

Краткие сообщения

УДК 621.37

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕРХНИМИ РАБОЧИМИ ВОРОТАМИ СУДОХОДНОГО ШЛЮЗА

Е.В. Мельников, С.А. Колпащиков, И.А. Данилушкин

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: idanilushkin@mail.ru

Обсуждаются результаты активного эксперимента по изучению динамических характеристик системы гидропривода подъемно-опускного щита ворот судоходного шлюза. Приведено описание экспериментальной установки.

Ключевые слова: судоходный шлюз, верхние рабочие ворота, эксперимент, энкодер, счетчик импульсов, характеристика, программируемый логический контроллер, обработка сигнала.

В настоящее время в России производится ряд работ по реконструкции водных путей. Необходимость реконструкции вызвана предаварийным состоянием гидротехнических сооружений, обеспечивающих поддержание заданных параметров судоходных путей, неоптимальными режимами эксплуатации и малой пропускной способностью существующих сооружений.

В рамках этих работ предусмотрена реконструкция Балаковского шлюза с заменой существующей системы управления на современную, построенную по распределенному принципу на базе ПЛК фирмы «Шнейдер Электрик».

Перед проведением проектных работ на шлюзе № 25 Балаковского района гидротехнических сооружений и судоходства (РГСис) были выполнены работы по снятию характеристик с системы управления гидроприводом щита верхних рабочих ворот (ВРВ). Целью данных работ являлось: проверка правильности выбранных технических решений по контролю за состоянием щита ВРВ; оценка быстродействия примененных технических средств контроля; снятие динамических характеристик гидросистемы шлюза № 25; оценка профиля скорости движения стороны щита ворот; контроль за динамикой перекоса ворот; подготовка к проведению экспериментальных работ на шлюзе № 26.

Перемещение щита ВРВ осуществляется с помощью двух независимых гидроцилиндров, установленных по обеим сторонам шлюза. Управление подачей масла в каждый из гидроцилиндров осуществляется маслonaпорными установками (МНУ).

Евгений Владиславович Мельников (к.т.н.), доцент кафедры «Информационно-измерительная техника».

Сергей Александрович Колпащиков (к.т.н.), доцент кафедры «Автоматика и управление в технических системах».

Иван Александрович Данилушкин (к.т.н.), доцент кафедры «Автоматика и управление в технических системах».

Контроль за перекосом щита ВРВ происходит с помощью сельсинов. В случае возникновения перекоса при подъеме щита ВРВ на опережающей стороне открывается золотник синхронизации, обеспечивающий сброс давления в гидроцилиндре и снижение скорости подъема опережающей стороны. Аналогичным образом контролируется перекося при опускании щита ВРВ.

Все работы, связанные с постановкой эксперимента на шлюзе № 25, производились без вмешательства в штатные системы управления шлюзом и не влияли на его работоспособность. Снятие экспериментальных характеристик осуществлялось с помощью трех измерительных преобразователей, обеспечивающих измерение статического давления в гидросистеме маслonaпорной установки (МНУ) ВРВ, положения края щита ВРВ и величины перекоса щита ВРВ.

На базе контроллера Modicon M340 фирмы «Шнейдер Электрик» был собран комплекс автоматического сбора и первичной обработки данных от измерительных преобразователей. Данные регистрировались с максимально возможным быстродействием. Интервал между соседними измерениями составлял от двух до четырех миллисекунд. На контроллере формировался циклически перезаписываемый буфер на 15 записей. Каждая запись содержала метку времени и текущие показания датчиков. Содержимое буфера передавалось по сети Ethernet на регистрирующий компьютер с максимально возможной частотой. Для повышения быстродействия весь буфер передавался одной Modbus-посылкой, которая без дополнительной обработки записывалась в файл-архив. Полученного быстродействия оказалось достаточно для регистрации данных без потерь при передаче между контроллером и компьютером.

Для измерения положения стороны щита ВРВ на оси сельсин-датчика, установленного в колонке управления ВРВ, был смонтирован инкрементальный энкодер E6C2-CWZ5GH фирмы Omron, имеющий разрешение 1000 импульсов на оборот. Выходной сигнал с энкодера подавался на высокоскоростной вход счетчика импульсов контроллера. Величина перекоса щита ВРВ определялась с помощью абсолютного энкодера E6C3-AG5C фирмы Omron, установленного на ось сельсин-датчика, открывающего сливной клапан системы синхронизации. Энкодер с параллельным десятиразрядным интерфейсом обеспечивал разрешающую способность 0,35 град. Съём показаний с датчика осуществлялся модулем контроллера Modicon M340 с 16 дискретными входами постоянного напряжения.

Монтаж датчиков перемещения осуществлялся с помощью кронштейнов, крепимых струбцинами на силовых конструкциях МНУ ВРВ. Такое решение позволило быстро смонтировать систему измерения и провести ее демонтаж без остановки эксплуатации шлюза. Датчик статического давления с унифицированным токовым выходом 4 – 20 мА, с верхним пределом измерения 160 кгс/см² устанавливался на место штатного манометра в гидросистему МНУ ВРВ. Датчик обеспечивал измерение давления в системе с быстродействием 0,5 с.

Снятие характеристик МНУ ВРВ производились при выполнении следующих операций: наполнить камеру шлюза; открыть ВРВ; закрыть ВРВ.

Измерения производились многократно, на каждой стороне шлюза, с целью дальнейшей статистической обработки данных и удаления случайных погрешностей.

На рис. 1 – 4 приведены результаты проведенных измерений параметров движения ворот береговой стороны. Представленные данные были предварительно обработаны для исключения повторяющихся записей из файла-архива, соответствующих ситуации, когда запись значений параметров в файл-архив происходила с большей частотой, чем частота изменений измерительных сигналов на входах контроллера.

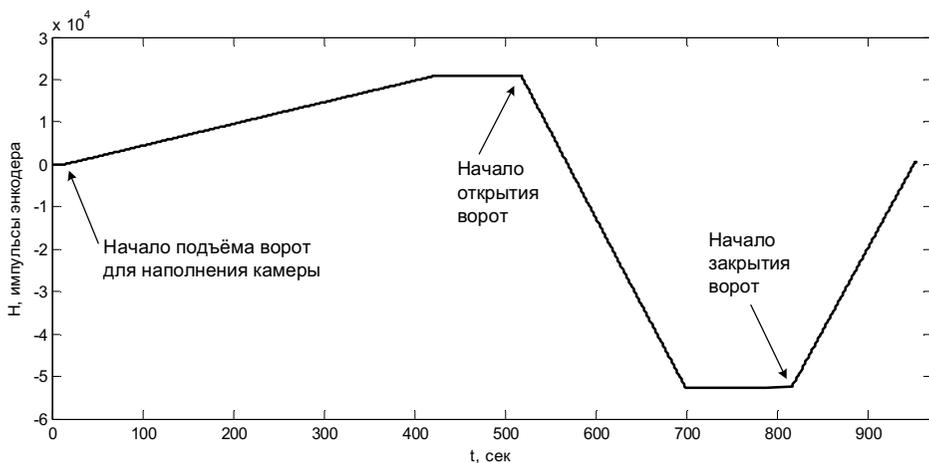


Рис. 1. График изменения положения стороны щита ВРВ

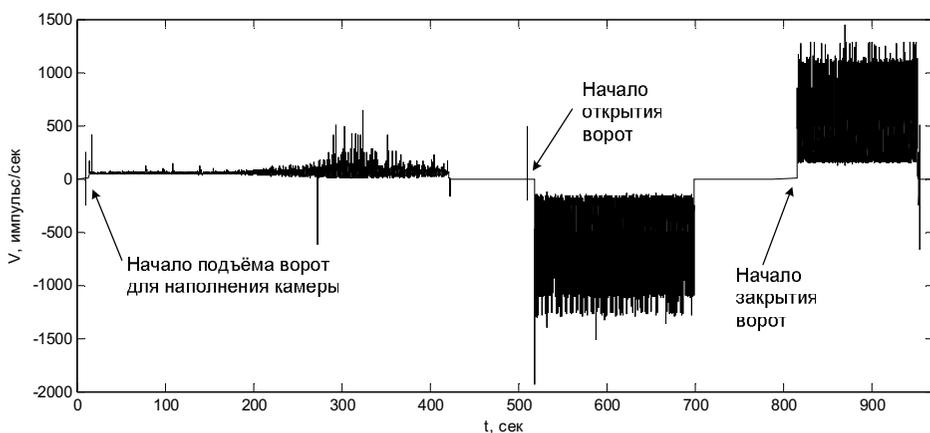


Рис. 2. График скорости движения стороны щита ВРВ

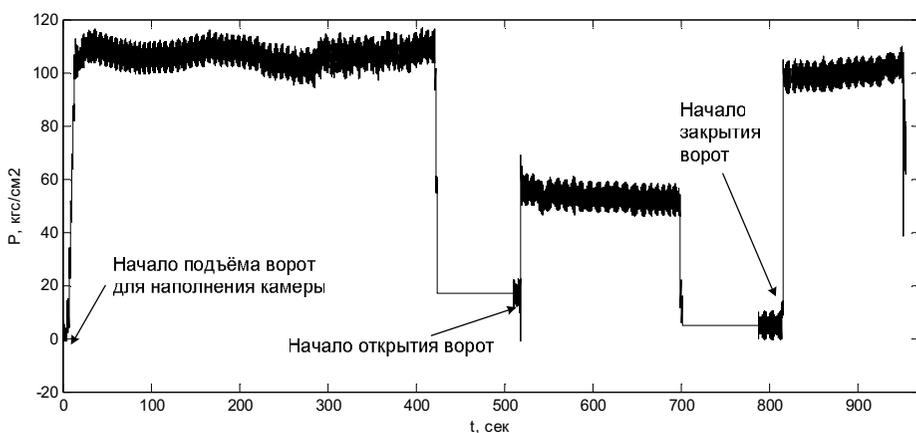


Рис. 3. График изменения давления в гидроцилиндре ВРВ

Как видно из представленного графика скорости движения щита ВРВ (рис. 2), при выполнении операций опускания и подъема щита ВРВ с максимальной производительностью МНУ происходит резкое изменение параметра, вызванное заеданием

направляющих. Графики (рис. 1 – 3) будут использоваться в дальнейшем для параметрической идентификации динамической модели МНУ ВРВ.

На рис. 4 приведен график работы системы синхронизации сторон шита ВРВ. Как видно из представленных данных, при открытии ворот происходит запаздывание береговой стороны.

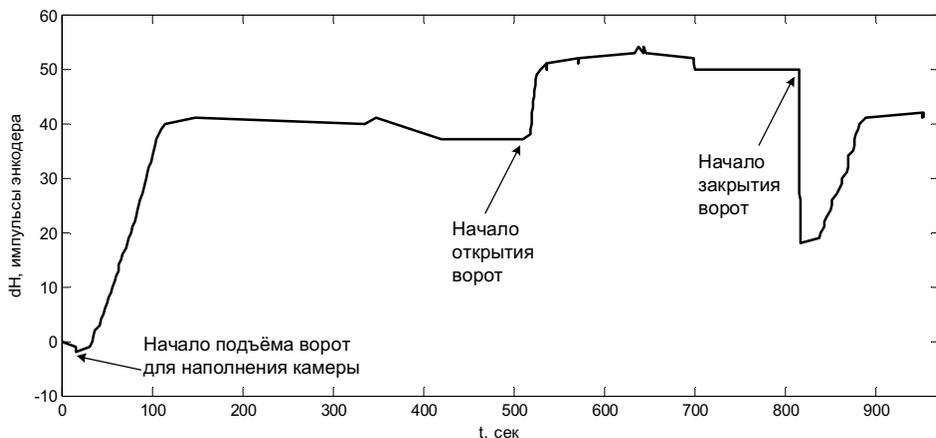


Рис. 4. График изменения величины перекоса шита ВРВ

Проведя анализ полученных данных, можно сделать следующие выводы:

– перемещение шита ВРВ сопровождается рывками, вызванными заеданием направляющих;

– система синхронизации обеспечивает стабилизацию положения ворот в диапазоне 13 % от полного диапазона регулирования.

При проведении повторных экспериментальных исследований подобных установок рекомендуется оснастить комплекс автоматического сбора информации дополнительным датчиком для оценки характера и величин быстро протекающих процессов в МНУ ВРВ. Для этого предлагается использовать быстродействующий датчик давления, измеряющий динамические процессы в гидросистеме МНУ ВРВ. Датчик позволит определить наличие гидроударов в системе, их характер и частоту возникновения.

Статья поступила в редакцию 25 декабря 2012 г.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF CONTROL SYSTEM OF UPPER WORKING LOCK GATE

E.V. Melnikov, S.A. Kolpaschikov, I.A. Danilushkin

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

The results of the active experiment to study the dynamic characteristics of hydraulic lifting sluice gate of navigation lock are discussed. It is given a description of experimental setup.

Keywords: *navigation lock, upper working lock gate, experience, encoder, impulse counter, feature, programmable logic controller, signal processing.*

*Evgeny V. Melnikov (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.
Sergey A. Kolpaschikov (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.
Ivan A. Danilushkin (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.*