

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЭС В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Акмал ВОХИДОВ, PhD,

Азиз БАБАЕВ, PhD,

Бобур ШОДИЕВ, ассистент,

Национальный исследовательский университет "Ташкентский институт
инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства"

Аннотация

Обоснована необходимость оптимального регулирования производства и потребления электроэнергии в энергосистеме Республики Узбекистан высокоманевренными гидро- и гидроаккумулирующими электростанциями, проведен анализ их участия при регулировании процесса производства энергии на примере графика суточной нагрузки энергосистемы. Предложен метод определения энергетических характеристик электростанций решением задачи оптимального распределения нагрузок между гидро- и теплоэлектрическими станциями в течение суток с учетом максимального использования ограниченных ресурсов воды.

Ключевые слова: электроэнергия, энергосистема, гидроэлектростанция, гидроаккумулирующая электрическая станция, тепловая электрическая станция, расход воды, расход топлива, график суточной нагрузки, мощность электростанции.

Одним из основных направлений повышения эффективности и надежности работы электроэнергетической системы (ЭЭС) Республики Узбекистан является решение широкого круга эксплуатационных задач, связанных с необходимостью оптимального регулирования использования производства и потребления электроэнергии [1,2,3]. В состав этих задач входят следующие:

- обеспечение надежности энергетической системы путем регулирования суточного графика нагрузки, особенно в его пиковой части, напряжения и частоты;
- оптимизация работы тепловых электростанций (ТЭС), улучшение их технико-экономических показателей, снижение вредных выбросов в атмосферу путем сокращения режимов работы энергоблоков с переменными нагрузками на основе рационального использования мощностей всех типов электростанций;
- обеспечение постоянного присутствия быстро вводимого аварийного резерва генерирующей мощности;
- обеспечение взаимовыгодной транзакции электроэнергии с другими ЭЭС, в том числе, децентрализованными, локальными и другими [4,5].

Основная часть.

Участие гидроэлектростанций в регулировании мощности в ЭЭС вызвана их способностью быстро реагировать на изменение нагрузки, что является важным условием для обеспечения нормальной работы энергосистемы по ча-

Annotation

The necessity of optimal regulation of the production and consumption of electricity in the energy system of the Republic of Uzbekistan by highly maneuverable hydro- and hydrostorage power plants is substantiated, an analysis of their participation in the regulation of the energy production process is carried out using the example of the daily load schedule of the energy system. A method is proposed for determining the energy characteristics of power plants by solving the problem of optimal distribution of loads between hydro and thermal power plants during the day, taking into account the maximum use of limited water resources.

Key words: electric power, power system, hydroelectric power station, accumulating power station, thermal power station, water consumption, fuel consumption, daily load schedule, power plant capacity.

сти выравнивания суточного графика нагрузки. Пуск гидроагрегата ГЭС из остановленного положения с синхронизацией и набором мощности до полной стабилизации параметров занимает 1...2 мин [6, 7, 8].

На ТЭС маневренные возможности ограничены. Для пуска турбогенератора из холодного состояния до работы под номинальной нагрузкой современным газотурбинным установкам (ГТУ) требуется не меньше 10 минут, парогазовым установкам (ПГУ) – 120...240 мин [9]. Например, современная гибридная установка, созданная на основе авиационного и энергетического газотурбинных двигателей компанией «General Electric» LMS100 с расходом газа 122 кг/с при наборе мощности за 10 минут, потребляет 73,2 т.у.т. топлива [10]. По данным унитарного предприятия "Талимарджанская ТЭС" за 2017 год количество остановок энергоблока ПГУ-2, состоящего из одного ГТУ с установленной мощностью 300 МВт и двух ПГУ мощностью 150 МВт каждая, составило 7, а общий годовой расход топлива на пуск установок 796 тыс. м³, что соответствует потери топлива на каждый пуск в среднем по 113,7 тыс. м³ природного газа [11]. Эти данные свидетельствуют о том, что работа энергоблоков ТЭС в режимах с переменными нагрузками связана с огромными топливными затратами и их замещение высокоманевренными гидроагрегатами ГЭС и ГАЭС приводит к экономии значительных топливных ресурсов.

Специалисты международного энергетиче-

ского агентства считают, что гидроэнергетика станет доминирующим инструментом при обеспечении гибкости аварийных резервных мощностей, быстрого регулирования режима работы энергосистем [12]. Подтверждением тому являются события, произошедшие в феврале 2021 года, когда в энергосистеме Техаса США возникло катастрофическое положение из-за нехватки высокоманевренных регулирующих мощностей (прежде всего, гидроэнергетических) и, наоборот, в январе 2021 года в Европе удалось избежать коллапсов в энергоснабжении благодаря своевременному использованию быстродействующих гидроэнергетических мощностей [13].

Таким образом, характерной особенностью современных ЭЭС является комплексный подход к решению проблемы, который требует сооружение единого мощного энергокомплекса, состоящего из базисных низкоманевренных и высокоманевренных пиковых, полупиковых источников, управляемых общим диспетчерским центром, основной задачей которого является надежное, качественное электроснабжение с минимальными затратами при соблюдении экологических норм.

Анализ строительства и возможности использования высокоманевренных мощностей в Узбекистане показывает недостаточности масштабов осуществляемых работ в этом направлении, особенно по строительству ГАЭС.

Коэффициент неравномерности суточного графика нагрузки ЭЭС Республики Узбекистан в зимнем периоде составляет 0,72...0,78 (рис. 1). Опыт зарубежных энергосистем с преобладанием ТЭС с такими коэффициентами неравномерности показывает, что при этом доля всех высокоманевренных установок должна составлять не менее 25 % от суммарной установленной мощности энергосистемы [6].

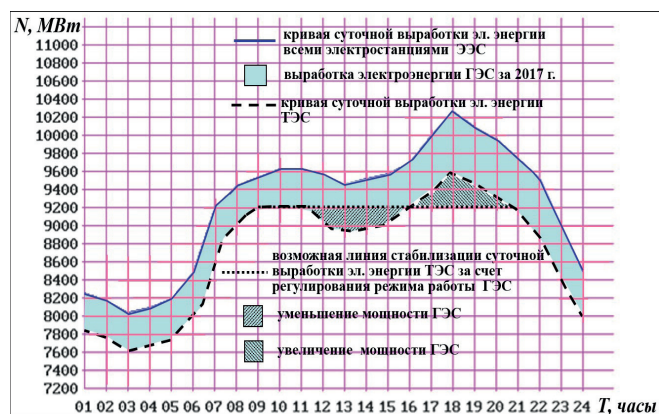


Рис.1. Суточный график режима работы ЭЭС Республики Узбекистан за 18.12.2021.

Мощности ГЭС Республики Узбекистан в основном используются в средних и полупиковых частях графика ЭЭС на основе суточного регулирования расхода воды, которое предусматривает ограничения расхода воды, пропускаемой через ГЭС в периодах минимальных и увеличения – в максимальных полупиковых периодах энергетических нагрузок.

В связи с этим из-за низкой зарегулированности водотоков Республики приблизительный режим работы ГЭС в энергосистеме Республики выглядит так, как он изображен на рис. 1.

Данный график построен по данным министерства энергетики и АО «Узбекгидроэнерго» Республики Узбекистан, который соответствует дате 18 декабря 2021 года.

Суточная выработка электроэнергии на ГЭСах определена почасовым суммированием выработок всех ГЭС за 18.12.2021 году и отражением результатов на суточном графике ЭЭС за эту же дату, при этом общая выработка ГЭС составила 12 640 тыс. кВт, что почти в два раза меньше среднесуточной выработки за 2021 год. Это объясняется тем, что в зимний период расход воды в источниках уменьшается и проводится накопление воды в водохранилищах для ирригационных нужд.

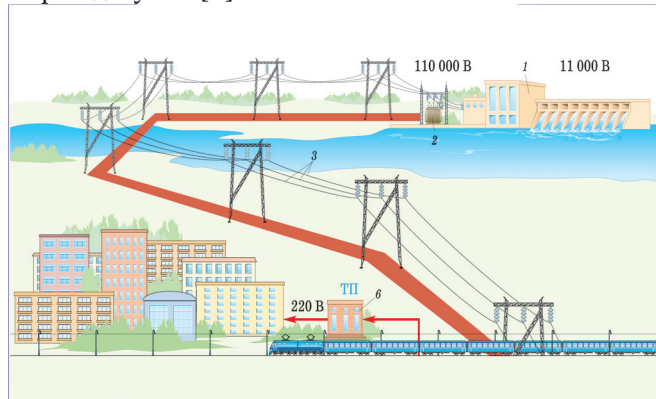
Если учесть возможности оперативного регулирования мощности ГЭС в течение до 1-2 минута изменением расхода воды, всех ГЭС в какой-то мере можно использовать в режимах краткосрочных изменений нагрузок для регулирования мощности, а также качества электроэнергии (поддержание нормированных значений частоты и напряжения) [6,7,8].

В связи с этим максимальная регулирующая мощность ГЭС не превышает 12 % от суммарной установленной мощности всех электростанций (суммарная установленная мощность ГЭС 2000 МВт, а всех электростанций 16 000 МВт) [14,15].

Частые пуски и остановки турбоагрегатов приводят к перерасходу топлива, снижению долговечности теплотехнического оборудования и увеличению затрат на ремонтное обслуживание, к увеличению аварийности и времени восстановления нормального режима работы [6].

Основной причиной ускоренного износа теплового оборудования при его частых и кратковременных остановках является неравномерное температурное состояние различных элементов турбины, котла и паропроводов, что приводит к их остыванию с разной скоростью [6,7]. По зарубежным данным, около 25 % аварийных остановок теплового обо-

рудования происходит из-за повреждений в период пуска [6].



1. Гидроэлектростанция. 2. Повышающая трансформаторная подстанция. 3. Линия электропередачи. 4. Понижающая трансформаторная подстанция. 5. Распределительная подстанция (РП). 6. Местная понижающая трансформаторная подстанция (ТТП).

Таким образом, в связи с изменчивостью суточных графиков потребления энергии и расхода воды в источниках, регулирование мощности ГЭС необходимо осуществлять в режимах краткосрочных изменений нагрузок ЭЭС на основе специально для этой цели разрабатываемых программных комплексов, обеспечивающих оптимальные режимы работы ГЭС с учетом изменений по расходу воды для других целей.

Заключение.

1. Анализ работы ГЭС в ЭЭС Республики Узбекистан показал, что, многие ГЭС не могут активно участвовать в процессе регулирования графика ЭЭС республики, так как они являются низконапорными русловыми и работают только по режиму водотока. В связи с этим из-за низкой регулировки водотоков республики степень участия ГЭС при регулировании мощности ЭЭС в пиковых частях графиков нагрузки находится не на должном уровне.

2. Для активизации участия ГЭС в оперативных работах по регулированию суточного графика нагрузки в его пиковых частях, напряжения и частоты, а также в качестве быстро вводимого резерва ЭЭС, необходимо увеличить число ГЭС небольшими водохранилищами суточного регулирования, объем которых будет рассчитан на несколько часов работы генерации энергии. Для этой цели, возможно мощности ГЭС, имеющих водохранилища, в том числе вновь создаваемых, целесообразнее использовать в интересах ЭЭС для суточного регулирования мощностей.

Список использованной литературы:

1. Постановление Президента Республики Узбекистан ПП-44 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию гидроэнергетики» от 10.12.2021. // <http://lex.uz>.
2. Energy Efficiency 2020. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020>.
3. Global technology roadmap Hydro Equipment Association. <https://www.andritz.com/resource/blob/259432/5487f2c45ab370859ffe8abc26ed72e8/ea-roadmap-data.pdf>.
4. Urishev B. Microgrid Control Based on the Use and Storage of Renewable Energy Sources. USA, Journal Applied Solar Energy, 2018, Vol. 54, No. 5, PP. 388–391. DOI: 10.3103/S0003701X18050201
5. Decentralized Energy Systems, Based on Renewable Energy Sources. USA, Journal Applied Solar Energy, 2019, Vol. 55, No. 3, PP. 207–212. DOI: 10.3103/S0003701X19030101
6. Синюгин В.Ю., Магрук В.И., Родионов В.Г. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике. – М.: ЭНАС, 2008. – 352 с.
7. Зубарев В.В. Аккумулирующие электростанции и их использование в энергосистемах. – М.: «Информэнерго», сер.4, вып.4, 1986. С. 34–38.
8. Зубакин В. А. Необходимо развивать высокоманевренные мощности // Энергорынок, 2004. – №9. С. 34–42.
9. Hydropower Special Market Report. Analysis and forecast to 2030. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/83ff8935-62dd-4150-80a8-c5001b740e21/HydropowerSpecialMarketReport.pdf>
10. Энергетика. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики (кн. 3). История, настоящее и будущее. / Под ред. Плачковой С.Г., Плачкова. И.В. <http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-2/section-3/3-1>
11. Отчёт производственно-технической деятельности УП «Талимарджанская ТЭС» за 2017 год. – г. Нуристан, 2017. 37 с.
12. Hydropower Status Report 2022. Sector trends and insights. https://assets-global.website-files.com/5f749e4b9399c80b5e421384/62c402eb2af8db8431332d62_IHA-2022-Hydropower-Status-Report.pdf
13. Hydropower Status Report 2021. Sector trends and insights. https://assets-global.websitefiles.com/5f749e4b9399c80b5e421384/60c37321987070812596e26a_IHA20212405-status-report-02_LR.pdf