной сети для определения режимов энергосистемы является перспективным направлением усиления надёжности энергоснабжения, так как потенциал широк. Нейронные сети способны к обучению по определению любых режимов, поэтому уменьшается вероятность ложных срабатываний. Так же данный тип защит крайне универсален, так как не зависит от номинального напряжения энергосистемы и присоединённой нагрузки.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, Госзадание "Наука" № FSWW-2020-0017.

Литература

1. Тарик Р. Создаем нейронную сеть. - Издательство "Вильямс". – 2018.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ГЭС МОЩНОСТЬЮ 6400 МВт

Головкин В.В., Космынина Н.М.

Научный руководитель доцент Н.М. Космынина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия.

Гидравлическая электрическая станция (ГЭС) мощностью 6400 МВт является крупнейшей электростанцией России по установленной мощности [4]. Основное оборудование станции изображено на рис. 1.

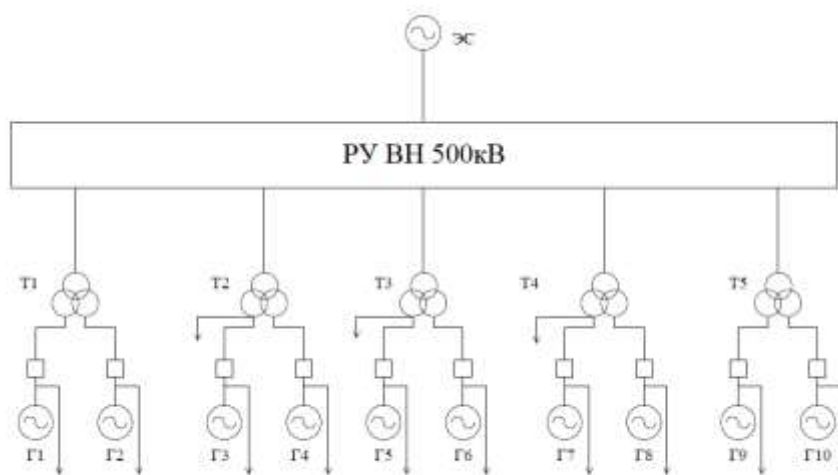


Рис. 1. Структурная схема ГЭС

В машинном зале ГЭС размещено десять гидроагрегатов мощностью по 640 МВт (на рис.1 обозначены Г1, ..., Г10). Основные электрические характеристики гидрогенератора представлены в таблице.

Таблица 1

Данные оборудования

Показатель для установившегося режима (номинальный)	Значение
Мощность полная, активная; кВ*А/кВт	711000/640000
Обмотка статора - напряжение, В	15750
Обмотка статора - ток, А	26063
Характеристики мощности	0,9
Соединение фаз обмотки статора	«звезда»
Обмотка возбуждения - ток, А	3500
Возбуждение - тип	независимое тиристорное

В каждой фазе предусмотрены отпайки для питания рабочей группы вентиля тиристорного преобразователя главного генератора (ГГ), в свою очередь питание форсировочной группы вентиля тиристорного

преобразователя главного генератора предусмотрено от полной обмотки статора вспомогательного генератора (ВГ) [1].

Трансформаторная группа укрупненного блока ГЭС собрана из трех однофазных масляных трансформаторов типа ОРЦ-533000/500-У1 имеющих расщепленную обмотку низкого напряжения (НН) и систему охлаждения типа *OFWF*. При включении трансформатора под напряжение включаются рабочие насосы, обеспечивающие отвод горячего масла по маслопроводу (патрубкам) из бака трансформатора и подачу его в межтрубное пространство маслоохладителей, где масло охлаждается водой, циркулирующей в теплообменных трубах. Охлажденное масло из маслоохладителей по маслопроводу подается в нижнюю часть бака трансформатора. Подача воды в маслоохладители осуществляется из системы технического водоснабжения (ТВС) гидроагрегатов через задвижки с электроприводом, установленными на каждом маслоохладителе. [2].

Под системой электроснабжения собственных нужд (СЭСН) понимается совокупность оборудования, обеспечивающее автоматизацию работ основных и вспомогательных элементов станции, например, асинхронные двигатели, осветительные приборы, преобразовательные устройства и другое электротехническое оборудование. Мощное оборудование требуется для охлаждения вышеописанного электрического оборудования, а также для устройств, обеспечивающих работу станции в целом [3]. Для обеспечения питания и защиты устройств СЭСН на станции применяются комплектные распределительные устройства (КРУ) [6]. Пример технических характеристик одного из КРУ приведен в таблице 2.

Таблица 2

Параметры электрооборудования шкафа КРУ 6 кВ

Номинальное напряжение (кВ)/ ток цепей (кА)/сборных шин (кА)	6,3 / 630 / 1600
Тип используемого вакуумного выключателя	VD4
Токовые характеристики выключателя: термическая / электродинамическая стойкость, кА	20 / 50
Тип устройства защиты	Микропроцессорные ЭКРА 211

Автоматика включения резерва, реализованная в системе собственных нужд электростанции

Автоматика включения резерва (АВР) электропитания берегового водосброса реализована по схеме рис. 2: «Два рабочих ввода с секционированием + ввод от дизель-генератора» [5].

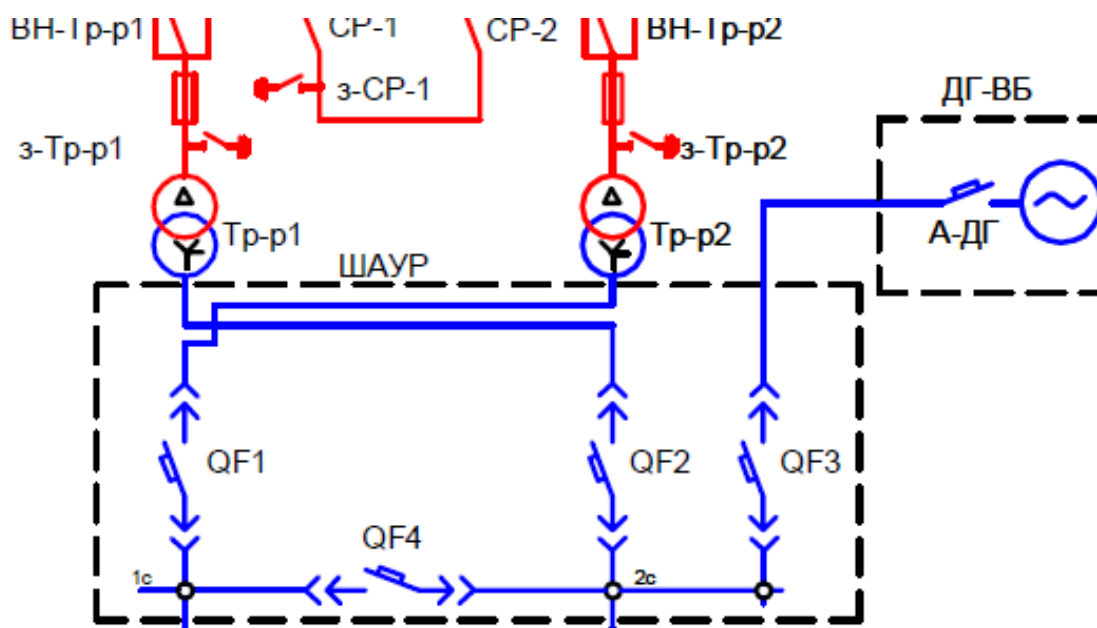


Рис. 2. Схема АВР берегового водосброса

При снижении уровня напряжения ниже допустимого на рабочем вводе, блок управления АВР отключает вводной автоматический выключатель (*QF1* или *QF2*) и включает секционный автоматический выключатель (*QF4*). После восстановления необходимого уровня напряжения происходит возврат схемы в исходное положение.

Данная схема является наиболее подходящей для берегового водосброса, так как, при снижении уровня напряжения ниже допустимого на обоих рабочих вводах, блок управления АВР выполняет отключение выключателей *QF1* и *QF2*. Далее производится запуск дизель-генератора (ДГ) и включение выключателя *QF4*. Включение выключателя *QF3* производится при наличии условий:

- отключены выключатели *QF1* и *QF2*;
- наличие необходимого уровня напряжения на ДГ;
- отсутствие сигнала «Защита *QF2*».

По истечении выдержки времени, при невыполнении второго условия, работа схемы АВР прекращается и выдается сигнал «Неисправность ДГ».

При возобновлении питания на одном из вводов до требуемого значения, происходит восстановление нормального режима работы [5].

Литература

1. Инструкция по эксплуатации Гидрогенераторов Саяно-Шушенской ГЭС СВФ1-1285/275-42УХЛ4: утверждено главным инженером Филиала ОАО «РусГидро» - «Саяно – Шушенская ГЭС имени П.С. Непорожного» В.В. Луфференко от 2020 №5.38 // - 2020.
2. Инструкция по эксплуатации трансформаторов ОРЦ-533000/500-У1: утверждено главным инженером Филиала ОАО «РусГидро» - «Саяно – Шушенская ГЭС имени П.С. Непорожного» Т.М. Юсуповым от 2014 №5.44// - 2014.
3. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. – 10-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 448 с.
4. Саяно-Шушенский гидроэнергетический комплекс: общие сведения [Электронный ресурс]: Официальный сайт РусГидро, 2008 – 2020. – Режим доступа: <http://www.sshges.rushydro.ru/press/news-materials/presskit/company> (дата обращения 10.02.2022).
5. Типовые схемы Автоматика включения резерва с применением интеллектуально-программируемого реле Zelio logic – Москва: Изд-во Библиотека проектных решений, 2008. – 98 с.
6. Устройства комплектные распределительные на напряжение 6(10) кВ серии КРУ ЭКРА-6(10) [Электронный ресурс]: Официальный сайт ООО НПП «ЭКРА», 2007 – 2021. – Режим доступа: <https://ekra.ru/product/nku-kru/resheniya-oborudovaniya-sn/kru-ekra-6-10/> (дата обращения 10.02.2022).

МНОГОФАКТОРНАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ УГЛЕЙ И ШЛАМОВ В ПАРОВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

Дорохов В.В.

Научный руководитель доцент Г.С. Няшина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с ежегодно увеличивающимся антропогенным давлением на окружающую среду, актуальным направлением исследований в области энергетики является разработка экологически эффективных технологий сжигания угольных топлив. Одним из способов решения данной задачи является замена традиционных схем подачи угольной пыли в топочные камеры энергетических установок на впрыск водосодержащих суспензионных топлив. Присутствие воды в камерах сгорания позволяет существенно снизить концентрации газовых выбросов. Однако возможно несколько технологических решений по концентрациям компонентов и схемам подачи воды в топочные камеры энергетических установок. Представляет интерес изучение влияния схемы подачи воды в камеру сгорания на характеристики процессов зажигания и горения угольных топлив. В рамках настоящего исследования реализованы три наиболее перспективные схемы сжигания топлива: (i) отдельный ввод частиц угля и капель воды в камеру сгорания; (ii) впрыск водяного пара в зону горения частиц угля; (iii) подача в топку ввод в топку водоугольных суспензий.

Целью данной работы является изучение влияния способа подачи воды в камеру сгорания на характеристики горения угольных топлив. Выполнена сравнительная оценка трех способов подачи воды (вода в составе суспензии, параллельная подача воды и угольного компонента, создание паровоздушной среды) в камеру сгорания с использованием методики многофакторного анализа (MCDM). В качестве критериев сравнения были выбраны времена задержки газофазного (τ_{d1}) и гетерогенного (τ_{d2}) зажигания, максимальные (T_g^{max}) и минимальные (T_g^{min}) температуры горения, полнота выгорания, концентрации основных антропогенных выбросов (CO_2 , NO , SO_2).

Таблица

Технический и элементный анализ используемых компонентов

Компонент	W ^a , %	A ^d , %	V ^{daf} , %	Q ^{s,v} , МДж/кг	C ^{daf} , %	H ^{daf} , %	N ^{daf} , %	S ^d , %	O ^{daf} , %
Угольный шлам	43.50	26.46	23.08	24.83	87.20	5.09	2.05	1.02	4.46
Уголь К	2.05	14.65	27.03	29.76	79.79	4.49	1.84	0.87	12.70

В качестве угольных компонентов выбирались каменный уголь марки «К» и угольный шлам, полученный при обогащении угля аналогичной марки. Результаты элементного и технического анализа используемых компонентов представлены в таблице. Схема экспериментального стенда и подробное описание методики проведения экспериментов представлено в [1,2].

Сжигание исследуемых топлив производилось при температурах 700-900 °С, поскольку данный температурный диапазон обеспечивают протекание всех характерных стадий зажигания и горения с активным выделением газообразных веществ. Для определения наиболее эффективного топлива с учетом полученных энергетических и экологических характеристик вычислены значения относительного показателя эффективности. Использовался метод взвешенных сумм, состоящий из нескольких этапов. Сперва выбиралось наилучшее значение по каждому из регистрируемых параметров. Затем значения всех параметров нормировались относительно