

## ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

К.С. Белянина, А.С. Платонов, магистранты  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
г. Томск, Россия  
[belya\\_ks.90@mail.ru](mailto:belya_ks.90@mail.ru)

Гидроаккумулирующие станции – забавные на первый взгляд системы. В ночные часы ГАЭС использует «избыточную» электроэнергию, вырабатываемую недогруженными электростанциями для перекачивания насосами из нижнего водоема в верхний, аккумулирующий, бассейн (рис.1). В периоды пиков нагрузок, наоборот, вода из верхнего бассейна по трубопроводу подводится к гидроагрегатам ГАЭС, включенным на работу в турбинном режиме, выработанная при этом электроэнергия отдается в сеть, а вода накапливается в нижнем водоеме.

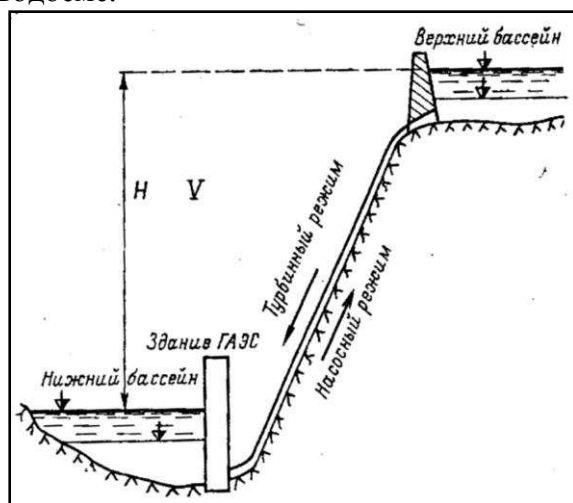


Рисунок. 1. Схема гидроаккумулирующей электростанции

Количество аккумулируемой энергии ГАЭС зависит от емкости верхнего бассейна и рабочего напора его воды, который определяется разностью высот между нижним и верхним бьефами и пропускной способностью водоводов. Преимущества ГАЭС по сравнению с ГЭС состоят в том, что у них может быть повышенный напор, для них проще выбрать место сооружения и они требуют меньшего объема воды, поскольку последняя циркулирует между обоими бассейнами (вместе с тем имеют место и потери воды за счет ее испарения и просачивания в грунт). Гидроаккумулирующие станции обладают еще одним несомненно важным качеством, присущим только им: диапазон регулирования более чем вдвое превышает их установленную мощность по номиналу за счет умения не только производить электроэнергию в пик потребления, но и поглощать ее в часы ночных провалов, аккумулируя для последующей выработки, — причем в объемах мощности, сопоставимых с мощностью региональной энергосистемы, это могут делать только ГАЭС [1].

Гидроаккумулирующие электростанции классифицируются:

- по схеме аккумулирования,
- по длительности цикла аккумулирования,
- по схеме основного гидросилового оборудования

По схеме аккумулирования:

- 1) ГАЭС простого аккумулирования. Характерным признаком ГАЭС такого типа является отсутствие притока воды в верхний бассейн;
- 2) ГАЭС смешанного типа, или ГЭС-ГАЭС, при этой схеме имеется приток воды в верхний бассейн, который, срабатываясь в турбинном режиме, дает дополнительную выработку энергии;

3) ГАЭС в схеме переброски стока, или ГАЭС с неполной высотой подкачки в бассейн или канал на водоразделе. Характерным для этой схемы является раздельное расположение насосной и гидроэлектрической станций, в связи с чем данную схему иногда называют раздельной.

По длительности цикла аккумуляирования, т.е. по периоду сработки и наполнения бассейна различают ГАЭС:

- суточного,
- недельного,
- сезонного аккумуляирования.

По схеме основного гидросилового оборудования:

- 1) четырех машинная схема, имеющая отдельные насосный и турбинный агрегаты, т.е. четыре машины (двигатель, насос, турбина и генератор);
- 2) трехмашинная схема (двигатель-генератор, насос и турбина);
- 3) двухмашинная схема (двигатель-генератор и обратимая гидромашина) [2].

Для развития ГАЭС в России необходима нормативно-правовая база, обеспечивающая учет технологических особенностей гидроаккумулирующей генерации применительно к рынкам электроэнергии, мощности и сопутствующих услуг. Так, принимая во внимание длительный цикл сооружения и окупаемости станций, для эффективного участия выработки ГАЭС в рынке мощности требуется выполнение следующих условий:

- проведение конкурентных отборов не менее чем за 7 лет до даты начала поставки мощности;
- гарантирование оплаты мощности станций, прошедших конкурентный отбор, до 30 лет;
- возможность подачи заявки с совокупными параметрами маневренности в отношении нескольких генерирующих объектов (например, совместной заявки АЭС и ГАЭС).

В таблице 1 приведены ГАЭС находящиеся на территории России.

Таблица 1. ГАЭС России

Название	Мощность, турб/насос, МВт	Место расположения
Загорская -1	1200/1320	С.Богородское
Загорская -2	строится	С.Богородское
НС 1-5 – Сходненская ГЭС и Листвянская ГЭС	30,7/101	Канал им.Москвы
Кубанская	15,9/19	Кубанское водохранилище

В зависимости от природных факторов, строительно-хозяйственных условий, требований энергосистем и т.д. в различных странах выработались характерные традиционные компоновочные решения ГАЭС.

Компоновки с искусственно созданными бассейнами на поверхности земли

Выбор расположения верхнего бассейна во многом зависит от его основных параметров: полезной емкости и площади акватории. Верхние бассейны ГАЭС чистого аккумуляирования целесообразно создавать на участках территории с относительно ровным рельефом. Бассейны обычно сооружают в полувыемках-полунасыпях, что является экономически наиболее эффективным. Плановое очертание бассейнов по возможности должно быть близким к окружности, поскольку это сокращает периметр бассейна и снижает его стоимость за счет уменьшения объемов насыпи, крепления откосов, дренажных устройств и т.д.

Компоновки с подземным или полуподземным расположением зданий ГАЭС

Подземное и полуподземное расположение зданий ГАЭС обычно связано с туннельными подводящими (отводящими) водоводами. Такие компоновки получают в

настоящее время все более широкое распространение. Этому способствует следующие преимущества подземного и полуподземного расположения зданий ГАЭС по сравнению с их наземным размещением:

- повышение энергетических показателей за счет снижения потерь напора и улучшения работы агрегатов в переходных режимах благодаря сокращению длины подводящих водоводов, а также за счет возможности установки наиболее совершенного гидросилового оборудования, отличающегося значительным заглублением под уровень нижнего бьефа по условиям кавитации;

- возможность более свободного выбора планового размещения сооружений;

- максимальное сохранение естественного ландшафта и сокращение площади отчуждаемых земель;

- снижение эксплуатационных расходов из-за большей долговечности подземных сооружений, в особенности водоводов, по сравнению с открытыми стальными трубопроводами;

- исключение необходимости в защите зданий ГАЭС и водоводов от лавин, камнепадов, а также от других воздействий.

#### Компоновки с подземными бассейнами

Устройство искусственных нижних бассейнов на большой глубине может быть оправдано тогда, когда отсутствует естественные перепады рельефа, необходимые для создания эффективных ГАЭС, и имеются благоприятные геологические условия для устройства крупных подземных сооружений [3].

#### Список литературы:

1. Учебные материалы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://expert.ru/expert/2012/11/kto-est-kilovattyi-po-nocham/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. В. Ю. Синюгин, В. И. Магрук, В. Г. Родионов. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике. - М.: ЭНАС, 2008. - 352 с.
3. Бабурин Б.Л., Шейнман Л.Б. Гидроаккумулирующие электростанции. – М.:ЭНАС, 2008. - 250 с.