горнопромышленном регионе. В работе сформулированы требования и приведены результаты Горного института КНЦ РАН по ведению кадастра горнопромышленных отходов региона, представляющим собой систематизированный свод сведений об отходах основного и вспомогательного производств основных горнодобывающих предприятий, их качественных и количественных характеристиках, схемах образования отходов и их местоположений.

Исследования проведены по Госзаданию № 0226-2018-0001 «Разработка научных основ картирования и утилизации техногенных месторождений Кольского горнопромышленного региона России» (Программа фундаментальных исследований РАН I.39 «Фундаментальные основы и энергоэффективные, ресурсосберегающие, инновационные технологии переработки минерального сырья, утилизации промышленных и бытовых отходов»)

1. Мельников Н.Н., Бусырев В.М., Чуркин О.Е. Оценка стоимости запасов и эффективности использования техногенных месторождений. //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), №8, 2018, с. 200- 207.
2. Калашник А.И., Гилярова А.А., Калашник Н.А., Смирнова О.В. Исследования хвостохранилищ горно-обогатительных предприятий Кольского региона: анализ структуры затрат // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2015. – № 2 (45). – С. 31-39.
3. Маслов А.Д., Мельников Н.Н., Калашник А.И., Селин А.А., Лебедев А.В., Сухорученков А.И. Пути стабилизации и развития горнопромышленного комплекса Мурманской области // Горный журнал. - 1998. - № 4. - С.6.-10.
4. Мельников Н.Н. Информационные технологии в реализации экологической стратегии развития горнодобывающей отрасли // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № S23. С. 7 18.
5. Техногенные минерально-сырьевые ресурсы. Под ред. Б.К.Михайлова. — М.: Научный мир, 2012.-234с
6. Кадастр отходов горно - металлургического производства Мурманской области (по состоянию на 01.01.2000 г.). Горный институт КНЦ РАН, Государственный комитет по охране окружающей среды Мурманской области. Апатиты-Мурманск, 2000 – 104с.
7. А.В. Архипов, С.П. Решетняк "Техногенные месторождения разработка и формирование".Апатиты :изд. КНЦ РАН, 2017– с.
8. Гилярова А.А. О подходах к технико-экономической оценке перспективности освоения месторождений полезных ископаемых//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017 №7. С211-215.
9. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 12.03.2014) «Об охране окружающей среды» (принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года)// СПС консультант плюс.
10. Федеральный закон от 24. 06.1998г. №89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" (принят Государственной Думой 22 мая 1998 года) //СПС консультант плюс.
11. «Временные правила охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации" (утв. Минприроды РФ 15.07.1994)// СПС консультант плюс.

Гребенникова Н.А.¹, Черкашин И.В.¹, Прописнов Н.А.¹, Бурденкова Е.Ю.²
Применение гидроаккумулирующих станций для выравнивания графика
электрической нагрузки

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

²ОЭП СНЦ РАН
(Россия, Саратов)

doi:10.18411/lj-09-2018-94

idsp: 000001:lj-09-2018-94

Аннотация

В статье рассмотрена перспектива применения гидроаккумулирующих станций для выравнивания графика электрических нагрузок. В насосном режиме ГАЭС

закачивает воду в верхний водоем в период наличия избыточной энергии в системе, в турбинном режиме ГАЭС вырабатывает энергию и передает ее в сеть.

Ключевые слова: гидроаккумулирующая станция, график электрических нагрузок, насосный режим, турбинный режим.

На сегодняшний день очень многие ОЭС Европейской части России встречаются трудности с прохождением ночных провалов и с перекрытием пиковых зон графиков нагрузок. Требования повышения эффективности работы тепловых электростанций приводят нас к пониманию нужды прироста доли высокоманевренных генерирующих мощностей. Наилучшим вариантом решения данной задачи будет строительство ГАЭС (гидроэлектростанция, предназначенная для выравнивания суточной неоднородности графика электрической нагрузки), обладающей наивысшими маневренными возможностями.

В отличие от иных типов маневренных электростанций (ГЭС, ГТУ), имеющих возможность покрыть лишь пиковые нагрузки, ГАЭС могут работать так же и в зоне ночного провала суточного графика нагрузок, гарантируя наиболее выигрышный базисный режим АЭС и ТЭС, а также препятствуя повышению перетоков мощности. В зависимости от расположения ГАЭС внутри энергообъединения будут различные технологические возможности ГАЭС, адресное их использование. Оптимизация работы в первую очередь именно атомных электростанций позволит добиться строительства ГАЭС в едином с ними энергообъединении, добиться надежности электроснабжения городов. В случае аварийной ситуации особенно важно размещение ГАЭС в непосредственной близости от мегаполисов. Если ГАЭС будет построена поблизости от ПЭС – это позволит сгладить импульсный характер работы ПЭС без лишней загрузки линий связи и передачи электроэнергии на огромные расстояния и т.д.

На сегодняшний день известно много видов систем аккумулирования электрической энергии: аккумуляторы фазового перехода, кислотные или щелочные аккумуляторы, плазмодные конденсаторные, сверхмощные аккумуляторы; гидроаккумулирующие установки, индуктивные, маховичные, электрохимические и пневматические накопители.

Единственными реально производительными и возможными в данной ситуации могут быть только системы гидроаккумулирования и пневматического аккумулирования, ведь для регулирования данных электрических режимов потребуются системы аккумулирования, мощность которых не будет уступать мощности самой энергосистемы, и при этом время работы системы аккумулирования должно исчисляться часами. Гидроаккумулирующие электростанции, несомненно, находятся вне конкуренции, так как пневмоаккумулирующие установки не так распространены и опыт их создания совсем невелик.

Из всех известных способов аккумулирования энергии в области электроэнергетики, таких как аккумулирование вырабатываемой на атомных электростанциях реакторами теплоты в специальных емкостях горячей воды или пара; закачка воздуха под очень большим давлением в специализированные подземные емкости на газотурбинных электростанциях; аккумулирование энергии при помощи маховиков, находящихся в герметичном корпусе, в котором поддерживается вакуум, и которые разгоняются до огромных скоростей, на сегодняшний день наиболее широко используют гидравлическое аккумулирование на гидроаккумулирующих станциях, так как оно показало себя как высокоэффективный способ и прошло многолетнюю проверку.

Невозможно отрицать, что необходимо развивать разработку и строительство ГАЭС в России. Проблема вдругом, – действующие правила оптового рынка

электроэнергии и мощности (ОРЭМ) в России не учитывают технологических возможностей ГАЭС, что не позволяет гарантировать своевременный возврат инвестиций на проектирование и строительство ГАЭС.

ГАЭС имеет возможность работать в двух режимах: либо в насосном, либо в турбинном. При работе в насосном режиме вода из нижнего резервуара (водоема) перекачивается гидроагрегатами гидроаккумулирующих электростанций в верхний резервуар. Обычно, в насосном режиме ГАЭС работает в ночной период, так как ночью в энергосистеме имеется избыток электроэнергии в связи со снижением нагрузки, и эту энергию и потребляет ГАЭС (заполняет провальную часть суточного графика нагрузок). В турбинном режиме вода из верхнего резервуара сбрасывается в нижний через агрегаты ГАЭС, а энергия, вырабатываемая при этом подается в энергосистему потребителям.

В турбинном режиме ГАЭС работают в периоды максимальной нагрузки в энергосистеме, то есть во время утреннего и вечернего пиков в суточном графике нагрузок.

Основное строительство ГАЭС пришлось на вторую половину XX в., когда появились атомные и тепловые электростанции. Уже в 1970 г. мощность ГАЭС составила 16 млн. кВт, в 1985 г. – более 40 млн. кВт, а в 2000 г. в мире насчитывалось более 350 ГАЭС, суммарная мощность которых составляла 125 млн. кВт. Существует несколько типов аккумуляирования ГАЭС такие как: ГАЭС с простым типом или как их ещё называют «чистым», отличительной особенностью которых является почти полное отсутствие притока в верхний водоем. Эта схема эксплуатируется, например, на Днестровской – 2270 МВт, Загорской – 1200 МВт, ГАЭС со смешанным типом аккумуляирования или ГЭС-ГАЭС, который в турбинном режиме вырабатывает дополнительную энергию с помощью притока в верхний водоём. ГАЭС с неполной высотой подкачки воды в верхний водоем.

ГАЭС смешанного типа, или ГЭС-ГАЭС, с притоком воды в верхний водоем, при сработке которого в турбинном режиме обеспечивается дополнительная выработка электроэнергии. ГАЭС с неполной высотой подкачки воды в верхний водоем. Эти ГАЭС используют в основном при переброске стока между двумя реками, происходит это так: вода из первой реки на водоразделе закачивается в верхний водоем и сбрасывается в нижний при помощи агрегатов ГЭС в нижний водоем на второй реке, а также могут быть устроены на реке два рядом расположенных водохранилища с перекачкой воды агрегатами ГАЭС из верхнего водохранилища на реке в самый верхний водоем, размещенный на более высоких отметках, и сбросом воды через агрегаты ГАЭС в нижнее водохранилище на реке.

ГАЭС обеспечивают эффективную и надежную работу энергосистем, что очень важно, так как современные энергосистемы состоят в основном из атомных и тепловых электростанций с крупными агрегатами. Эти качества ГАЭС обуславливаются тем, что она покрывает пиковые части суточного графика нагрузок, заполняет провальные части, что позволяет ТЭС и АЭС работать с почти постоянной мощностью.

1. Васильев Ю.С. Гидроаккумулирующие электростанции: учеб.пособие, 1984.76с.;
2. Гуртовцев А.Л., Гидроаккумулирующие электростанции /Журнал ЭЛЕКТРО № 1/2007;
3. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции: Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 1984. - 304 с.;
4. Гидроаккумулирующая электростанция [Электронный ресурс]. URL: http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Гидроаккумулирующая_электростанция/