

ОБ ПОЯТИЕ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (ГАЭС)

Баходир Абсаламович Нариманов

Старший преподаватель Джизакского политехнического института

Нозина Шухрат кизи Шодийева

Ассистент Джизакского политехнического института

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается принцип работы и удобство Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС) а также его техническое устройство.

Ключевые слова: ГАЭС, насос, насос-турбины, генераторный режим, ТЭС и АЭС. Трансформаторная будка, водазабор, резарвуар, бассейн.

ABOUT THE APPEARANCE OF A HYDRO-ACCUMULATING POWER PLANT (HAPP)

ABSTRACT

This article discusses the principle of operation and convenience of a hydroelectric power station (HPP) as well as its technical device.

Keywords: PSPP, pump, pump-turbine, generator mode, TPP and NPP. Transformer booth, water intake, reservoir, pool.

ВВЕДЕНИЕ

ГАЭС использует в своей работе либо комплекс генераторов и насосов, либо обратимые гидроэлектроагрегаты, которые способны работать как в режиме генераторов, так и в режиме насосов. Во время ночного провала энергопотребления ГАЭС получает из энергосети дешевую электроэнергию и расходует ее на перекачку воды в верхний бьеф (насосный режим) [1].

МЕТОДОЛОГИЯ

Во время утреннего и вечернего пиков энергопотребления ГАЭС сбрасывает воду из верхнего бьефа в нижний, вырабатывает при этом дорогую пиковую электроэнергию, которую отдает в энергосеть (генераторный режим).



В крупных энергосистемах большую долю могут составлять мощности тепловых и атомных электростанций, которые не могут быстро снижать выработку электроэнергии при ночном снижении энергопотребления или же делают это с большими потерями.

Этот факт приводит к установлению существенно большей коммерческой стоимости пиковой электроэнергии в энергосистеме, по сравнению со стоимостью электроэнергии, вырабатываемой в ночной период [2].

В таких условиях использование ГАЭС экономически эффективно и повышает как эффективность использования других мощностей (в том числе и транспортных), так и надежность энергоснабжения.

Первые ГАЭС в начале 20^{го} в. имели КПД не больше 40%, КПД современных ГАЭС составляет 70–75%.

Первые ГАЭС появились в конце 19^{го} в.

Так, в 1882 г. в Швейцарии, в окрестностях Цюриха, была построена установка Леттен (Letten) с двумя насосами общей мощностью в 103 кВт.

Спустя 12 лет подобная установка заработала на одной из итальянских прядильных фабрик [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Если к началу 20^{го} в. общее число ГАЭС в мире не превышало 4^х, то уже к началу 1960-х гг. оно достигло 72, а к 2010 г. - 460.

Эффективность ГАЭС зависит от совокупности основных факторов, включая природные условия (в первую очередь топогеологические условия площадки, определяющие напор, мощность, длину водоводов, сейсмичность и др.); возможность использования существующих водохранилищ; размещение в центре нагрузок энергосистемы; типы и параметры электростанций энергосистемы; наличие ЛЭП для выдачи мощности; параметры оборудования; к.п.д. цикла аккумуляирования. Увеличение напора в целом является положительным фактором, позволяя уменьшить объем водоемов, габариты здания ГАЭС, однако может привести к удлинению водоводов. ГАЭС строят как при высоких, так и средних напорах. Так, ГАЭС Гранд Мезон (Франция) мощностью 1,8 млн. кВт имеет напор 905 м, а ГАЭС Ладдингтон (США) мощностью 2,06 млн. кВт – 107,7 м (рис. 4.53) [4].

Как правило, современные ГАЭС стремятся разместить ближе к центру нагрузок энергосистемы, во многих случаях рядом с мощными ТЭС и АЭС так, что ГАЭС становятся их спутниками. Например, Ташлыкская ГАЭС расположена рядом с Южно-Украинской АЭС.

На ГАЭС верхний и нижний водоемы рассчитаны на размещение гидроаккумулирующей емкости. Кроме того, в одном из водоемов (обычно расположенном на реке) предусматривается емкость для компенсации потерь воды на испарение и фильтрацию из водоемов [5].

В здании ГАЭС с помощью гидросилового, электрического, механического и вспомогательного оборудования, систем управления электрическая энергия, забираемой из сети, преобразуется в механическую энергию воды, аккумулируемую в верхнем водоеме, а затем происходит обратное преобразование механической энергии воды в электрическую энергию, выдаваемую в энергосистему потребителям.

Здания ГАЭС выполняются аналогично зданиям ГЭС русловыми, приплотинными, береговыми, открытыми, подземными и полуподземными, но имеют отличительные особенности, связанные с составом и типом основного гидросилового оборудования, которое может выполняться по двухмашинной, трехмашинной и четырехмашинной схемам.

Здания ГАЭС с обратимыми гидроагрегатами, состоящими из насос-турбины и двигателя-генератора (двухмашинная схема), получили наиболее широкое применение. В таких зданиях для обеспечения работы в насосном режиме требуется увеличение отрицательной высоты всасывания H_S насос-турбины, т.е. большее заглубление рабочего колеса под уровень нижнего бьефа,

что при открытом расположении здания приводит к необходимости дополнительного его заглубления в основание и увеличению высоты, но практически не влияет на конструкцию подземного здания [6].

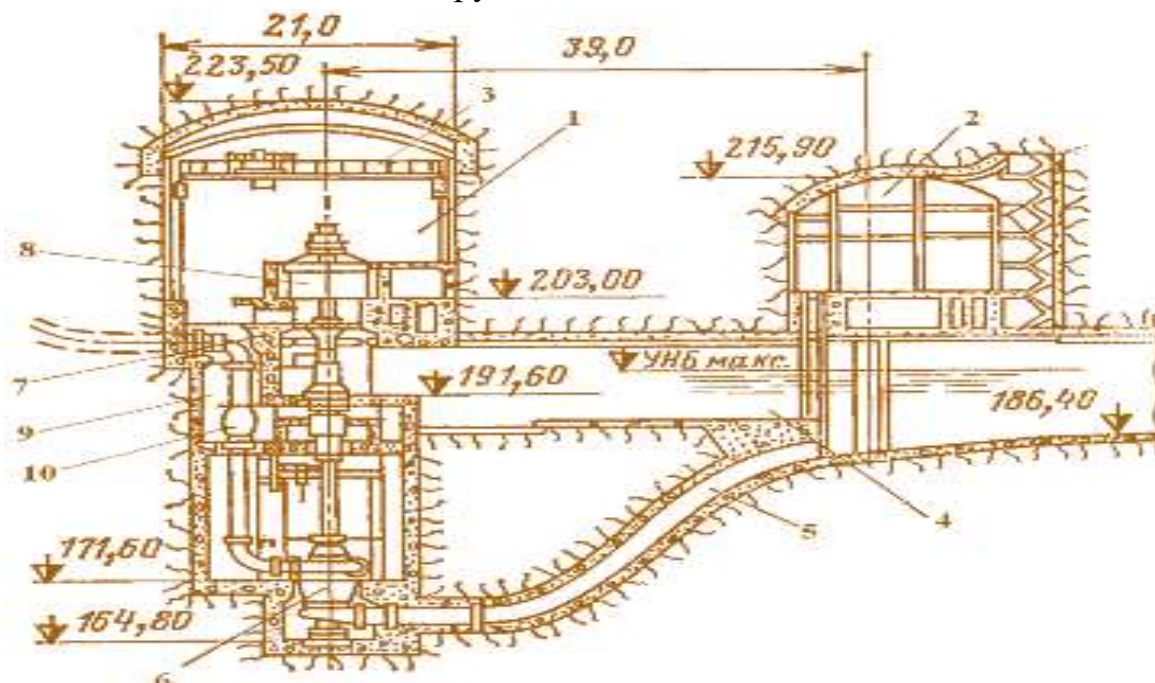


Рис. 4.54. Поперечный разрез

По зданию ГАЭС при трехмашинной схеме с ковшевыми турбинами: 1 – машинный зал; 2 – помещение трансформаторов; 3 – мостовой кран; 4 – отводящий лоток от турбин; 5 – подводящий к насосам водовод; 6 – многоступенчатые насосы; 7 – ковшовая турбина; 8 – двигатель-генератор; 9 – помещение шаровых затворов; 10 – шаровые затворы.

Работа ГАЭС в энергосистемах. Ввод в действие мощных ТЭС и АЭС для покрытия базисной части графика нагрузки энергосистем, тенденция к разуплотнению графиков нагрузки и росту пиковой части привели к широкому строительству ГАЭС во второй половине XX в. (рис.2.14) [7]. Только ГАЭС благодаря присущей им многофункциональности, участвуя в регулировании мощности, способны обеспечить повышение нагрузок ТЭС и АЭС в провальной части суточного графика нагрузок, т.е. искусственно увеличить базисную часть графика нагрузок и уменьшить его неравномерность, выполняя функцию потребителя-регулятора; покрытие пиковой или полупиковой части графика нагрузок, служить быстродействующим аварийным и нагрузочным резервом системы. Феномен ГАЭС заключается в том, что ее регулирующая мощность в энергосистеме соответствует сумме установленных мощностей в турбинном и насосном режимах, составляющей диапазон мощностей станции,

т. е. ГАЭС может осуществлять двойное регулирование. Режим работы ГАЭС при наличии замкнутой системы циркуляции воды между верхним и нижним водоемами практически не зависит от стока реки. ГАЭС выполняют функции регулирования в энергосистеме в самом широком значении с максимальным использованием их преимуществ быстрогодействия и высокой готовности к пуску [8]. Поэтому они эксплуатируются в различных режимах с многократными пусками и остановками в течение суток, выполняя роль маневренной мощности при входе и выходе из пиков, компенсатора реактивной мощности, средства заполнения ночных провалов, аварийного и частотного резерва. Так, с учетом современных требований для обеспечения стабильной работы энергосистемы расчетное количество пусков на ГАЭС Blenheim Cilboa мощностью 1,04 млн. кВт (США) составляет 6000 в год. В реальных условиях эксплуатации в наиболее напряженные периоды, например на Загорской ГАЭС (Россия) мощностью 1,2 млн. кВт, число пусков в сутки доходило до 30 без учета пусков в режиме синхронного компенсатора.

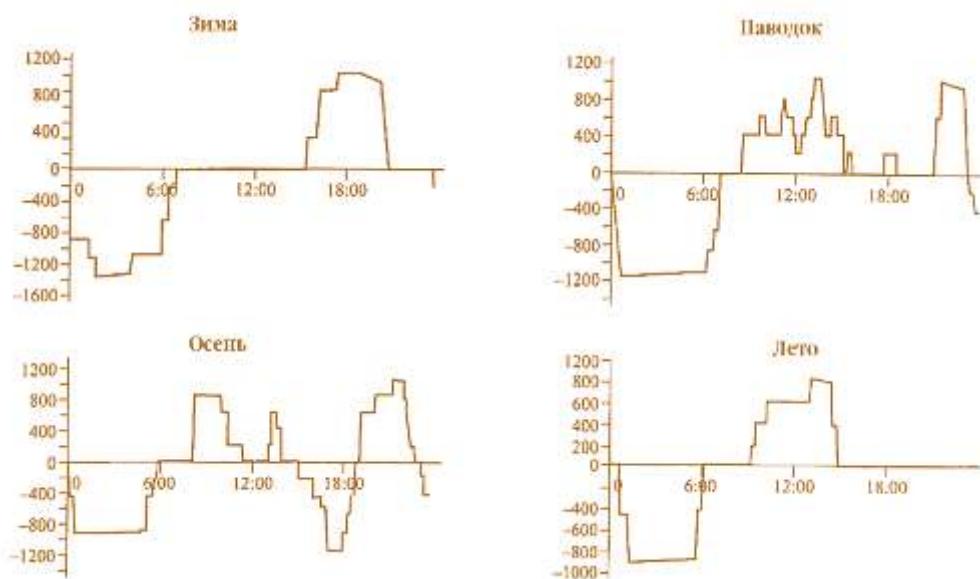


Рис. 2.15. Характерные суточные графики работы Загорской ГАЭС

Использование ГАЭС в качестве аварийного и частотного резерва энергосистемы становится одной из ее важнейших функций. В случае аварии в энергосистеме с крупными генерирующими источниками, линиями электропередач быстрое включение ГАЭС в турбинный режим или переключение ГАЭС из насосного режима в турбинный компенсируют мощности, потерянные энергосистемой, и позволяют исключить аварийное отключение потребителей. Именно ГАЭС вместе с ГЭС в значительной мере в тяжелых аварийных ситуациях позволяют не допустить «развала»

энергосистемы. На ряде ГАЭС в верхних водоемах дополнительно резервируется аварийный запас воды, рассчитанный на работу в течение 1,5–3 ч. При работе ГАЭС в режиме недельного регулирования в выходные дни, когда нагрузка уменьшается, и ТЭС и АЭС вынужденно снижают мощность, за счет работы ГАЭС в насосном режиме разгрузка ТЭС и АЭС может быть уменьшена [9]. Дополнительный объем воды, закаченный ГАЭС в верхний водоем в выходные дни, используется в рабочие дни для покрытия пиковой части графика нагрузок. Использование Загорской ГАЭС в выходные дни позволяет повысить уровень недельного регулирования на ГЭС ВолжскоКамского каскада, обеспечивая увеличение их выработки в рабочие дни. Характер режимов работы ГАЭС меняется в течение года, исходя из изменения суточных графиков нагрузок энергосистемы в разные сезоны года. В качестве примера на рис. 2.15 приведены графики работы Загорской ГАЭС. Именно высокая экономическая эффективность, повышение надежности работы энергосистем при использовании ГАЭС, в том числе обеспечение нормативных требований к качеству электроэнергии (частоте, напряжению), недопущение аварийного отключения потребителей, послужили основой для их широкого строительства. В последнее десятилетие во многих странах (США, Канаде, странах Западной Европы и др.) произошла либерализация рынка электроэнергии. При этом возрастает роль ГАЭС в обеспечении устойчивости работы энергосистем за счет резервирования мощности, регулирования частоты, напряжения [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетняя эксплуатация ГАЭС показала их высокую надежность и эффективность работы в объединенных энергосистемах, основу которых составляют базисные мощности крупных ТЭС и АЭС. ГАЭС становятся неизменными спутниками таких электростанций, причем при их размещении в непосредственной близости обеспечивается повышение надежности и эффективности работы АЭС и ТЭС, также снижаются затраты в ЛЭП и потери электроэнергии. Размещение ГАЭС рядом с АЭС позволяет использовать ее как дополнительный резерв электроснабжения собственных нужд АЭС в аварийных ситуациях для повышения безопасности АЭС. В ряде стран (Япония, Италия) мощность ГАЭС в энергосистемах составляет более 10 % установленной мощности всех электростанций [11].

REFERENCES

1. Nabijonovich J. A. Renewable energy sources in Uzbekistan //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 11. – С. 769-774.
2. Наримонов Б. А., Саъдуллаев Т. М. ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ВОДЫ //ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ФИЗИКО. – 2020. – С. 38.
3. Мустафакулов А. А. и др. Структура и свойства кристаллов кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках //Менделеев. – 2020. – №. 2. – С. 4-7.
4. Abror Q. Research and Analysis of Ferromagnetic Circuits of a Special Purpose Transformer //Fazliddin, A., Tuymurod, S., & Nosirovich, OO (2020). Use of Recovery Boilers At Gas-Turbine Installations Of Compressor Stations And Thyristor Controls. The American Journal of Applied sciences. – 2020. – Т. 2. – №. 09. – С. 46-50.
5. Нариманов Б. А., Арзикулов Ф. Ф. У. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ И СМЯГЧЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА //Universum: технические науки. – 2020. – №. 10-3 (79).
6. ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ВОДЫ
БА Наримонов, ТМ Саъдуллаев - ... СИСТЕМ И ФИЗИКО, 2020 - aeterna-ufa.ru
7. Соодуллаев А. С., Наримонов Б. А. ИЗ ИСТОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ //Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 1230-1232.
8. Нариманов Б.А., Арзикулов Ф.Ф. Возобновляемые источники энергии, вопросы устойчивости и смягчения последствий изменения климата // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. 10(79). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10841> (дата обращения: 11.02.2021).
9. Absalamovich N. B. Research on the use of alternative energy sources in Uzbekistan: Problems and prospects //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 11. – С. 763-768.
10. Yangibayevich, Altinbek Abdullayev, Abduraxim Pardaboev, and Narimanov Bahodir Absalomovich. "Issues of modeling the perspective development of cattle breeding." South Asian Journal of Marketing & Management Research 10.6 (2020): 89-96.

11. Нариманов Б. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРБИТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКОВ //Современная наука: проблемы, идеи, инновации. – 2019. – С. 76-81.
12. Жуманов А. Н. и др. ЭЛЕКТР ТАРМОҚЛАРДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСРОФЛАРНИ ТУЗИЛИШИ //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 4.
13. Жуманов А., Абдиев Х., Файзуллаев А. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ //СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И. – 2021. – С. 45.
14. Жалилов Ў. А. Ў. и др. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИ ВА УЛАРНИ ОШИРИШ ЧОРА-ТАДБИРЛАРИ //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 4. – С. 113-118.
15. Suyarov A. Power Loss Minimization in Distribution System with Integrating Renewable Energy Resources //International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS). – 2021. – Т. 5. – №. 2. – С. 37-40.