

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ, КОМПЛЕКСА ЗАЩИТЫ ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ОТ НАВОДНЕНИЙ

10



Клабуков М. Ю.,
начальник отдела разработки
ООО «Бюро промышленной
автоматизации»

Введение

ООО «Бюро промышленной автоматизации» создано в 2002 г. как независимая инжиниринговая компания, специализирующаяся на предоставлении полного комплекса услуг по автоматизации технологических процессов, оперативного управления; может взять на себя функции генерального подрядчика и поставить системы автоматизации и управления любой сложности под ключ.

ООО «БПА» — авторизованный партнер мировых лидеров по производству средств промышленной автоматизации, электротехнического оборудования и систем электропитания: Rockwell Automation, Siemens, Invensys Systems, Rittal, Phoenix-Contact, Gutor Electronics, GM International, APC-MGE, Schneider Electric.

За время деятельности изготовлено большое количество систем для следующих отраслей промышленности: энергетика, нефтедобыча и нефтепереработка, нефтехимия. Нашими заказчиками являются ведущие промышленные предприятия, системные интеграторы, поставщики средств промышленной автоматизации.

С 2007 года компания является партнером департамента I&S компании Siemens. Компания выполняет полный комплекс работ по внедрению систем автоматизации на базе средств промышленной автоматизации Siemens, из наиболее крупных проектов можно выделить проект внедрения системы РСУ, ПАЗ и ПиГ Ярейюского газового месторождения для ООО «Нарьянмарнефтегаз».

Одним из масштабных проектов, выполняемых совместно с департаментом I&S компании ООО «Сименс», г. Москва, является «АСУТП КЗС», полное название «Автоматизированная система управления технологическими процессами Комплекса защитных сооружений города Санкт-Петербурга от наводнений».

На первом этапе выполнялись работы по системам автоматизации водопропускных сооружений.

Следует отметить, что объектом автоматизации является достаточно большой комплекс гидротехнических и строительных сооружений вокруг Санкт-Петербурга. КЗС включает в себя водопропускные, судопропускные сооружения и защитные дамбы. Всего по границе Финского залива и Невской губы расположено: шесть водопропускных сооружений (В1...В6) и два сооружения для пропуска судов С1 и С2.

В ходе реализации проекта компания «Сименс», выступая заказчиком БПА, выполняла проектирование, разработку и поставку комплекса технических средств (КТС). Компания БПА выполняла весь комплекс инжиниринговых работ, а конкретно:

- обследование объектов автоматизации;
- разработку раздела «Математическое обеспечение»;
- разработку прикладного программного обеспечения системы АСУТП;
- пусконаладочные работы на строительной площадке и запуск систем в эксплуатацию.

История проекта

На протяжении всей истории Санкт-Петербурга городу всегда угрожали наводнения. В настоящее время наводнением считается подъем воды выше 150 см БС (Балтийской системы). Со времени основания города было зафиксировано 305 подъемов воды, из которых 3 считаются катастрофическими (300 см и выше).

После крупнейшего наводнения в 1824 году инженером П. П. Базеном был разработан проект дамбы через Финский залив, который в то время был сочтен неосуществимым. Предлагались другие проекты защиты Санкт-Петербурга и Ленинграда от наводнений. Среди них был западный вариант (примерно по линии современного комплекса) и восточный вариант (по западному побережью города). Западный вариант, в частности, разрабатывался в 1960-е годы в Государственном гидрологическом институте в Ленинграде (заве-

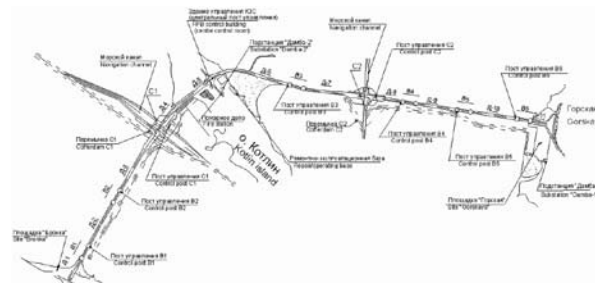


Рис. 1. План расположения комплекса защитных сооружений

дующим отделом русловых процессов Н. Е. Кондратьевым). В 1979 году по западному современному проекту началось создание дамбы. В декабре 1984 года остров Котлин был соединен с материком (с северной стороны).

В перестроечные времена в конце 1980-х строительство было приостановлено из-за прекращения финансирования.

Достройка комплекса, оставленного готовым примерно на 60%, началась в 2001 году. С 2007 по 2012 годы общий объем финансирования проекта составит около 55 млрд рублей. Строительством управляет Федеральное казенное предприятие «Северо-Западная дирекция Росстроя — дирекция Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений».

Полная протяженность защитных сооружений 25,4 км. Во время самого крупного наводнения, которое когда-либо переживал Санкт-Петербург, уровень воды составил 4,2 метра выше ординара. Максимальная высота подъема воды, который может выдержать Комплекс защитных сооружений, — 4,5 метра. В течение трех часов после срабатывания системы предупреждения о наводнении затворы КЗС будут полностью закрываться, поэтому возможность подтапливания прибрежных территорий будет исключена на 100 %

Краткое описание проекта

На сегодняшний день компанией БПА, совместно с компанией «Сименс», полностью завершены пусконаладочные работы по водопропускным сооружениям. Все водопропускные сооружения скомпонованы из отдельных водопропускных секций длиной 26–27,2 м. Водопропускные пролеты имеют в свету длину 24,0 м. Водопропускные секции расположены со стороны Финского залива. Со стороны Невской губы к водопропускным секциям примыкают пролеты автодорожного моста. Водопропускные секции совмещены с пролетами моста, по которому проходит автомобильная дорога, длина каждого пролета моста соответствует длине секции, а количество их соответствует числу секций в сооружении. В период наводнений отверстия секций перекрываются глубинными металлическими сегментными затворами.



Рис. 2. Сегментный затвор



Рис. 3. Гидроцилиндр для подъема сегментного затвора

Все водопропускные сооружения В1, В2, В3, В4, В5 и В6 в той или иной мере идентичны и отличаются количеством водопропускных отверстий и их глубиной. Водопропускное отверстие каждой секции ограничено днищем, быками и низом забальной балки и перекрывается глубинным сегментным затвором. Каждое водопропускное сооружение имеет 10 или 12 отверстий шириной по 24 м и глубиной 5 м или 2,5 м, перекрываемых при угрозе наводнения соответственно сегментными затворами шириной 24 м и высотой 7,2 м или 4,5 м. Водопропускные сооружения В1 и В6 имеют по 12 затворов высотой 4,5 м. Водопропускное сооружения В3 имеет 10 затворов высотой 4,5 м. Водопропускные сооружения В2,



Рис. 4. Стенд с элементами гидросистемы для управления затвором

В4 и В5 имеют по 10 затворов высотой 7,2 м. Все затворы радиального типа.

Непосредственно подъем каждого затвора осуществляется при помощи двух гидравлических цилиндров, расположенных по обеим сторонам затворов. Конструкции затворов достаточно тяжелые, что позволяет им закрываться (опускаться) за счет собственного веса. Вес затвора позволяет проламывать лед толщиной до 0,6 метра.

С целью унификации технических решений управление затворами осуществляется идентичными электрогидромеханическими системами в составе каждого водопропускного сооружения. В состав данных систем входит: гидравлическое оборудование, механическое оборудование (подхваты, контактные датчики и др.), а также электротехническое оборудование (электродвигатели, трансформаторы, сборки 0,4 кВ, автоматические выключатели, электромагниты и др.). Кроме того, в помещениях водопропускных сооружений находятся вспомогательные системы обогрева и вентиляции, а также система пожарной сигнализации и пожаротушения.



Рис. 5. Агрегат маслонапорной установки

В составе каждого водопропускного сооружения предусмотрены подпандусные помещения. В отдельном помещении предусматривается организация поста управления водопропускным сооружением. В свою очередь в составе данного поста управления предусматривается организация и размещение автоматизированного рабочего места дежурного оператора. В другом помещении предусматривается размещение непосредственно программно-технического комплекса автоматизированной системы управления сооружения.

Для приведения затворов в движение используется гидравлическое оборудование фирмы ППТ «Инжиниринг», г. Белград, Сербия.

Каждый затвор имеет:

- два главных гидроцилиндра для подъема и опускания затвора;

11

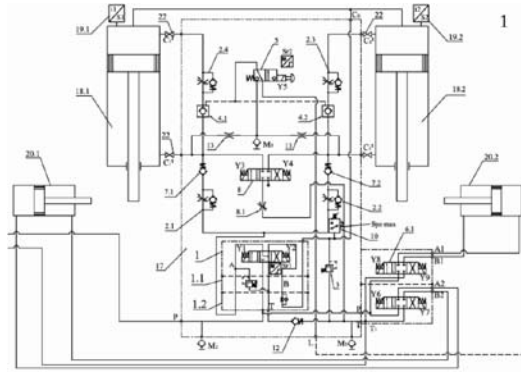


Рис. 6. Эскиз гидросхемы затвора

- ♦ два гидроцилиндра для фиксации затвора;
- ♦ набор электрогидро распределителей;
- ♦ набор датчиков для управления движением и блокировками.

Кроме того, технологией предусмотрена общая для всех двенадцати затворов напорная и сливная магистраль. Для обслуживания напорной магистрали используется маслонапорная установка (МНУ). В состав установки входят два аксиально-поршневых насоса.

Таким образом, система позволяет попеременно, используя общую напорную магистраль, поднимать и фиксировать затворы. Опускать затворы можно как по одному, так и одновременно.

Структура системы и описание КТС

КТС системы построен на оборудовании фирмы «Сименс». Датчики, а также силовое гидравлическое оборудование компании ППТ «Инжиниринг», г. Белград, Сербия.

КТС построен с использованием программно технического комплекса PCS7 фирмы «Сименс». В качестве центрального процессора были выбраны программируемые логические контроллеры S7-414. Связь с модулями ввода вывода организована по шине ProfiBus DP.

Контроллеры, модули ввода вывода и прочая аппаратура размещены в стандартных шкафах TS8 в помещении аппаратной. На двери шкафа управления размещена панель оператора. На панель выведена информация по состоянию объекта. С панели возможно управление всеми затворами в различных режимах работы.

Отличительной особенностью КТС системы является полное резервирование. Резервируются:

- ♦ модули логических контроллеров;
- ♦ сетевые сегменты ProfiBus DP;
- ♦ модули ввода/вывода;
- ♦ системы питания.

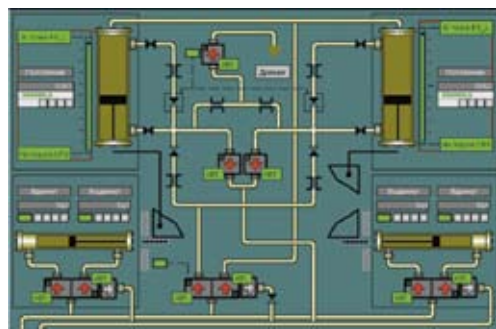


Рис. 7. Мнемосхема для управления затвором с панели оператора



Рис. 8. Управляющий программируемый логический контроллер системы

Комплекты модулей ввода/вывода сгруппированы по шкафам. При этом рабочие и резервные комплекты модулей разделены в разных шкафа. Условно, можно сказать, что резервирование ввода/вывода выполнено на уровне шкафов. Ввод/вывод рабочего и резервного шкафа объединяется на кроссовых шкафах, также спроектированных и поставленных компанией «Сименс». Над резервированным комплектом КТС построена мощная система диагностики, выполненная в виде отдельного шкафа. При этом диагностируются целостность полевых цепей, наличие напряжения на шинах питания и прочая информация о готовности КТС к работе. Система питания представлена отдельным шкафом питания.

Функции АСУТП «КЗС»

АСУТП «КЗС» выполняет следующие функции:

- ♦ измерение текущей позиции сегментных затворов для левой и правой стороны по аналоговым датчикам перемещений;
- ♦ определение положения затворов и механизмов подхватов в контрольных точках по дискретным датчикам положения. Определение состояния гидрораспределителей;
- ♦ измерение параметров, определяющих текущее состояние гидравлической системы и маслонапорной установки;
- ♦ расчет параметров, определяющих перекося затворов и прочих расчетных параметров;
- ♦ отображение на экране всей информации по состоянию и положению механизмов сооружения;
- ♦ управление оборудованием в следующих режимах: местный, дистанционный (наладочный), операционный, групповой;
- ♦ управление включением и производительностью МНУ в различных режимах для выполнения операций. Управление скоростями движения механизмов;
- ♦ управление соленоидами гидрораспределителей для выполнения различных операций;
- ♦ реализация выполнения набора операций: «Нагрузка», «Разгрузка», «Поднять», «Опустить», «Фиксировать», «Расфиксировать»;
- ♦ реализация выполнения групповых последовательностей. При выполнении группы происходит последовательное закрытие затворов. Поскольку гидравлическая система имеет общую напорную магистраль, опускание затворов происходит в определенном порядке;
- ♦ реализация технологических блокировок, позволяющих исключить аварийные ситуации на объекте;
- ♦ реализация алгоритмов позиционирования затворов в контрольных точках;
- ♦ реализация алгоритмов выравнивания перекося (синхронизации);

- ♦ реализация алгоритмов резервного включения насосов МНУ;
- ♦ реализация выполнения операций с местных пультов управления;
- ♦ диагностика системы и выдача сообщений оператору.



Рис. 9. Панель оператора для управления водопропускным сооружением

Функция синхронизации является важной функцией системы, позволяющей безаварийно эксплуатировать сооружения и повысить их готовность к работе. Дело в том, что без автоматики практически невозможно добиться одинаковых скоростей движения затвора по левой и правой стороне. В итоге, происходит перекося многотонной конструкции, что может вызвать разрушение сооружения в тот момент, когда ее готовность к работе особенно важна. Подсистема синхронизации измеряет текущее положение перекося и путем воздействия на специальные соленоиды корректирует скорость ведомого цилиндра, тем самым приводя значение перекося в норму.

Особенности реализации программного обеспечения

При разработке системы был использован аппаратно-технический комплекс PCS-7 фирмы «Сименс». Использование PCS-7 позволило максимально автоматизировать процесс разработки программного обеспечения. Использовались следующие стандартные возможности PCS:

- ♦ концепция иерархии установки;
- ♦ библиотечные функциональные блоки;
- ♦ стандартные драйверы;
- ♦ IEA для автоматической генерации теговых баз и программного кода по шаблону.

Т. е. был создан программный код для одного затвора, который потом был размножен для всех двенадцати затворов.

Одной из проблем при отладке проекта на объекте была высокая «зашумленность» кабельных линий. Обусловлено это было в том числе и большими расстояниями между датчиками и модулями аналогового ввода. Для фильтрации измеренных значений перемещений затворов специалистами БПА был реализован алгоритм «медианного» фильтра. Применение данного фильтра в сумме с обычным фильтром ФНЧ первого порядка дало положительные результаты. Качественная фильтрация позволила эффективно бороться с помехами и при этом сохранить хорошую динамику синхронизации перекося затворов.

При разработке дополнительно к стандартным блокам была разработана собственная библиотека функциональных блоков. К ним относятся:

- ♦ программный, «медианный», фильтр;
- ♦ модуль алгоритма вычисления позиций затвора;
- ♦ модуль алгоритма синхронизации затвора;
- ♦ модуль управления операциями в различных режимах работы затвора;
- ♦ модуль дешифрации состояний исполнительных механизмов затвора;
- ♦ модуль блокировок затвора;
- ♦ модуль управления МНУ в различных режимах;
- ♦ модуль блокировок МНУ;
- ♦ модуль диагностической ячейки;
- ♦ модуль групповыми операциями подъема и опускания.

Также большое количество алгоритмов, увязывающих отдельные функциональные блоки, для реализации связного

логического управления всем комплексом защитных сооружений.

В соответствии с концепцией PCS-7, все блоки имеют интерфейс в виде иконок на мнемосхеме и расширенных окон управления (фейсплейтов).

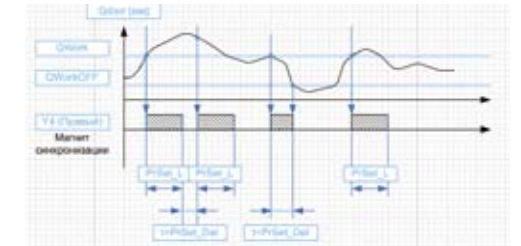


Рис. 10. Эскиз графика, поясняющий работу системы выравнивания перекося



Рис. 11. Главный рабочий экран, управления операциями отдельного затвора

На настоящий момент завершены все работы по шести водопропускным сооружениям В1...В6. В 2010 году будут продолжены работы по вводу в действие по двум сооружениям для пропуска судов С1 и С2.

За время деятельности ООО «Бюро промышленной автоматизации» прошло непростой путь от небольшой компании высококвалифицированных специалистов-единомышленников до надежной, устойчивой и эффективной инженеринговой компании, имеющей признание, отвечающей современным стандартам качества и жестким международным требованиям в высокотехнологичной и конкурентной области системной интеграции.

На сегодняшний день компания занимает прочные позиции на рынке создания и внедрения автоматизированных систем управления, основываясь на предоставлении полного комплекса услуг по автоматизации: технологических процессов, оперативного управления, административно-хозяйственной деятельности.

Компания уверенно смотрит в будущее и демонстрирует устойчивый ежегодный рост, расширение и углубление отраслевого присутствия, расширение спектра предлагаемых продуктов и услуг, при постоянном увеличении масштабов и сложности реализуемых проектов.



ООО «Бюро промышленной автоматизации»
107082 Москва, ул. Спартаковская, 10
Тел. (495) 645-79-99
www.bpa.ru