

При использовании РСО увеличивается эффективность и качество очистки обрабатываемых поверхностей, более рационально используется кинетическая энергия струи, снижается энергоёмкость производимых работ, повышается производительность процесса очистки и культура производства.

### **Литература**

1. Проволоцкий, А. Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин. – Киев: Техника, 1989. – 177 с.
2. Устройство для очистки от коррозии плоской стальной поверхности: пат. №16526, Респ. Беларусь, МПК В 08В 3/00; В 63В 59/08 / И. В. Качанов, А. Н. Жук, В. Н. Шарий, Р. О. Мяделец; дата публ. 30.10.2012.
3. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела / Ю. Н. Работнов. – М.: Наука, 1988. – 654 с.
4. Качанов, И. В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий / И. В. Качанов. – Минск: Технопринт, 2002. – 327 с.
5. Качанов, И. В. Теоретические исследования процесса реверсивно-струйной очистки судовых поверхностей от коррозии / И. В. Качанов, А. Н. Жук, В. А. Ключников, А. А. Кособуцкий, И. М. Шаталов, В. С. Ковалевич, Е. В. Качанова // *Materialy XIV Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, «Nauka i innowacja - 2018»*, Volume 2 *Przemysł: Nauka i studia.* – 84 s.

УДК 627.816

### **Роль малой ГЭУ в составе комплексной электростанции**

Гатилло С. П., Артёмчик А. А., Чуприк А. И.  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

*Разработана методика расчета совместной работы комплексной электростанции, состоящей из ГЭС или ГЭС-ГАЭС и нескольких ВЭУ, где ГЭУ используется в качестве аккумулятора энергии ВЭУ. С учетом допустимого значения величины колебания уровня воды в водохранилище определена возможность регулирования мощности комплексной электростанции.*

В нашей стране сделано много для освоения возобновляемых энергоресурсов. К проблемам, которые не способствуют развитию возобновляемой энергетики, относится непредсказуемость выработки электроэнергии во времени. При большой удельной доле такой энергии в энергосистеме последней выдвигается требование участия подобных электростанций в регулировании мощности, что и определено Указом Президента Республики Беларусь № 357

от 24 сентября 2019 г. «О возобновляемых источниках энергии», где сказано, что «установки ... установленной электрической мощностью 1 МВт и более привлекаются с 1 января 2021 г. к участию в регулировании суточного графика покрытия электрической нагрузки Белорусской энергетической системы».

Это означает, что электростанции на возобновляемых источниках энергии должны будут точно прогнозировать свой мощностной график работы, что для них крайне сложно и может привести к простоям и недоиспользованию природных источников энергии.

В работе рассматриваются варианты решения данной проблемы. Предлагается включать в состав комплексных электростанций малые гидроэнергетические установки (ГЭУ), то есть малые ГЭС или малые ГЭС-ГАЭС (гидроэлектростанции, которые работают на бытовом стоке и кроме того обладают возможностью аккумулировать за счет машинного водоподъема определенные объемы воды в водохранилище) и несколько ветроэнергетических установок (ВЭУ). Ставится задача за счет одновременного использования нескольких природных источников и аккумулирования получить возможность более точно прогнозировать участие такой комплексной электростанции в работе энергосистемы.

Предполагается изучить возможности регулирования (с целью максимального выравнивания в течение некоторого периода времени) выдаваемой в сеть мощности.

Рассматривается работа комплексной электростанции, в состав которой входит ГЭУ (мощностью более 10 МВт) и ряд ВЭУ.

Для расчета гидроэнергетической составляющей были взяты данные для створа построенной малой ГЭС. Рассматривается возможность переоснащения ее в малую ГЭС-ГАЭС.

В этом случае при включении в состав такой комплексной электростанции блоков, использующих энергию ветра (ВЭУ) и естественных водных потоков (ГЭС), а также предлагаемой ГЭС-ГАЭС расчетной мощности при ограничении энергосистемой суточного объема принимаемой электроэнергии, все образующиеся излишки энергии могут в виде воды накапливаться в водохранилище и превращаться в поставляемую в электроэнергосистему энергию в часы ее отгрузки.

Рассмотрена комплексная электростанция, состоящей из пяти ВЭУ мощностью 3,63 МВт каждая и ГЭС мощностью 17 МВт (с установленными на ней пятью гидроагрегатами).

При использовании имеющихся данных о расходах воды в реке и распределении скоростей ветра для декабря 2013 года в результате расчетов года получены графики, показанные на рис. 1.

Величина вырабатываемой ВИЭ энергии непредсказуема и непостоянна во времени. На рисунке 1 видны значительные колебания располагаемых мощностей как от ГЭС, так и суммарной от ГЭС и ВЭУ.

Выполнена проверка возможности выравнивания выдаваемой мощности ГЭС за счет перераспределения стока (путем накапливания и сбрасывания объемов воды с постоянными колебаниями УВБ). Итоги расчета показали, что имеется возможность значительного выравнивания располагаемой мощности ГЭС при колебании уровней в верхнем бьефе от НПУ в пределах 0,4 м в обе стороны, что можно оценить в сумме величиной порядка 0,8 м.

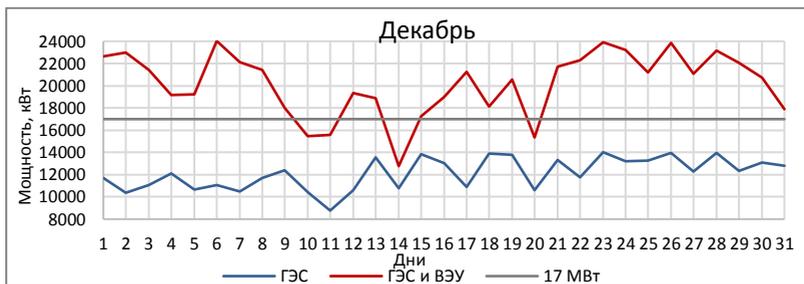


Рис. 1. Графики изменения располагаемых мощностей для ГЭС и для ГЭС и ВЭУ

Если же в составе комплексной электростанции в обязательном порядке включается ряд ВЭУ, то существующие пики мощностей от ВЭУ предлагается сгладить (регулировать) с помощью таких компонентов комплексной электростанции, как ГЭС (вариант 1) или ГЭС-ГАЭС (вариант 2).

Выравнивание по варианту 1 происходит за счет отключения выдачи части мощности на ГЭС и накапливании в это время воды за счет выдачи в энергосистему мощности от ВЭУ.

Выравнивание по варианту 2 происходит и за счет отключения выдачи части мощности от гидротурбин на ГЭС-ГАЭС, а также за счет использования вырабатываемой на ВЭУ энергии на работу обратимых гидромашин (ОГМ) в насосном режиме и накапливании в это время воды в водохранилище. Если колебания уровней воды в верхнем бьефе были ограничены величиной 0,8 м, то этого недостаточно для полного выравнивания располагаемой мощности от комплексных электростанций, но для равнинной местности с размещением водохранилищ в пределах берегов без выхода на пойму с учетом требований охраны природы увеличить пределы колебания уровней представляется проблематичным.

Для определения требуемого диапазона колебания уровней воды в водохранилище для максимального выравнивания выдаваемой мощности от комплексной электростанции были проведены расчеты, результаты которых приведены на рисунках 2 и 3.

При исследовании комплексной электростанции в составе ГЭС и ВЭУ оказалось, что при возможности увеличения абсолютных пределов колебания УВБ до 2,3 м изменение мощности, выдаваемой в течение месяца комплексной электростанцией, составляет 0,74 МВт (рис. 2).



Рис. 2. Графики изменения располагаемых мощностей для комплексной электростанции в составе ГЭС и ВЭУ и для ГЭС

Для комплексной электростанции в составе ГЭС-ГАЭС и ВЭУ колебания УВБ составят 2,0 метра при колебаниях выдаваемой мощности в пределах тех же 0,74 МВт (рис. 3).



Рис. 3. Графики изменения располагаемых мощностей для комплексной электростанции в составе ГЭС-ГАЭС и ВЭУ и для ГЭС-ГАЭС

Таким образом, в результате расчетов определена величина возможных колебаний уровней воды в водохранилище для различных вариантов регулирования мощности комплексной электростанции.