Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Братский государственный университет

Кафедра Электроэнергетики и Электротехники

Реферат

по дисциплине: Общая энергетика

тема: Гидроаккумулирующие электростанции и перспектива их развития

Братск, 2012

**Введение**

Цель выполнения работы - Описать принцип работы гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), проанализировать их роль в оптимизации режимов работы электроэнергетических систем; рассмотреть перспективы развития. II. Гидроаккумулирующие электростанции и перспективы их развития

**1. Роль ГАЭС в работе энергосистем**

Из всех видов потребляемой в современном мире энергии наибольшее распространение имеет электроэнергия. Это объясняется следующими причинами:

электроэнергия легко превращается в любых количествах во многие другие используемые формы энергии;

электроэнергия с приемлемыми потерями практически мгновенно может быть передана на любое расстояние;

производство электроэнергии можно легко концентрировать на электростанциях любой мощности;

при распределении электроэнергию можно дробить на произвольные сколь угодно большие или малые порции (от мегаватт в электрометаллургии до микроватт в электронике);

электроэнергия обладает высокой экологической чистотой, процесс ее использования не сопровождается выбросами в природную среду.

Вместе с тем процесс производства электроэнергии коренным образом отличается от любого другого производственного процесса. Это отличие состоит в том, что в электроэнергетике цикл производства, распределения и потребления электроэнергии осуществляется одновременно. Поэтому при планировании производства (выработки) электроэнергии необходимо учитывать и режим потребления электроэнергии во времени, то есть график электрической нагрузки.

Суточная неравномерность нагрузки, наличие пиков и резких снижений уровня электропотребления создает технические проблемы для энергопроизводителей, связанные с необходимостью обеспечения соответствия производства и потребления электроэнергии.



Для согласования этих процессов возможно использование следующих способов управления:

«подстраивание» процесса производства под процесс потребления и наоборот;

накопление излишков энергии в период минимального потребления (провал графика нагрузок) и ее выдача в период максимального потребления, то есть аккумулирование энергии.

Первый способ общепринят, но связан с усложнением процесса эксплуатации энергетических предприятий и ухудшением технико-экономических показателей производителей электроэнергии; при этом также затрагиваются интересы потребителей. Второй способ в этом отношении более перспективен и в последние десятилетия в мировой практике находит все более широкое применение.

Аккумулирование энергии представляет собой ее накопление при возникновении в энергосистеме излишков генерирующей мощности для перераспределения во времени и использования в соответствии с потребностями энергосистемы. Потребность в аккумулировании вызывается не только неравномерностью электропотребления, но технической сложностью и неэкономичностью быстрого изменения рабочей мощности крупных тепловых и атомных электростанций в соответствии с колебаниями суточной и недельной нагрузки, а также необходимостью наличия высокоманевренной мощности при аварийных и нештатных ситуациях в энергосистеме.

Существует достаточно много практически реализуемых систем аккумулирования, предполагающих сохранение энергии в виде тепловой, механической или электрической энергии.

Аккумулирование энергии для целей электроснабжения наиболее часто осуществляется системами с электрохимическими аккумуляторами и гидроаккумулирования. Первые чаще используются в небольших автономных системах электроснабжения (например, электроснабжение узлов связи, вычислительных центров и т. п.), а вторые - в энергообъединениях с помощью ГАЭС - Гидроаккумулирующих электростанций.

Практически во всем мире в современных энергообъединениях почти исключительное распространение получило гидроаккумулирование - благодаря соизмеримости мощности и количества перераспределяемой энергии ГАЭС с потребностями энергосистем.

Проблема покрытия пиковых нагрузок и прохождения периодов сниженного электропотребления в последние десятилетия во всем мире становится все более актуальной в связи с разуплотнением графиков нагрузок современных энергосистем, увеличением количества маломаневренных турбоагрегатов повышенной мощности ТЭС и АЭС, а также значительной степенью освоения экономически выгодных для использования гидроресурсов.

Одним из возможных и наиболее эффективных способов решения этой проблемы является строительство и использование мощных ГАЭС, которые характеризуются уникальным сочетанием функций пиковой станции и потребителя-регулятора, способного в период ночного провала суточного графика нагрузок обеспечить потребление избыточной электрической мощности теплофикационного оборудования ТЭС и АЭС.

**. Принцип действия ГАЭС**

Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС), насосно-аккумулирующая электростанция, гидроэлектрическая станция, принцип действия (аккумулирования) которой заключается в преобразовании электрической энергии, получаемой от др. электростанций, в потенциальную энергию воды; при обратном преобразовании накопленная энергия отдаётся в энергосистему главным образом для покрытия пиков нагрузки. Гидротехнические сооружения ГАЭС состоят из двух бассейнов, расположенных на разных уровнях, и соединительного трубопровода. Гидроагрегаты, установленные в здании ГАЭС у нижнего конца трубопровода, могут быть трёхмашинными, состоящими из соединённых на одном валу обратимой электрической машины (двигатель-генератор), гидротурбины и насоса, или двухмашинными - обратимая электромашина и обратимая гидромашина, которая в зависимости от направления вращения может работать как насос или как турбина. В конце 60-х гг. 20 в. на вновь вводимых ГАЭС стали устанавливать более экономичные двухмашинные агрегаты.



Схема гидроаккумулирующей электростанции:

- верхний аккумулирующий бассейн; 2 - здание электростанции; 3 - река; 4 - водовод; 5 - плотина

Электроэнергия, вырабатываемая недогруженными электростанциями энергосистемы (в основном в ночные часы суток), используется ГАЭС для перекачивания насосами воды из нижнего водоёма в верхний, аккумулирующий бассейн. В периоды пиков нагрузки вода из верхнего бассейна по трубопроводу подводится к гидроагрегатам ГАЭС, включенным на работу в турбинном режиме; выработанная при этом электроэнергия отдаётся в сеть энергосистемы, а вода накапливается в нижнем водоёме. Количество аккумулированной электроэнергии определяется ёмкостью бассейнов и рабочим напором ГАЭС. Верхний бассейн ГАЭС может быть искусственным или естественным (например, озеро); нижним бассейном нередко служит водоём, образовавшийся вследствие перекрытия реки плотиной. Одно из достоинств ГАЭС состоит в том, что они не подвержены воздействию сезонных колебаний стока. Гидроагрегаты ГАЭС в зависимости от высоты напора оборудуются поворотно-лопастными, диагональными, радиально-осевыми и ковшовыми гидротурбинами. Время пуска и смены режимов работы ГАЭС измеряется несколькими минутами, что предопределяет их высокую эксплуатационную манёвренность. Регулировочный диапазон ГАЭС, из самого принципа её работы, близок двукратной установленной мощности, что является одним из основных её достоинств. ГАЭС целесообразно строить вблизи центров потребления электроэнергии, т.к. сооружение протяжённых линий электропередачи для кратковременного использования экономически не выгодно. Обычный срок сооружения ГАЭС около 3 лет.

**3. История развития**

Строительство ГАЭС было начато в Западной Европе в конце XIX в. - в 1882 г. в Швейцарии близ г. Цюриха была сооружена установка Леттем с двумя насосами мощностью по 51,5 кВт, накачивающими воду на высоту 153 м в резервуар емкостью 18 тыс. м3. В 1894 г. на прядильной фабрике в Италии была введена в работу установка Крева-Луино мощностью 50 кВт с напором 64 м, работавшая по недельному циклу аккумулирования: запасенный в субботу и воскресенье объем воды срабатывался в рабочие дни.

К 1900 г. в Германии, Австрии и Италии было построено еще несколько ГАЭС мощностью по 50-100 кВт. В 1912 г. в этих странах насчитывалось 7 ГАЭС с единичной мощностью агрегатов до 3 МВт, установленных по раздельной схеме. Это были преимущественно малые установки, назначением которых было повышение суточной выработки ГЭС, не имевших водохранилищ достаточной емкости.

До 1925 г. внедрение насосного аккумулирования шло сравнительно медленными темпами. Тем не менее в период с 1912 по 1930 г. было построено 32 ГАЭС, часть которых оборудована трехмашинными агрегатами. Первые относительно крупные ГАЭС были сооружены в конце 1920-х гг.: высоконапорная ГАЭС Треморджо мощностью 11 МВт в Италии с максимальным напором 905 м и ГЭС- ГАЭС Вегиталь в Швейцарии с мощностью турбинного режима 67 МВт, сезонным регулированием стока и гидроаккумулированием.

К 1940 г. было введено в эксплуатацию более 40 ГАЭС. Преобладающей схемой основного гидроэнергетического оборудования стали трехмашинные агрегаты горизонтального исполнения с единичной мощностью агрегатов в турбинном режиме до 50 МВт. Первая обратимая гидромашина с поворотно-лопастным рабочим колесом диаметром 1,77 м и неподвижным направляющим аппаратом была введена в 1934 г. на ГАЭС Бальденей в Руре (Германия): мощность в турбинном режиме 1,32 МВт при 256 об/мин и в насосном режиме 1,47 МВт при 326 об/мин; напор 8,5-10 м. В этот же период началось строительство ГАЭС в США: в 1928 г. была введена ГЭС-ГАЭС Рокки-Ривер мощностью 25 МВт при максимальном напоре 74 м.

После Второй мировой войны гидроаккумулирование широко начало применяться также в Великобритании, Испании, США, Японии и других странах. В 1945-1960 гг. построено 27 ГАЭС мощностью 35-240 МВт. В этот период получили широкое распространение обратимые гидромашины, особенно в США и Японии, где все ГАЭС, за исключением самых ранних, оборудованы такими машинами.

Достоинства ГАЭС как источника маневренной мощности предопределили их быстрое развитие во всем мире. Темп строительства и ввода ГАЭС резко возрос в 1960-е гг. в связи с широким распространением АЭС и ТЭС с турбоблоками большой единичной мощности и ограниченными возможностями регулирования, а также вследствие исчерпания гидроресурсов в некоторых странах.

По данным на 1970 г., в 29 странах мира насчитывалось 148 эксплуатируемых ГАЭС суммарной установленной мощностью 15,3 млн кВт. Из этой мощности на долю США приходилось 3640 МВт, что составляло 1,2 % установленной мощности всех электростанций страны. К 1980 г. эта доля выросла до 4 % (32 ГАЭС, 14 млн кВт) и в стадии проектирования находилось еще 33 ГАЭС, а к 1990 г. - до 5,6 % (37,3 млн кВт). Более половины ГАЭС построено в Германии, Японии, США, Швейцарии и других странах Западной Европы. В частности, в Японии количество эксплуатируемых ГАЭС составляет около 50, в Германии - более 30. Доля ГАЭС в энергосистемах Западной Европы с 1,0 % в 1970 г. (6 млн кВт) к 1980 г. увеличилась до 4 % (26 млн кВт). Кроме того, в 1970 г. в стадии строительства находилось еще 48 ГАЭС общей мощностью около 22 млн кВт. гидроаккумулирующий электростанция экономический нагрузка

Диапазон установленных мощностей современных ГАЭС колеблется в широких пределах. Из числа ГАЭС суммарной установленной мощностью более 100 МВт около 50 % имеют установленную мощность до 500 МВт, 31 % - от 500 до 1000 МВт и лишь 5 % - 1500 МВт и более. Наиболее крупными по установленной мощности (в МВт) являются ГАЭС: Ладингтон (1800), Рэккун-Маунтин (1600), Бленхейм Джильбао (1200), Кастейк (1200), Эдисон (3000) и Бас Каун- ти (2100) в США; Альто Гессе (1200) и Лаго-Делио (1000) - в Италии; Динорвик (1800) - в Великобритании и др.

Учитывая эффективность использования ГАЭС в общей структуре электроэнергетики, их многофункциональность и легкую адаптацию к конкретным требованиям энергосистем и отдельных энергокомплексов, темпы строительства и ввода ГАЭС во всем мире остаются высокими. По данным на начало 2005 г., в мире находилось в эксплуатации более 400 ГАЭС.

После 1995 г. введены ГАЭС Чисаврос в Греции (420 МВт, 1997), Павес Чаира в Болгарии (800 МВт, 1998), Голдистал в Германии (1060 МВт, 2002), Сиах Бише в Иране (1140 МВт, 1996), Гуангзхоу (2400 МВт, 2000), Тианхуангринг (1800 МВт, 2001) и Хебэй Цангхе- ван (1000 МВт, 2002) в Китае и др.

В 2006 г. введены первый энергоблок Ташлыкской ГАЭС (Украина) мощностью в турбинном режиме 150 МВт, ГАЭС в Китае (1400 МВт), ГАЭС Корп II в Австрии (450 МВт) и др.

Находятся в стадии строительства ГАЭС Лимберг в Австрии (480 МВт, 2011-2012 гг.), ГАЭС между Мутзее и Лиммернзее (1080 МВт, 2015), Гримзел-3 (400 МВт) и Иннерткирхен-3 (700 МВт) в Швейцарии, Хэймифэнг в Китае (1200 МВт, 2009), Элсинор Лейк в США (Калифорния, 500 МВт, 2008) и др.

В США работает 150 блоков ГАЭС общей мощностью 22 млн кВт. На рис. 3.2 показано расположение основных ГАЭС в США (по состоянию на 1985 г.).

В Советском Союзе понимание необходимости создания маневренных мощностей в виде ГАЭС формировалось по мере изменения структуры генерирующих мощностей, увеличения доли ТЭС и АЭС, обладающих малой маневренностью. Несмотря на интенсивное строительство ГЭС во второй половине прошлого века, их удельный вес в общем балансе неуклонно падал. Этот процесс усугублялся сокращением доли тепловых кондесационных электростанций, а также абсолютной величины их суммарной мощности в связи с выводом из эксплуатации физически и морально устаревшего низкоэффективного оборудования. В этих условиях в 1960-х гг. проблема создания маневренных мощностей выдвинулась на первый план.

В рамках решения этой проблемы советскими научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими и другими организациями была проведена большая работа по анализу ситуации и разработке вариантов решения.

В качестве маневренных электростанций могут использоваться пиковые ГАЭС с числом часов работы в турбинном режиме до 6 в сутки, полупиковые ГАЭС и полупиковые тепловые электростанции (ППТЭС) с продолжительностью работы до 16 ч в сутки, а также газотурбинные установки (ГТУ) с продолжительностью работы до 2-3 ч в сутки. Предполагалось также пополнить недостаток маневренных мощностей в Европейской части страны за счет передачи электроэнергии в полупиковом или реверсивном режиме из Сибири, используя временно избыточную мощность гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского каскада.

Не отвергая целесообразность строительства и использования ППТЭС и ГТУ, заметим только, что этот процесс может ограничиваться по соображениям топливного баланса из-за дефицитности и высокой стоимости жидкого топлива.

Сравнение технико-экономических показателей ГАЭС с показателями ГТУ и ППТЭС указывает на ряд существенных преимуществ ГАЭС, несмотря на их большую первоначальную стоимость:

многофункциональность ГАЭС, используемых как для покрытия пиковых или полупиковых зон графиков нагрузок, так и для заполнения провалов; кроме того, ГАЭС могут использоваться для регулирования частоты и напряжения в энергосистеме;

высокая степень быстродействия, что позволяет использовать оборудование ГАЭС в качестве резерва быстрого ввода. Время набора гидроагрегатом полной нагрузки от состояния покоя в генераторном режиме составляет 1,5-2 мин, в насосном режиме 6-9 мин;

сравнительно небольшие удельные затраты труда и эксплуатационные издержки, так как сооружения и оборудование ГАЭС более просты, надежны и долговечны;

экологическая нейтральность, минимальное воздействие на окружающую среду.

Наиболее реальным и экономически обоснованным путем дальнейшего наращивания маневренных мощностей в Европейской части страны, учитывая большую степень использования имеющихся гидроресурсов центрального региона России, было признано строительство ГАЭС и энергетических комплексов, включающих мощные ТЭС или АЭС и ГАЭС.

Практически на территории Советского Союза до 80-х гг. прошлого столетия были построены и эксплуатировались только две ГАЭС: Ставропольская установленной мощностью 19 МВт, работающая в режиме сезонного регулирования стоков Большого Ставропольского канала, и Киевская ГЭС-ГАЭС с тремя обычными и тремя обратимыми агрегатами суммарной установленной мощностью в турбинном режиме 225 МВт, введенная в эксплуатацию в 1972 г.

В соответствии с принятой приоритетностью увеличения маневренных мощностей путем строительства ГАЭС институтом «Гидропроект» и его подразделениями был создан большой задел проектных и исследовательских работ по созданию возможных ГАЭС. В 1970-е гг. была разработана техническая документация на шесть ГАЭС суммарной мощностью около 9,0 млн кВт, а также велись работы по созданию проектного задела еще по семи станциям на общую мощность 17 млн кВт. Однако по объективным причинам эта программа строительства ГАЭС и сегодня далека от выполнения.

В 1988 г. были введены два обратимых гидроагрегата Загорской ГАЭС, а в 2000 г. эта станция введена в эксплуатацию в соответствии с проектом (6 агрегатов суммарной установленной мощностью 1200 МВт).

В 1992-1998 гг. были пущены четыре обратимых гидроагрегата на Кайшадорской (Круонисской) ГАЭС (Литва). Агрегаты Круонисской ГАЭС аналогичны Загорским. В настоящее время в Литве прорабатывается вариант возобновления строительства Круонисской ГАЭС с доведением до проектных параметров (8 обратимых гидроагрегатов) или организации строительства новой ГАЭС.

На Украине было заморожено, но уже в первые годы XXI в. возобновлено строительство Ташлыкской ГАЭС, первый агрегат которой введен в эксплуатацию в 2006 г. В настоящее время производится корректировка рабочего проекта Днестровской ГАЭС, изготовлено основное гидроэнергетическое оборудование для первого агрегата.

**4. Перспективы развития ГАЭС в России**

Наличие в России практически единственной привлекаемой для регулирования электрических режимов энергообъединения Загорской ГАЭС мощностью в турбинном режиме 1200 МВт совершенно не соответствует реальным потребностям энергообъединений Европейской части России, где суммарный дефицит маневренной мощности по состоянию на 2007 г. составляет около 6 млн кВт. Стратегией развития электроэнергетики в России на ближайшие 15 лет предусмотрен ввод новых энергетических мощностей в объеме 19,4 млн кВт.

Предполагалось, что в общем объеме вводов будут в основном высокоэкономичные мощности в виде парогазовых установок (ПГУ) с газовыми турбинами, обладающими более широкими регулирующими возможностями. Однако необходимо учитывать, что процесс регулирования мощности ПГУ сопровождается значительным снижением их к.п.д. Кроме того, в последнее время появились предпосылки переориентации ПГУ на угольные установки, маневренные качества которых значительно ниже ПГУ.

Одновременно планируется ввод новых энергоблоков АЭС с нарастанием объемов с 1000 МВт до 2000-3000 МВт в год. К 2020 г. доля атомной генерации в общем производстве электроэнергии в соответствии с энергетической стратегией России должна составить 23 %, что потребует установленной мощности АЭС не менее 45 млн. кВт. Для достижения прогнозных показателей развития атомной энергетики планируется к 2015 г. ввести 9,8 млн. кВт, а к 2020 г. - 16 млн. кВт новых мощностей.

Таким образом, совокупный прогнозный средний ежегодный ввод мощностей АЭС и ТЭС на период до 2020 г. составляет от 3 до 4 млн. кВт.

Если учесть, что, во-первых, в соответствии с мировым опытом, доля маневренных мощностей должна составлять около 25 % от общей установленной мощности и, во-вторых, планируемая к вводу мощность располагается преимущественно в Европейской части России, где гидроэнергетические ресурсы практически исчерпаны, то можно прогнозировать необходимость ежегодного ввода в Европейской части России не менее 1 млн. кВт гидроаккумулирующих мощностей.

Выбор площадок для возможного строительства ГАЭС, а также выбор их параметров должны быть согласованы со стратегической программой развития генерирующих мощностей, в том числе мощностей АЭС.

Независимо от планируемого ввода новых мощностей на АЭС и ТЭС уже существующий дефицит маневренных мощностей определяет необходимость строительства таких ГАЭС, как Загорская ГАЭС-2, Ленинградская ГАЭС, Центральная (Тверская) ГАЭС, Курская ГАЭС, Волоколамская ГАЭС, Зеленчукская ГЭС-ГАЭС, проектная документация по которым требует существенной переработки.

Перспективными с точки зрения необходимости строительства для компенсации вновь возникающего дефицита маневренной мощности при вводе новых тепловых энергоблоков и имеющими предварительные проектные проработки являются ГАЭС Владимирская, Ростовская, Кармановская, Средневолжская-1 и Средневолжская-2, Уральская и др., предварительно выбранные параметры которых также требуют уточнения.

Кроме Европейской части России, существует объективная необходимость строительства ГАЭС на Сахалине. Энергообъединение «Сахалинэнерго» представляет собой изолированную энергосистему, основой которой являются Сахалинская ГРЭС с шестью турбоагрегатами суммарной мощностью 300 МВт (28 % выработки электроэнергии) и Южно-Сахалинская ТЭЦ-1 установленной мощностью 225 МВт (46 % выработки). Несколько мелких электростанций (дизельных, тепловых, ГТУ) имеют преимущественно местное значение.

Энергосистема лишена возможности использовать регулирование, связанное с широтными перетоками мощности. Поэтому даже при условии разгрузки ГРЭС и ТЭЦ до технического минимума во время ночного снижения нагрузки как летом, так и зимой возникает избыток генерирующей мощности, и энергосистема вынуждена прибегать к ежесуточной остановке и последующему пуску двух турбоагрегатов ГРЭС. Это приводит к неэкономичной работе ГРЭС и объединения в целом, снижает надежность и повышает вероятность аварийного выхода турбоагрегатов из строя, сокращает их технический ресурс.

Строительство и ввод Сахалинской ГЭС-ГАЭС 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.

**Заключение**

Проанализирована роль гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) в оптимизации режимов работы электроэнергетических систем, в повышении надежности и качества электроснабжения потребителей электроэнергии; рассмотрены этапы развития и перспективы строительства и эксплуатации станций.

**Список используемой литературы**

1. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике. / В. Ю. Синюгин, В. И. Магрук, В. Г. Родионов. - М. : ЭНАС, 2008. - 352 с.

2. <http://bse.sci-lib.com>

. http://dic.academic.ru