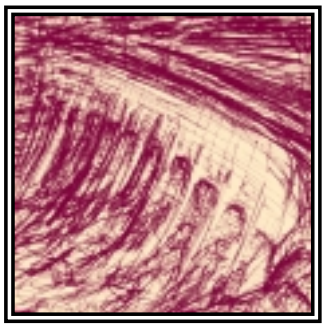


АС контроля уровней бьефов и расхода воды через гидроагрегаты

Владимир Брайцев, Вилорий Клабуков, Андрей Красильников, Тибор Нэмени, Дмитрий Радкевич, Аркадий Северов, Юрий Филиппов

Описанная система контроля уровней бьефов и расходов воды через гидроагрегаты (СКУР) позволяет более эффективно использовать водные ресурсы, увеличить кпд гидроагрегатов и автоматизировать учет суточного, месячного и годового стока через гидроэлектростанцию.

Введение

Физическое старение энергетических, в том числе гидроэнергетических сооружений и оборудования предъявляет все более жесткие требования к техническим средствам контроля их состояния и режимов эксплуатации. Метрологические и эксплуатационные характеристики существующих технических средств контроля уровней воды в бьефах и напоров на гидроэлектростанциях не удовлетворяют современным требованиям, не позволяют определять текущие (мгновенные) напоры и турбинные расходы, осуществлять цифровую индикацию значений напора и использовать полученные данные в автоматизированных системах управления для оптимизации режимов эксплуатации.

Назначение

Новая автоматизированная система контроля уровней бьефов и расходов воды через гидроагрегаты разработана для выполнения следующих функций:

- определение уровней верхнего и нижнего бьефов гидроэлектростанции;
- определение напоров брутто и нетто гидротурбин;
- определение расходов воды, пропускаемых гидротурбинами;
- определение поправки к напору нетто с учетом скоростного напора воды, зависящего от квадрата расхода;
- определение гидравлических потерь на сороудерживающих решетках на входе в проточную часть гидротурбины;
- вычисление и выдача в аналоговой форме значения управляющего сигнала для открытия направляющих аппаратов турбин с учетом индивидуальных особенностей гидроагрегатов с целью получения максимального кпд;
- вычисление суточного, месячного и годового стока воды через гидротурбины с накоплением информации и с поправками на возможные перерывы в измерениях расхода;
- выдача в цифровой форме на дисплей всех измеренных величин автоматически и по требованию оператора, ввод оператором в память системы начальных значений месячного и годового стоков и возможность связи с центральным компьютером пульта управления ГЭС.



Система СКУР разработана и изготовлена для Евфратского гидроузла в Сирии и внедрена на одной из его гидроэлектростанций. Поскольку наше предприятие имеет опыт в создании ультразвуковых измерительных устройств и в работе с датчиками перепада давления типа Сапфир и Метран, то и система СКУР была разработана на их основе. Что же касается управляющих устройств, то наш выбор остановился на микроконтроллере 5083 фирмы Octagon Systems.

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

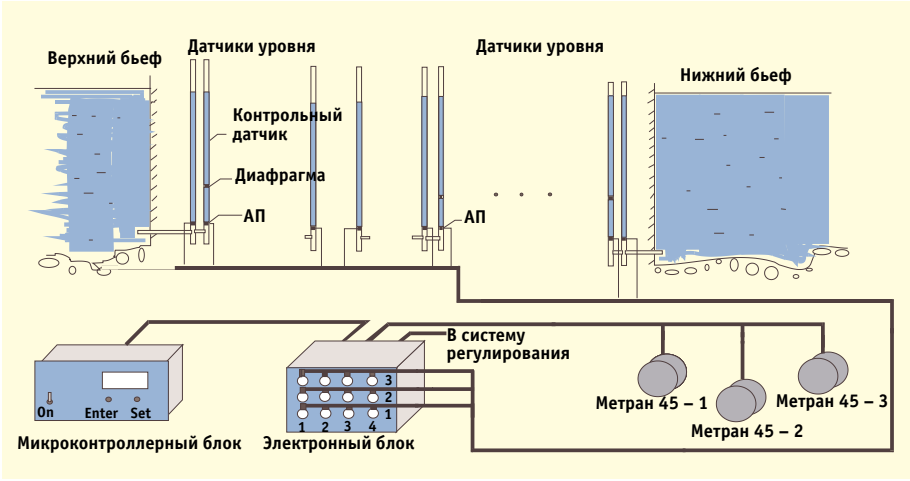


Рис. 1. Структура системы контроля уровней и расхода воды гидроэлектростанции

Состав системы

Основным элементом системы является микроконтроллер 5083 с внутренним таймером, энергонезависимой памятью и жидкокристаллическим дисплеем. Этот микроконтроллерный блок сконструирован для монтажа на переднюю панель шкафа гидравлических измерений, расположенного на центральном пульте управления (ЦПУ) гидроэлектростанции. Структура системы показана на рис. 1.

Электронный блок собственной разработки, расположенный в том же шкафу, осуществляет связь с сетью измерительных ультразвуковых датчиков уровня и датчиков перепада давления. Измерительные ультразвуковые датчики уровня собственной разработки представляют собой вертикальные металлические трубы, гидравлически связанные с внешним объемом воды в точках измерения уровня. В нижней части труб расположены ультразвуковые преобразователи (АП), которые посылают короткий импульс ультразвука частотой 1 МГц, а затем принимают отраженный от поверхности воды сигнал. В электронном блоке формируется импульс возбуждения АП и производится обработка отраженного от поверхности воды сигнала с целью определения времени прохождения ультразвука по столбу воды.

Пример разреза гидроэлектростанции по оси гидроагрегата приведен на рис. 2.

Ультразвуковые датчики уровня, расположенные как в здании ГЭС, так и снаружи, измеряют уровни верхнего и нижнего бьефов, а также уровни на входе и выходе в проточную часть каждого гидроагрегата для определения напора нетто. Двенадцать ультразвуковых преобразователей соединены с электронным блоком коаксиальным радиочастотным кабелем максимальной длиной 200 метров. Датчики уровня в зависимости от места их расположения разбиты на группы и снабжены контрольными датчиками, в которых с помощью металлической диафрагмы высота столба воды зафиксирована на уровне 1500 мм (рис. 1). Контрольные датчики служат для компенсации зависимости скорости распространения ультразвука в воде от температуры и примесей. Все датчики уровня снабжены специальными демпферными устройствами, сглаживающими колебания уровня внешнего объема воды.

Электронный блок соединен с тремя (по числу гидроагрегатов) датчиками перепада давления типа Метран 45ДД для измерения расхода воды через гидротурбину. Эти датчики гидравлически соединены с проточной частью гидроагрегата и также снабжены демпферными устройствами. По разности давления на двух входах датчика в микроконтроллере вычисляется расход воды. Выход каждого датчика Метран 45ДД представляет собой токовый сигнал 0...5 мА, пропорциональный разности давления на входах датчика.

Функциональная схема электронного блока приведена на рис. 3.

Микроконтроллер связан с электронным блоком посредством трех независимых цифровых портов по 24 линиям связи для управления формированием импульсов возбуждения АП, сброса счетчика временного интервала, пропорционального высоте измеряемого столба воды и для считывания показаний этого счетчика. По трем линиям связи на аналоговые входы микроконтроллера поступают сигналы 0...5 В с трех прецизионных резисторов номиналом 1 кОм, согласующих токовые выходы датчиков перепада давления. По одной линии связи с выхода цифроаналогового преобразователя микроконтроллера на электронный блок поступают аналоговые сигналы с разделением по времени для формирования трех сигналов управления открытием направляющего аппарата каждого гидроагрегата. Эти сигналы поступают на

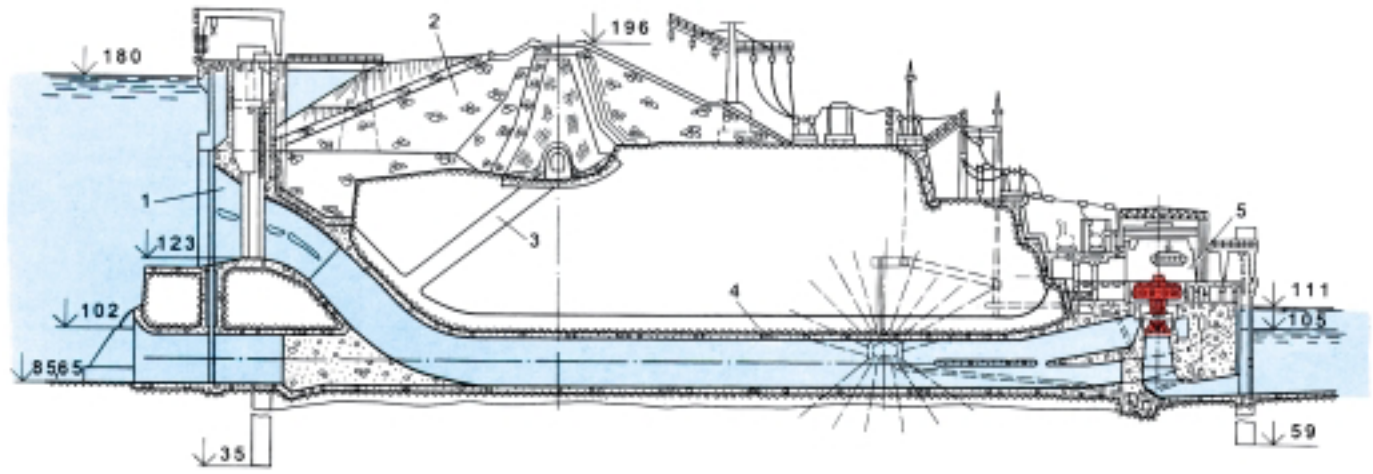
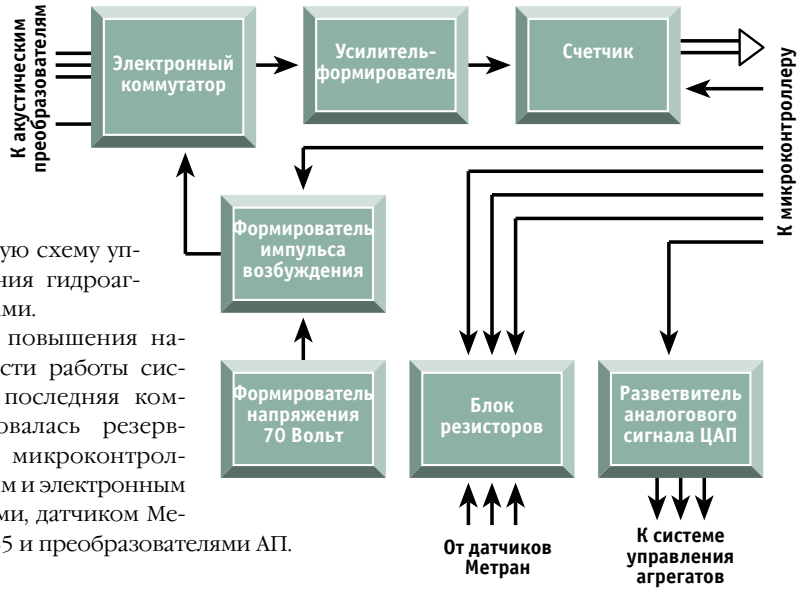


Рис. 2. Пример разреза гидроэлектростанции по оси гидроагрегата
1-водоприемник; 2,3 – плотина; 4 – проточная часть; 5-гидроагрегат; 180 и 111 – отметки соответственно верхнего и нижнего бьефов

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



штатную схему управления гидроагрегатами.

Для повышения надежности работы системы последняя комплектовалась резервными микроконтроллерным и электронным блоками, датчиком Метран 45 и преобразователями АП.

Работа системы

Электронный блок образует узел формирования первичных данных от датчиков уровня и давления, в микроконтроллере же происходит формирование сигналов управления электронным блоком и окончательная обработка первичных данных.

Поскольку система СКУР является ответственной частью технологического оборудования ГЭС, алгоритмы обработки и выдачи информации построены по довольно сложной схеме с учетом возможных сбоев и различного рода выбросов и нестабильности в измеряемых сигналах. Микроконтроллер организует опрос всех датчиков один раз в 10 секунд, причем каждый датчик опрашивается подряд несколько раз для исключения быстро меняющихся составляющих погрешности измерения. Выдача всей обработанной информации происходит один раз в минуту для исключения медленно меняющихся составляющих погрешности. Алгоритм работы построен таким образом, что при отказе одного из датчиков уровня происходит привязка к соседнему аналогичному датчику уровня, а при отказе контрольных датчиков уровня коррекция показаний происходит программным способом с помощью специальных коэффициентов. Коэффициенты подобраны экспериментально по многолетним сезонным наблюдениям за колебаниями температуры воды и воздуха в местах расположения датчиков уровня.

Вычисление напора нетто каждого гидроагрегата производится через измерение уровней на входе и выходе в проточную часть гидроагрегата с учетом поправки на скорость потока воды, зависящей от расхода, и с учетом индивидуального для каждого гидроагрегата коэффициента. По результатам вычисления напора формируется аналоговый сигнал управления направляющим аппаратом турбины. При пропадании питания системы СКУР персонал станции должен перейти на ручное управление.

Рис. 3. Функциональная схема электронного блока

На экран дисплея микроконтроллерного блока выводится информация о напорах каждой гидротурбины, о расходе воды через гидротурбину, об уровнях верхнего и нижнего бьефов, а также текущая дата. Эта информация обновляется каждую минуту. Пример экрана изображен на рис. 4.

Несколько особняком от основной программы стоит программа вычисления и накопления в памяти микроконтроллера суточного, месячного и годового стока воды. Алгоритм вычисления построен таким образом, что при пропуске нескольких измерений, производящихся также один раз в минуту, или при пропуске многих измерений, (например, по причине пропадания напряжения питания системы СКУР) происходит интерполяция недостающих измерений и поправка окончательного результата.

Вся программа написана на языке Cambasic и занимает в памяти микроконтроллера около 30 кбайт. В программе используется механизм сторожевого таймера (WatchDog Timer) для предотвращения зависаний.

```
25 : 12     G1     G2     G3
Qm3/c       35    350    300
H,m       8,21   7,62   8,01
HH=321,51m  HL=313,65m
```

Рис. 4. Отображение информации на экране дисплея

Всё общение оператора с системой осуществляется через микроконтроллер с помощью дисплея и двух кнопок на лицевой панели микроконтроллерного блока.

По команде оператора нажатием кнопки SET на экран можно вывести информацию о суммарном стоке воды через гидроагрегаты с начала суток и за прошедшие сутки. При нажатии второй раз на экран выводится информация о стоке с начала текущего месяца и за прошлый месяц, а еще при одном нажатии — информация о стоке с начала текущего года и за прошлый год. Последующие нажатия выводят информацию о состоянии сороудерживающих решеток на входе в проточную часть гидроагрегатов и о состоянии датчиков уровня.

При вводе системы СКУР в эксплуатацию в память микроконтроллера можно записать информацию о стоке воды с начала текущего месяца и с начала текущего года (из архивных данных и в результате расчетов). Переход в режим начального ввода осуществляется путем выключения питания системы и последующего его включения с удержанием в нажатом состоянии кнопки SET. После введения кода доступа (пароля) кнопками SET и ENTER вводятся соответствующие начальные данные. При наборе неправильного кода система переходит в основной режим работы. Режим ввода начальной информации может использоваться также для обнуления всех ячеек памяти или при замене контроллерного блока на резервный.

Итоги

Результатом всей работы явилось оснащение гидроэлектростанции современными средствами, которые в дальнейшем могут стать частью общей системы диагностики состояния оборудования и сооружений станции. Что же касается непосредственно системы СКУР, то в результате ее внедрения выяснилось, что гидротурбины работали далеко не в самых оптимальных режимах. Система позволила также определять состояние защитных сороудерживающих решеток на входе в проточную часть гидротурбин, определять напоры нетто отдельно для каждой гидротурбины с целью получения оптимальной характеристики управления, точно определять объем протекшей через гидротурбины воды. Последнее очень важно для такого засушливого района, где находится Евфратская ГЭС, когда вода в водохранилище используется и для орошения. Внешний вид микроконтроллерного и электронного блоков, а

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

также акустического преобразователя изображен на рис. 5.

Заключение

Планы нашего предприятия предусматривают расширение внедрений описанной системы, разработку и оснащение гидроэлектростанций системами термоконтроля гидроагрегатов, автоматизацию систем измерения уровня изоляции обмотки статора гидрогенераторов, которая разработана и внедрена нами ранее и будет переводиться на новую элементную базу. Планируется создание централизованной автоматизированной системы диагностики для станций.

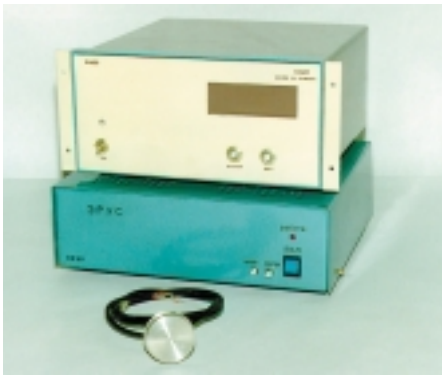


Рис. 5. Внешний вид микроконтроллерного и электронного блоков и акустического преобразователя (АП)

В ближайшем будущем предусматривается завершить разработку многоканального программируемого терминала для автоматического сбора информации с выпускаемых нашим предприятием струнных измерительных преобразователей контроля состояния гидротехнических сооружений. ●

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru