

УДК 621.311

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКРЫТЫХ КАРЬЕРОВ ДЛЯ
ГИДРОАККУМУЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ
USE OF CLOSED QUARRIES FOR HYDRO STORAGE
OF ELECTRIC ENERGY**

А.А. Мильяненко, Н.Е. Чирич

Научный руководитель – Т. А. Петровская, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Milyanenko, N.Chirich

Supervisor – T. Petrovskaya, Senior Lecturer,
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В данной работе рассмотрено применение закрытых карьеров вместо новых водохранилищ для постройки гидроаккумулирующей электростанции, рассмотрены различные места для постройки данного объекта на территории Республики Беларусь. В практической части произведен ряд расчётов различных характеристик ГАЭС, созданы калькулятор и сайт по данной теме.

Abstract: This paper examines the use of closed quarries instead of new reservoirs for the construction of a pumped storage power station and considers various places for the construction of this facility on the territory of the Republic of Belarus. In the practical part, a number of calculations of various characteristics of pumped storage power plants were made, a calculator and a website on this topic were created.

Ключевые слова: гидроаккумулирующая электростанция, закрытый карьер, график энергетической нагрузки, мощность, прибыль.

Key words: pumped storage power plant, closed quarry, energy load schedule, power, profit.

Введение

Мы живем в мире, где не существует стран с равномерным суточным потреблением энергии. В любом государстве днем появляются пики потребления, а ночью потребление, наоборот, падает. Из-за этого сложнее управлять энергетической системой. Для увеличения стабильности энергетики государств можно использовать гидроаккумулирующие электростанции. Они помогут уровнять энергопотребление в странах и обеспечить стабильную работу энергосистемы.

Основная часть

Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС) – гидроэлектростанция, состоящая из здания ГАЭС (машинного зала), верхнего и нижнего бьефов, и используемая для выравнивания суточной неоднородности графика электрической нагрузки.

Принцип работы основан на попеременной перекачке воды между верхним и нижним резервуаром.

Существует три разновидности ГАЭС: ГАЭС с плотинной схемой, деривационные ГАЭС, ГАЭС с подземными бассейнами.

У нас было несколько критериев для выбора площадки:

- близость с водоёмом (рекой или озером) для использования в качестве нижнего водоёма, и чтобы не тянуть далеко водоводы;
- уклон местности для того, чтобы создавался напор и ГАЭС вырабатывала электроэнергию;
- достаточный объём карьера, чтобы ГАЭС запасала большое количество электроэнергии.

После тщательного изучения карты Беларуси было найдено несколько перспективных площадок для постройки:

- площадка возле деревни Пышки, Гродненского района;
- площадка возле деревень Глушнево и Зуи, Кричевского района;
- площадка возле деревни Каменка, Кричевского района.

Далее рассмотрим каждый карьер по отдельности и более тщательно, рассчитаем характеристики перспективных ГАЭС.

Таблица 1 – Сравнительная таблица характеристик ГАЭС по нашему проекту

	Площадка у деревни Пышки	Площадка у деревень Зуи и Глушнево	Площадка у деревни Каменка
Объём верхнего бьефа, м ³	6223739, 2	7700000	22500000
Напор в турбинном режиме, м	38	24	35
Напор в насосном режиме, м	42	26	37
Скорость воды в турбинном режиме, м ³ /с	288,136	427,778	892
Время разрядки, с	21600	18000	22500
Мощность в турбинном режиме, МВт	107,411	100,716	306,268
Скорость воды в насосном режиме, м ³ /с	216,102	305,556	694,4
Время зарядки, с	28800	25200	32400
Мощность в насосном режиме, МВт	89,038	77,935	252,046
Теоретический КПД, %	90,48	92,3	84,3
Реальный КПД, %	75–80	77–82	69–74

Рассчитали прибыль трех ГАЭС и пришли к выводу, что данные проекты рентабельные и принесут дополнительную прибыль и помогут немного выровнять энергетический баланс страны, несмотря на потери при аккумуляции.

Был создан калькулятор на базе Microsoft Excel в котором можно теоретически рассчитать различные характеристики ГАЭС, введя всего 5 параметров.

С помощью сервиса «Сайты Google» мы сделали свой сайт, на котором описан принцип работы ГАЭС, их виды, наши проекты и ссылка на наш калькулятор для расчёта теоретических характеристик ГАЭС.

Рассмотрели данные энергопотребления и выдачи электроэнергии в сеть Республики Беларусь и составили график данных параметров до ввода наших ГАЭС и после.

Благодаря ГАЭС смогли немного стабилизировать потребление ночью, а также смягчить нагрузку на ТЭЦ в вечерний пик, за счёт потребления энергии с 23:00 до 6:00 электроэнергии и отдачи с 17:00 до 23:00.

Заключение

Как доказано выше проекты с ГАЭС на месте закрытых карьеров имеют ряд неоспоримых достоинств. Они характеризуются способностью запасать большое количество электроэнергии и отдавать её в течение нескольких часов с постоянной мощностью, при не самом плохом КПД в 70–80%, что при получении энергии по ночному тарифу и отдачи во время пиков нивелируется ценами на электроэнергию. Данные станции помогут выровнять график энергопотребления в Беларуси и заново использовать карьеры.

Литература

1. Особенности сооружений ГАЭС [Электронный ресурс]: Режим доступа: - <http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-2/section-4/4-4/>. – Дата доступа: 06.09.2024
2. Гидротурбины и обратимые гидромашины [Электронный ресурс]: Режим доступа: - <http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-2/sectoin-5/5-2/>. – Дата доступа: 06.09.2024
3. Тарифы на электрическую и тепловую энергию [Электронный ресурс]: Режим доступа: - <https://www.energo.grodno.by/tarify-na-elektricheskuyu-i-teplovuyu-energiyu/>. – Дата доступа: 06.09.2024