

УДК 621.3

ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Коротченко С.Н., Поздняков М.Н., Хитров И.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.

Производство и потребление электроэнергии не всегда работают одновременно. Как в промышленных странах, так и в развивающихся странах с растущей потребностью в энергии существуют ежедневные колебания в электросети. Для анализа этих колебаний используют суточный график нагрузки энергосистемы, который складывается из коммунально-бытовых и производственных нагрузок. Изучив данный график, мы можем сделать вывод что пик нагрузки приходится на утренние (7:30 – 12:00) и вечерние (18:00 – 22:00) часы. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) идеально подходят во всем мире, чтобы помочь выровнять эти частые изменения между нехваткой электроэнергии и излишками.

В отличие от тепловых электростанций, которым для запуска турбин требуется несколько часов, ГАЭС способны в кратчайшие сроки реагировать на колебания в сети, генерируя необходимое электричество или поглощая любой избыток. Современным системам требуется всего тридцать секунд, чтобы запустить насосы или турбины с места. В случае сбоя питания электростанции с накачкой могут восстановить электроснабжение в сети без внешнего источника энергии.

Тепловые и атомные электростанции не способны быстро снижать свою мощность во время значительного спада электрических нагрузок, поэтому часть мощности ТЭС или АЭС может быть использовано на ГАЭС. Эта мощность используется для перекачки электронасосами воды из нижнего в верхний резервуар, тем самым выравнивая суточный график нагрузок.

Принцип действия гидроаккумулирующей станции основан на ее работе в двух режимах: насосном и турбинном.

В насосном режиме вода из нижнего водохранилища (бассейна) ГАЭС перекачивается в вышерасположенный верхний бассейн на высоту нескольких десятком или сотен метров с помощью гидроагрегатов. Во время работы в насосном режиме (обычно в ночные часы, когда нагрузка в энергосистеме снижается) ГАЭС потребляет электрическую энергию, вырабатываемую другими электростанциями энергосистемы. В часы, когда в энергосистеме образуется дефицит генерирующей мощности, преимущественно – в утренние и вечерние часы, гидроагрегаты ГАЭС начинают работать в турбинном режиме, используя энергию потока воды из верхнего бассейна на вращение гидротурбины соединенной с электрогенератором. Поэтому ГАЭС удобно использовать так называемые обратимые гидроагрегаты, которые могут работать и как турбины, и как насосы.

Учитывая высокую маневренность гидроэнергетического оборудования, число пусков обратимых гидроагрегатов ГАЭС, в отличие от обычных ГЭС, достигает нескольких сотен (500-700) в месяц, а иногда составляет около 30 пусков в сутки. Таким образом, применение ГАЭС помогает выравнивать

график нагрузки энергосистемы, что повышает экономичность работы тепловых и атомных электростанций.

Если верхний бассейн не имеет естественной приточности, ГАЭС работает только на аккумулированной воде (чистая гидроаккумулирующая электростанция). В отличие от нее, смешанная гидроаккумулирующая электростанция имеет дополнительную естественную приточность и, таким образом, работает на приточном стоке и аккумулированном объеме или в каскаде гидроэлектростанций. В последнем случае в здании станции устанавливают дополнительно к основным турбинным агрегатам обратимые турбины или насосы для подкачивания воды в верхний бьеф водохранилища из нижнего. В процессе перекачки воды снизу-вверх и обратно неизбежны потери, КПД ГАЭС составляет около 75% то есть фактически ГАЭС не является электростанцией как таковой, поскольку она потребляет электроэнергии больше, чем вырабатывает.

В настоящее время доступно три основных варианта технологии хранения с насосом, в зависимости от требуемых услуг.

Реверсивные насос-турбины с фиксированной скоростью двигателя-генератора обеспечивают полную гибкость в работе турбины. Работа насоса ограничена включением или выключением. Параллельная работа набора турбин-насосов (обычно 4-6 единиц) обеспечивает большую гибкость в режиме насоса, регулируя расход и мощность дискретными шагами.

Тройные комплекты с отдельным насосом и турбиной и с фиксированной скоростью двигателя-генератора обеспечивают полную гибкость как в режиме турбины, так и в режиме насоса. Тройные наборы подходят для очень быстрого (в течение нескольких секунд) переключения между режимами. Благодаря дополнительному гидравлическому короткому замыканию, эти типы устройств могут регулировать расход и мощность также в режиме насоса.

Реверсивные насос-турбины с двигателем-генератором с регулируемой скоростью обеспечивают бесступенчатую регулировку расхода и мощности при работе как турбины, так и насоса, а также улучшенные энергосистемы, такие как виртуальная инерция.

В пример к приведенному материалу мы можем привезти Загорускую ГАЭС, расположенную на реке Кунье у посёлка Богородское в Сергиево-Посадском районе Московской области. Бóльшая из двух действующих в России гидроаккумулирующих электростанций. Является важным структурным элементом энергосистемы Центра, участвуя в автоматическом регулировании частоты и перетоков мощности, а также покрывая суточные пиковые нагрузки в Московской и Центральной энергосистемах. Основные характеристики данной ГАЭС:

- годовая выработка электроэнергии 1932 млн. кВт·ч;
- расчетный напор 100/105 м;
- электрическая мощность в насосном режиме 1320 МВт и 1200 МВт в турбинном режиме.

Основным недостатком ГАЭС является специализация необходимого участка, требующая как географической высоты, так и наличия воды. Следовательно, подходящие участки, вероятно, будут находиться в холмистых или гористых регионах и, возможно, в районах с исключительной природной красотой, и поэтому существуют также социальные и экологические проблемы, которые необходимо преодолеть. Многие недавно предложенные проекты избегают очень чувствительных или живописных районов, а некоторые предлагают воспользоваться преимуществами заброшенных мест, таких как пустые шахты.

Преимущества накопительного хранения, такие как балансировка энергозависимых возобновляемых источников энергии и обеспечение безопасности и стабильности энергосистемы, являются наиболее ценным вкладом в каждую энергосистему. В частности, для небольших и автономных энергосистем гидроаккумулирующая перекачка является идеальным партнером, когда можно достичь независимости от ископаемого топлива.

Строительство и ввод Белорусской АЭС позволит вывести из работы ряд мелких и неэкономичных дизельных электростанций и ГТУ и даст возможность тепловым электростанциям перейти из полупикового режима работы в базовый, что значительно улучшит технико-экономические показатели электростанций и энергосистемы в целом. В качестве компенсирующего органа в энергосистеме предлагается сооружение гидроаккумулирующей станции.

Литература

1. Григорьева В. А. Тепловые и атомные электрические станции: справ. / Общ. ред. В. А. Григорьева и В. М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 624 с.
2. Бесчинский А. А. Энергия: экономика – техника – экология / А. А. Бесчинский, И. А. Башмаков, Д. Б. Вольфберг– 1987. №11. С.49-52.