

# Инновационный проект — электропривод прямого управления направляющим аппаратом для малых ГЭС

В Северо-Западном регионе России расположено большое количество малых ГЭС. Суммарная мощность таких станций, построенных на малых реках, обычно не превышает 3–6 МВт, мощность гидроагрегата составляет 1–2 МВт. В основном их возводят в удаленных районах для электроснабжения изолированных поселков и сел. Особенностью малых ГЭС является то, что это простой в эксплуатации объект, работающий на возобновляемом источнике энергии и обладающий низкой себестоимостью.

При всех преимуществах малых ГЭС большинство из них строилось еще в первой половине XX века, и на многих из них оборудование эксплуатируется уже более 50–80 лет, в том числе гидравлические и электрогидравлические регуляторы скорости (самый старый гидравлический регулятор скорости функционирует уже 111 лет на ГЭС Хямекоски). Столь длительный срок службы часто отражается на работе оборудования. Оно может выйти из строя, с учетом того, что такие станции, как правило, обслуживаются или управляются удаленно, с привлечением минимального количества персонала, несвоевременное обнаружение неполадок может нанести существенный ущерб эксплуатирующей компании. Например, утечка масла, которая будет моментально выявлена и ликвидирована на крупной ГЭС, для малой ГЭС может превратиться в экологическую проблему, из-за того что обнаружена слишком поздно.

Также существенно усложняет эксплуатацию отсутствие чертежей, по которым можно изготовить вышедшие из строя узлы отдельных механизмов, так как заводы — изготовители данного оборудования находятся за рубежом и давно переориентированы на выпуск другой продукции. Соответственно, при выходе из строя детали регулятора гидроагрегата будет очень долго простаивать из-за отсутствия запасных частей или вовсе окажется законсервирован.

Одним из эффективных решений, предотвращающих экономические потери и позволяющих полностью исключить утечку нефтепродуктов в реки, является внедрение электропривода в составе автоматизированной системы управления на базе программно-технического комплекса ПТК «Овация» (Ovation). Снижение вредных и опасных факторов, влияющих на обслуживающий персонал (шум от работающего насоса маслонапорной установки (МНУ), близость оборудования, находящегося под постоянным давлением, — котла МНУ), исключение необходимости проведения освидетельствований оборудования, повышение качества контроля и информативности за счет применения современных микропроцессорных средств — все это уменьшает стоимость владения для эксплуатирующей организации.

В статье описан практический опыт внедрения электропривода на одной из ГЭС ОАО «ТГК-1».



Рис. 1. Электропривод для управления дисковым затвором Bettis, Emerson Process Management

## ЭЛЕКТРОПРИВОД КАК ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ГИДРОАГРЕГАТОВ МАЛЫХ ГЭС

Современный мир гидроэнергетики уже не может существовать без электропривода. Инженерные решения на базе электропривода заняли прочное место в управлении водосбросными сооружениями, предтурбинными затворами, главными золотниками систем регулирования.

Преимущества электропривода:

- отсутствие негативного влияния на окружающую среду;
- более совершенные характеристики по сравнению с приводами других типов;
- возможность унификации сервисных служб предприятия;
- сокращение стоимости владения и времени обслуживания.

Высокое значение отношения крутящего момента к объему, которое характерно для бесщеточных двигателей, в сочетании с надежностью, высокой скоростью и хорошей нагрузочной способностью планетарного роликотного винта делает электрические линейные приводы полноценной, полностью электрической заменой громоздких и обременительных в процессе техобслуживания гидросистем. Использование электронного автоматического регулирования обеспечивает более простую установку параметров и более точное управление по сравнению с гидравлическими системами.

Конструктивные особенности электропривода, обеспечивающие его эффективность на объектах малой энергетики:

- **Постоянный 100%-й момент.** Исключается наличие мертвой зоны. Трение подвижных частей направляющего аппарата не создает проблем при использовании привода. Положение удерживается в независимости от воздействий, так как исполнительный механизм постоянно находится под напряжением. За счет этого достигается лучший контроль над процессом.

- **Сверхточность.** Шток исполнительного механизма управляет направляющим аппаратом по положению. Точность и повторяемость при этом выше 0,25%.

- **Встроенный датчик положения.** Исполнительный механизм электропривода имеет встроенный позиционер с сигналом управления 4–20 мА, который дает точную информацию о положении штока.

- **Быстрый отклик.** Нет «залипаний», нет проблем «промаха». Приводы реагируют на команды в течение миллисекунд.

- **Высокая повторяемость.** Привод будет возвращать шток на одну и ту же позицию с минимальным запаздыванием.

- **Высокая жесткость.** Жесткость такая же, как у гидравлических цилиндров, только без эксплуатационных затрат.

- **Высокая скорость штока.** Скорость — до 101 см/с.

- **Высокие нагрузочные способности.** Максимальная нагрузка на сервоприводы Exlar — до 426 900 Н.

## КОНДОПОЖСКАЯ ГЭС — ПЕРВЫЙ ПРОЕКТ В РОССИИ

Кондопожская ГЭС — первенец электрификации Карелии, была пущена в эксплуатацию в 1929 году. Объект входит в состав Каскада Сунских ГЭС ОАО «ТГК-1», занимающего важное место в электроснабжении Петрозаводско-Кондопожского промышленного узла. ОАО «ТГК-1» является ведущим производителем электрической и тепловой энергии в Северо-Западном регионе России. Инвестиционная программа ОАО «ТГК-1» предусматривает строительство новых современных мощностей, техническое перевооружение действующего оборудования, а также ввод в эксплуатацию автоматизированных систем управления технологическими процессами.

В 2013 году ОАО «ТГК-1» выполнило капитальный ремонт гидроагрегата № 3 Кондопожской ГЭС (см. таблицу), включавший в себя полную разборку гидроагрегата с выемкой ротора и ремонтом рабочего колеса. Одновременно проходила модернизация всех автоматизированных систем: релейной защиты, системы возбуждения генератора, автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

При реализации проекта специалисты филиала «Карельский» ОАО «ТГК-1» провели несколько научно-технических советов, проанализировали опыт различных поставщиков АСУ ТП и заинтересовались комплексным

## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОАГРЕГАТА № 3 КОНДОПОЖСКОЙ ГЭС ОАО «ТГК-1»

Характеристика	Значение
Турбина	Горизонтальная РО с двумя НА
Дата изготовления турбины, год	1946
Дата изготовления регулятора скорости, год	1946
Номинальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	300
Номинальная мощность, МВт	4,2
Максимальная нагрузка на привод, т	11

Белов В. В.  
директор филиала  
«Карельский» ОАО «ТГК-1»

Лопатин Е. В.  
директор Каскада  
Сунских ГЭС филиала  
«Карельский» ОАО «ТГК-1»

Шавлович З. А.  
технический директор  
отдела энергетики в СНГ,  
Emerson Process Management



Кондопожская ГЭС



Рис. 2. Колонка управления поворотной турбины до реконструкции (а) и после реконструкции с электроприводом прямого управления главными золотниками НА и РК (б). Нарвская ГЭС

решением компании Emerson на базе ПТК «Овация», которая с 2008 года внедряет на разных ГЭС электроприводы для прямого управления главными золотниками НА и РК, в том числе на объектах ОАО «ТГК-1» в Ленинградской области — Волховской и Нарвской ГЭС (рис. 2).

Для модернизации системы управления данным агрегатом с заменой регулятора скорости и агрегатной автоматики на базе ПТК «Овация» была приглашена команда специалистов Экспертного центра Emerson в Санкт-Петербурге. Была поставлена комплексная задача — введение прямого управления направляющим аппаратом от электрического сервопривода вместо традиционного гидромеханического.

В качестве исполнительного механизма прямого управления направляющими аппаратами турбины был выбран сервопривод Exlar FT-60 с частотным усилителем Unidrive SP (рис. 3).

Задачи, которые были поставлены специалистами:

- разработка нового решения в сжатые сроки;
- обеспечение максимальной безопасности системы при потере питания;

- организация натяга направляющего аппарата;
- модернизация системы торможения.

Чтобы обеспечить безопасность системы, специалисты Emerson предложили решение по дублированию питания частотного преобразователя электропривода.

Специальная конструкция установочной площадки электропривода позволяет демпфировать ударные нагрузки. Также осуществляется постоянный контроль усилий и тока в электроприводе. Дополнительно была реализована специальная логика системы аварийной защиты. Электромагнитный тормоз позволяет удерживать направляющие аппараты в натянутом состоянии во время ремонта или сервисного обслуживания. Ручной маховик гарантирует закрытие направляющего аппарата при нештатной ситуации. Для исключения гидравлической системы торможения потребовалась модернизация тормозного цилиндра и перевод его на работу от сжатого воздуха.

В объем автоматизируемых подсистем вошли:

- подсистема технологической автоматики, включая гидромеханические защиты гидротурбины;
- подсистема АРЧМ;
- взаимодействие с автоматическим регулятором возбуждения;
- взаимодействие с электрическими защитами генератора;
- подсистема УВО;
- автосинхронизатор;
- подсистема боя вала гидроагрегата.

#### ГЛАВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В феврале 2014 года гидроагрегат № 3 успешно прошел испытания на сброс нагрузки (рис. 4) и в настоящее время находится в опытной эксплуатации, обеспечивая должный уровень безопасности и соответствие ужесточающимся с каждым годом экологическим требованиям.

В качестве исполнительной части системы автоматического регулирования малых ГЭС электропривод показал характеристики не хуже, а где-то и лучше гидропривода. Исключение системы регулирования, использующей масло, сделало невозможным попадание нефтепродуктов в реку. Быстродействие, точность позиционирования и стабильность электропривода на порядок выше характеристик приводов других типов.



Рис. 3. Система регулирования гидроагрегата №3 Кондопожской ГЭС до модернизации (а) и после модернизации (б)

Экономия на сервисе дает возможность перераспределения ремонтного бюджета на другие виды работ.

Внедрение АСУ ТП на базе ПТК «Овация» позволило:

- повысить надежность функционирования систем автоматики гидроагрегата;
- повысить качество контроля за работой оборудования гидроагрегата и систем управления;
- повысить точность регулирования за счет реконструкция системы измерения скорости вращения гидроагрегата;
- улучшить условия обслуживания и ремонта систем управления, снизить трудозатраты при проведении регламентных и ремонтно-восстановительных работ.

Инновационный проект стал пилотным для специалистов ОАО «ТГК-1» в Карелии и позволил отработать решение для малых ГЭС на базе сервопривода. В результате безопасность и надежность эксплуатации станции повысилась, воздействие на окружающую среду минимизировано.

По результатам внедрения электропривода на Кондопожской ГЭС ОАО «ТГК-1» планирует аналогичную модернизацию нескольких других объектов малой энергетики в Карелии.

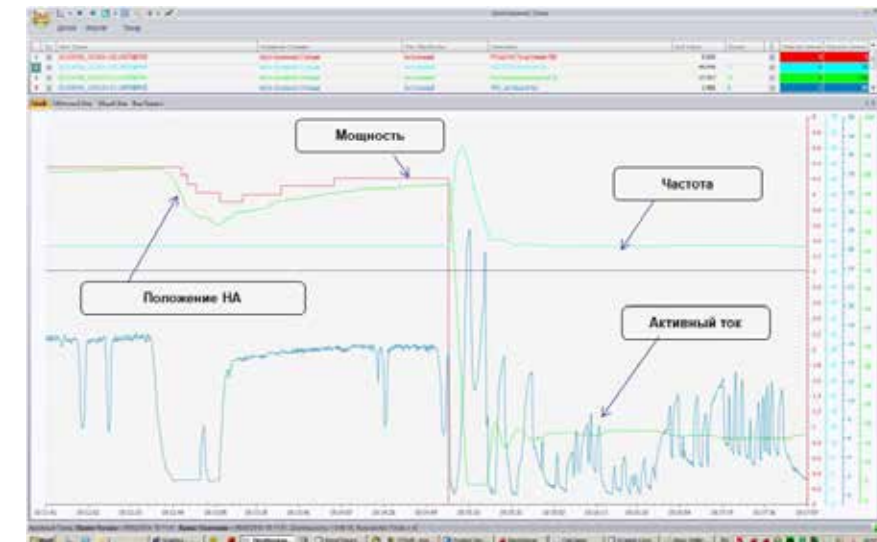


Рис. 4. Сброс нагрузки гидроагрегата № 3 Кондопожской ГЭС после модернизации

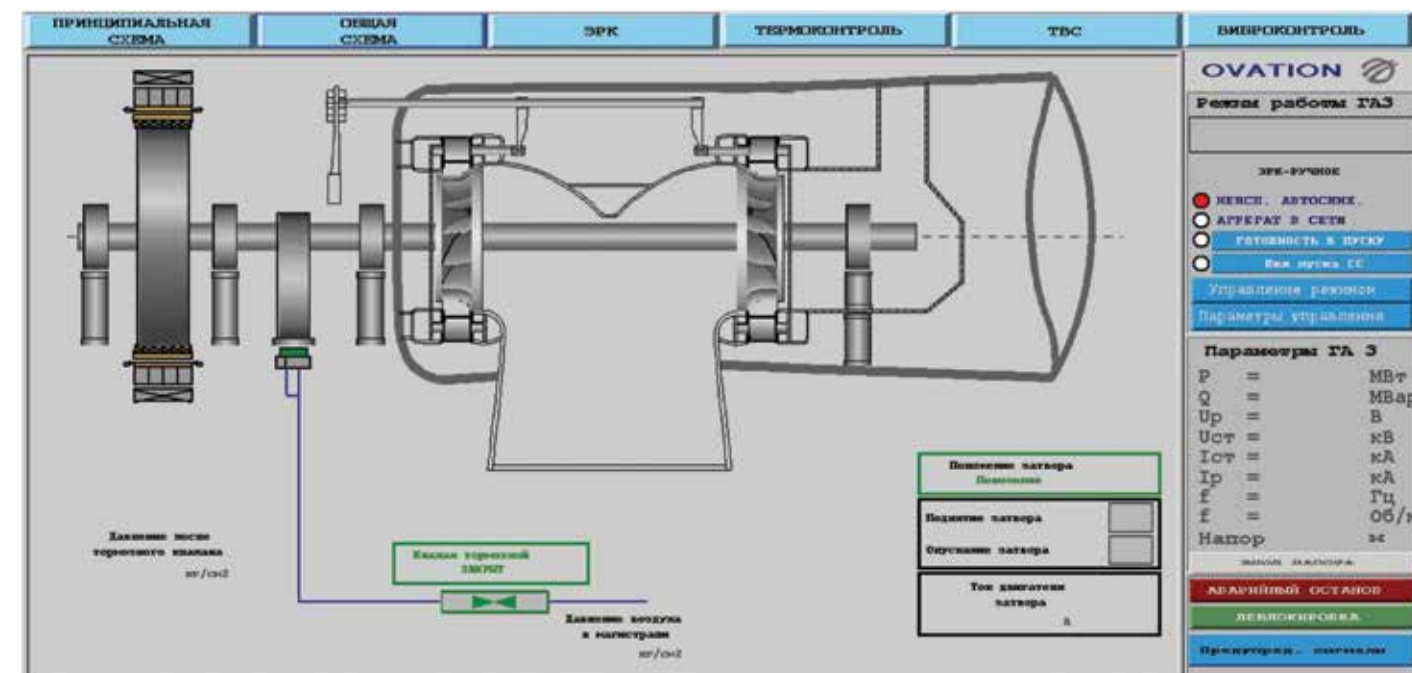


Рис. 5. Общая схема управления гидроагрегатом № 3 Кондопожской ГЭС



#### ЭКСПЕРТНЫЙ ЦЕНТР В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Экспертный центр Emerson в Санкт-Петербурге был создан в 2004 году. Являясь подразделением бизнеса Emerson Process Management, центр реализует полный комплекс работ по внедрению проектов в России и СНГ. В нем трудятся почти 50 специалистов, которые обеспечивают локализацию и адаптацию решений компании для энергетических объектов.

Среди проектов, осуществленных центром, есть предприятия России, Казахстана, Азербайджана и Украины, а среди объектов – Луганская ТЭС, Охтинская ТЭЦ, Челябинская ТЭЦ-3, Аксусская ГЭС, Экибастузская ГРЭС-1,2, Павловская ГЭС, Воткинская ГЭС, Сургутская ГРЭС-2, а также станции «УкрГидроЭнерго», крупнейшего объединения гидроэлектростанций на Украине.