

## ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

О.В. Крюков (ОАО "Гипрогазцентр")

*Рассмотрены особенности проектирования и модернизации комплекса городских и производственных канализационных станций. Представлен анализ применения современных аппаратных средств и алгоритмов для оптимального управления главными насосами и вспомогательными системами станций водоотведения.*

*Ключевые слова: канализационные насосные станции, электропривод насосов водоотведения, устройство плавного пуска, аппаратура автоматического управления, АСУ локальными системами КНС.*

### Введение

Как известно, состояние инженерных сетей и надежность электрооборудования канализационных насосных станций (КНС) большинства периферийных российских городов и ряда промышленных объектов является критическим из-за их большой изношенности и отсутствия современных средств автоматизации. Иногда при модернизации электрооборудования действующих КНС используются технические решения, аналогичные системам водоподдачи, что приводит к негативному технико-экономическому эффекту от их внедрения из-за роста затрат, процессов заиливания гидротехнических сооружений и дополнительного расхода электроэнергии.

Сравнительный анализ ТП водоподдачи и водоотведения позволяет выработать наиболее целесообразные технические решения модернизации электрооборудования КНС, приводящие к быстрой их окупаемости, оптимальной надежной работе и минимальным ущербам от аварий. К таким техническим решениям относятся:

- замена центробежных насосов на погружные с модернизацией запорной арматуры и обратных клапанов, с целью исключения аварийных режимов "завоздушивания" гидросистем нагнетания и неустойчивого срабатывания аппаратуры;
- управление работой насосных агрегатов в кратковременных режимах путем включения/отключения асинхронных двигателей на номинальную скорость, чем обеспечивается их наилучшие энергетические (КПД и  $\cos\varphi_{ном}$ ), динамические и тепловые характеристики с перспективами длительной безаварийной работы;
- исключение гидроударов в трубопроводах и бросков тока в статорных обмотках при пускотормозных режимах благодаря использованию устройств плавного пуска с программируемыми диаграммами параметров переходных процессов, что значительно снижает эксплуатационные расходы и увеличивает долговечность системы;
- применение надежного вспомогательного электрооборудования (энергоисточников для бесперебойной работы автоматики, датчиков охраны, систем вентиляции, дренажа и отопления) с автоматическим управлением от соответствующих контроллеров;
- использование взаимосвязанной системы современных датчиков (тока, напряжения, температу-

ры, уровня, давления, времени работы, расхода электроэнергии и стоков в характерных и диктующих точках) с интерфейсом для оперативной индикации и передачи информации диспетчеру;

- внедрение системы телемеханики и диспетчеризации с использованием двух каналов радио-Ethernet и комплектования диспетчерских постов с визуализацией и протоколированием текущей и статистической информацией.

Две последние технические задачи являются системными, наиболее сложными и адаптированными под конкретные реализации КНС. При участии автора разработаны варианты структурных схем автоматизации, локальных систем управления и сбора данных (СУСД) КНС различной мощности и конфигурации оборудования. Эти идеи оформлены в виде патента на полезную модель.

В штатном режиме СУСД функционирует следующим образом: снимаются показания с датчиков, полученные данные архивируются в резидентной памяти и ожидается вызов от радиомодема ПК диспетчера; после вызова и установления связи считывается архив и текущие данные; связь разрывается. Полный цикл обмена определяется объемом информации, форматом и скоростью обмена конкретного типа радиомодема и интерфейса.

### Структура функционирования СУСД КНС

СУСД КНС обеспечивает автономную работу насосов по управлению, сбору и передаче информации с диспетчерского пункта или со встроенной клавиатуры в ручном режиме. При этом оптимизируется моторесурс исполнительных механизмов, программируются конфигурации подключаемых датчиков с настройкой параметров измерений, отображаются настройки, режимы и параметры на ЖКИ. Диспетчерская подсистема на базе стандартного ПК обеспечивает графический интерфейс пользователя, управление опросом через радиомодем, полную визуализацию принятых данных, аудио- и видеосигнализацию нештатных ситуаций, хранение в формате реляционных БД в режиме круглосуточной непрерывной работы.

Рассмотрим особенности одного из проектов по электрооборудованию и автоматизации КНС. Каждая из 11 КНС включают следующее оборудование<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций // Под ред. О.В. Крюкова. — Н.Новгород: Вектор ТиС. Том 1, 2010.

центробежный насосный агрегат – 2(3) ед.; вытяжной вентилятор – 1(2) ед.; приточный вентилятор с калорифером – 1 ед.; дренажный насос ("ГНОМ") – 1(2) ед.; дробильная установка ДУ-3; электрическое отопление машинного зала, грабельной и бытовых помещений; рабочее освещение помещений КНС; аварийное освещение помещений КНС; ремонтное освещение 36В машинного зала и резервуара; входная электрифицированная задвижка.

До модернизации входные задвижки КНС не были оборудованы электроприводами. Для перевода всех КНС в полностью автоматический безлюдный режим необходимо оборудовать задвижки электроприводами.

В проекте используется схема электроснабжения второй категории надежности, двухсекционная с автоматическим вводом резерва (АВР) на секционном контакторе, с питанием от двух вводов 380/220В. Обе секции работают одновременно и независимо. При отключении одного из вводов включается секционный контактор, подключая обе секции к работающему вводу. Для учета электроэнергии, потребляемой оборудованием КНС, на обоих вводах предусматриваются электрические счетчики типа СЭТ-4.ТМ, подключаемые через трансформаторы тока. Для передачи в диспетчерский пункт информации о расходе электроэнергии, напряжении и токе по вводам счетчики подключаются к локальной сети через модуль шлюза RS-232/485/Ethernet типа ADAM-4570 (Advantech).

Электрооборудование монтируется в силовом щите (ЩС) шкафного типа и включает: вводные автоматические выключатели; вводные и секционный контакторы; реле контроля напряжения; счетчики электроэнергии, трансформаторы тока и измерительные клеммники (ИК); фидерные автоматические выключатели; устройства плавного пуска насосных агрегатов; быстродействующие предохранители для защиты устройств плавного пуска; электромагнитные пускатели для вентиляторов, дренажных насосов, задвижки, электроотопления и дробильной установки ДУ-3; понижающий трансформатор 220/36В для ремонтного освещения; программируемый контроллер, аппаратура автоматики и АСУТП.

На ЩС предусмотрены автоматические выключатели для подключения электротельфера, сварочного аппарата и другого ремонтного инструмента.

#### **Аппаратные средства автоматизации КНС**

Для управления электродвигателями насосных агрегатов используются устройства плавного пуска типа ALTISTART 48. Эти устройства дополнительно выполняют функцию защиты электродвигателей от перегрузки и недогрузки (сухого хода).

Для защиты устройства плавного пуска используются быстродействующие предохранители и автоматические выключатели. Предусмотрены режимы ручного управления насосными агрегатами от кнопоч-

ного поста по месту в машинном зале и автоматического управления от программируемого контроллера и схемы автоматики. Для передачи информации о работе электродвигателей насосов в программируемый контроллер по протоколу MODBUS устройства плавного пуска оборудованы интерфейсом RS-485.

Для управления электродвигателями дренажных насосов используются электромагнитные пускатели прямого пуска. Защиту электродвигателя обеспечивает устройство защитного отключения трехфазного электродвигателя типа УЗОТЭ-2У. Для защиты от коротких замыканий используются автоматические выключатели. Предусмотрены режимы ручного управления от кнопочного поста по месту и автоматического управления от устройства контроля уровня типа САУ-М7Е с кондуктометрическими датчиками уровня.

Для управления вытяжными вентиляторами используются электромагнитные пускатели. Защита электродвигателя от перегрузки реализована с помощью устройства защитного отключения трехфазного электродвигателя УЗОТЭ-2У. Для защиты от короткого замыкания используются автоматические выключатели. Предусмотрены режимы ручного управления от кнопочного поста и автоматического управления (периодического включения) от программируемого контроллера.

Для управления приточными вентиляторами используются электромагнитные пускатели. Защита электродвигателя от перегрузки базируется на устройстве защитного отключения трехфазного электродвигателя УЗОТЭ-2У. Для защиты от короткого замыкания используются автоматические выключатели. Если на КНС имеется электроотопление, то управление электрокалорифером приточной вентсистемы выполняется при помощи измерителя-регулятора, например типа ТРМ201. При водяном отоплении КНС управление водяным калорифером приточной вентсистемы реализуется при помощи специализированного контроллера типа ТРМ133.

Предусмотрены режимы ручного управления от кнопочного поста и автоматического управления (периодического включения/выключения при повышении температуры окружающего воздуха) от ПЛК. Для передачи сигналов состояния прибор ТРМ201 подключается к ПЛК по интерфейсу RS-485.

Для управления входной электрифицированной задвижкой используется устройство управления и защиты электропривода задвижки (без применения концевых выключателей) ПКП1Т и электромагнитные пускатели. Для защиты от коротких замыканий используются автоматический выключатель. Отказ от использования концевых выключателей и применение прибора ПКП1Т позволяют повысить надежность работы задвижки. Схемой предусмотрены режимы ручного управления от кнопочного поста и автоматического от ПЛК. Для передачи сигналов состояния и команд управления задвижкой прибор ПКП1Т подключается к ПК по интерфейсу RS-485.

Для управления электрическим отоплением помещений используются электромагнитные пускатели, для защиты от короткого замыкания — автоматические выключатели. Измерение и поддержание температуры в помещениях выполняется при помощи измерителя-регулятора двухканального ТРМ202, а также датчика температуры — термометры сопротивления ТСМ-50М. Для передачи сигналов состояния прибор ТРМ202 подключается к ПЛК по интерфейсу RS-485. Часть КНС оборудована водяным отоплением. В этом случае для учета тепловой энергии установлены теплосчетчики. Для передачи в диспетчерский пункт информации о расходе тепловой энергии теплосчетчик подключается к локальной сети через модуль шлюза RS-232/485/Ethernet типа ADAM-4570 совместно с электрическими счетчиками.

Для охраны помещения КНС от проникновения посторонних лиц предусмотрена установка охранных датчиков (концевые выключатели на двери, объемные датчики, датчики разбития стекла) и прибора ОПС типа "Гранит". Передача сигнала тревоги от прибора ОПС на диспетчерский пункт выполняется через ПЛК. Для питания цепей автоматики в схеме предусмотрена отдельная схема АВР.

Для измерения уровня жидкости в резервуаре используется устройство контроля уровня САУ-М7Е с кондуктометрическими или поплавковыми датчиками уровня (по выбору заказчика). Для повышения надежности устанавливаются два прибора САУ-М7Е. Для управления насосами и обмена информацией с диспетчерским пунктом используется ПЛК100 (производства фирмы Овен) под управлением системы программирования CoDeSys. Программа ПЛК составляется на языке релейно-контактных схем.

Функции ПЛК:

- включение рабочего насоса при заполнении резервуара (уровень включения);
- отключение насосов при опорожнении резервуара (уровень отключения);
- контроль работы насоса и его аварийное отключение при обнаружении неисправности;
- включение резервного насоса при отказе рабочего или при большом притоке;
- включение аварийного насоса при достижении аварийного уровня (КНС с тремя насосами);
- учет числа включений и времени наработки насосов;
- управление входной задвижкой;
- контроль работы питающих вводов;
- контроль работы электрического отопления и температуры в помещении;
- периодическое включение вентиляционных систем;
- передача информации на диспетчерский пункт;
- управление насосными агрегатами и входной задвижкой по телекомандам диспетчера.

Для передачи информации от КНС на диспетчерский пункт в качестве основного канала используется

оборудование беспроводной сети стандарта 802.11b/g (Wi-Fi, для частотного диапазона 2,4 ГГц). Фактически контроллеры всех КНС и АРМ диспетчерского пункта объединяются в единую локальную сеть. Используется протокол обмена информацией TCP/IP. Контроллеры подключаются к точкам доступа DWL-2100AP по интерфейсу Ethernet.

Для передачи в сеть информации от электрических счетчиков, теплового счетчика (при использовании водяного отопления) и расходомеров используются:

- шлюз RS-232/485/Ethernet ADAM-4570;
- DWL-2100AP — многофункциональная беспроводная точка доступа для сетей предприятий;
- ANT24-2100 — параболическая антенна с высоким коэффициентом усиления, 21 dBi. Подключается к беспроводным устройствам стандартов 802.11b и 802.11g (2.4 ГГц) и имеет коэффициент усиления 21 dBi. Антенна также может быть подключена к беспроводному оборудованию 802.11b и 802.11g других производителей.

В качестве запасного канала используется проводной канал (выделенные физические пары и маршрутизаторы DSL-1501G) или GSM/GPRS канал.

На диспетчерском пункте предусматривается установка двух ПЭВМ АРМ диспетчера с 17-дюймовыми ЖК мониторами, сетевого коммутатора и точки доступа DWL-2100AP с внешней антенной и аппаратуры резервного канала. Для обеспечения надежности работы предусматривается система гарантированного питания.

Функции АРМ диспетчера:

- отображение состояния агрегатов КНС на мониторах;
- оповещение об аварийных ситуациях (визуальное и голосовое);
- телеуправление агрегатами КНС;
- ведение протоколов хода технологического процесса;
- накопление статистики по работе насосных агрегатов;
- ведение учета электро- и тепловой энергии;
- ведение учета перекачанных стоков;
- хранение справочной и нормативной документации.

ПО АРМ диспетчера решает следующие задачи:

- оперативное управление и контроль — программа "АРМ диспетчера КНС";
- расчет статистических отчетных параметров по результатам работы технологических установок КНС и выдача отчетов — программа "Отчет";
- создание и редактирование БД и видеоклипов АСУТП — программа "Редактор БД";
- обработка информации, получаемой от автоматизированной системы коммерческого учета расходов тепловой и электроэнергии;
- сервисное обслуживание и диагностика системы — программа "Диагностика".

Основной является программа "АРМ диспетчера КНС", которая устанавливается на АРМ диспетчера и предназначена для:

- автоматизации процесса оперативного диспетчерского управления, отображения и контроля состояния КНС и предупреждения ошибочных действий диспетчера;
- выдачи сообщений при возникновении аварийных (нештатных) ситуаций при работе технологического оборудования — визуальных и звуковых (голосовых);
- регистрации (протоколирования) хода ТП управления и подготовки данных для отчета о работе технологического оборудования за заданный интервал (сутки, неделя, месяц и т.д.) для использования программой "Отчет".

Режим исполнения программы на АРМ диспетчера — непрерывный, круглосуточный, в одном из трех режимов: активном, пассивном или фоновом. При работе программы в активном режиме разрешается управление технологическими установками, в пассивном — только отображение состояния технологических установок и ведение протокола хода ТП. При работе программы в фоновом режиме выполняется только протоколирование хода ТП одновременно с исполнением программ "Отчеты", "Учет" и др.

Программа "АРМ диспетчера" работает в диалоговом режиме и имеет наглядный многооконный пользовательский интерфейс, основанный на системе связанных и иерархически организованных видеока-

дров (мнемосхем), отображающих состояние объектов управления. Работа диспетчера с программой выполняется посредством набора меню, а также оперативных ("горячих") клавиш.

### Заключение

Реализация рассмотренного проекта позволит перейти к обслуживанию комплекса нескольких КНС по принципу "малолюдных" или "безлюдных" технологий с непрерывным оперативным мониторингом функционирования всех технологических агрегатов, а также прогнозированием их технического состояния.

Переход к работе основных насосов КНС в кратковременных номинальных режимах с использованием устройств плавного пуска обеспечивает улучшение эксплуатационных и энергетических характеристик, что способствует повышению надежности и долговечности их работы, а также максимальному энергосбережению.

Комплектование диспетчерских постов КНС системой телемеханики и диспетчеризации двумя каналами радио-Ethernet с визуализацией и протоколированием текущей и статистической информации (благодаря взаимосвязанной системе современных датчиков оперативной индикации и передачи информации диспетчеру) позволяет перейти к обслуживанию оборудования КНС по фактическому состоянию и значительно улучшить условия труда персонала.

*Крюков Олег Викторович — канд. техн. наук, доцент, гл. специалист ОАО "Тупрогазцентр".*

*Контактный телефон (831) 428-25-84.*

*<http://www.tuprogaztsentr.pф> E-mail: o.kryukov@ggc.nnov.ru*

## СТАНДАРТ ЧИСТОТЫ

### ООО "Б+Р Промышленная Автоматизация"

*Представлены основные особенности автоматизации процесса электродегидратации, реализованного в рамках оборудования компании Elcotech для сбора и удаления осадка сточных вод.*

*Ключевые слова: сбор и удаление осадка сточных вод, электродегидратация, радиоканал, беспроводная связь, контроллер.*

Сбор и удаление осадка сточных вод становится все более актуальной проблемой ввиду большого объема сбрасываемых коммунальных и промышленных сточных вод, а также высокой стоимости утилизации осадка. Его неэффективная обработка приводит к низкому качеству очистки стоков, понижению содержанию твердых частиц в осадке, увеличению затрат на удаление отходов, а также к необходимости дополнительной обработки осадка. Кроме того, для устранения недостатков процесса обработки осадка может потребоваться использование ресурсов, необходимых для выполнения других важных проектов. Поэтому оптимизация обработки осадка имеет первостепенное значение для решения вопросов эффективного использования ресурсов и защиты окружающей среды.

На практике достаточно эффективным является метод термической обработки осадка, позволяющий

получить более 15...35% содержания сухого вещества (число твердых частиц в общей массе). Однако этот метод характеризуется как дорогостоящий в плане использования энергии и денежных средств.

### Принцип электродегидратации

Технология электродегидратации, разработанная компанией Elcotech (Монреаль, Канада), позволяет решить задачу очистки осадка сточных вод при помощи электроосмоса с применением расчетного механического давления к твердым частицам осадка. Электродегидратация — это экономичный процесс с замкнутым циклом. С помощью новой технологии обработки осадка сточных вод методом электродегидратации компания Elcotech успешно дезинфицирует осадок и увеличивает содержание сухого вещества в механически обработанном осадке сточных вод до 50%. По сравнению с техно-