

УДК 621.316

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Николаев Н.В., студент гр. Элб-161, IV курс

Научный руководитель: Еремеев М.М., старший преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Работа посвящена разработке и внедрению оборудования дистанционного контроля и управления параметрами работы системы водоснабжения поселка Октябрьский Прокопьевского района Кемеровской области.

Поселок является административным центром Кузбасского сельского поселения, по данным переписи на 2010 год в нем проживало 537 человек. Самым крупным предприятием, располагающимся в поселке, является Шахтоуправление Майское, в состав которого входит Разрез «Первомайский» с балансовыми запасами угля в 623 млн тонн. Также около поселка расположены еще два разреза – «Энергетик» и «Майский».

В ходе работы были изучены и обследованы объекты водоснабжающей станции. На основании полученных данных и исходя из анализа существующей схемы, была разработана система автоматического управления, произведен выбор оборудования.

Далее сравнили потребление электрической энергии приборами в разных режимах работы (в исходной схеме, в схеме автоматики). Исходя из этого можно сделать вывод о том, что после модернизации системы водоснабжения энергопотребление уменьшилось на 32,77.тыс. кВтч, следовательно, экономический эффект был достигнут.

Система водоснабжения поселка Октябрьский состоит из двух подземных скважин, оборудованных глубинными насосами ЭЦВ 6-16-140 мощностью 11 кВт. Вода из скважин, пройдя систему химводоочистки (химводоочистка – это процесс, включающий два этапа: на первом происходит предварительная подготовка воды, на втором химическая очистка с использованием разнообразных методов [1]), расположенную в павильоне вблизи от скважин, поступает в водонапорную башню высотой 18 м.

Исходным режимом работы системы водоснабжения является попеременная работа скважин. Переключения используемых насосов осуществляются персоналом эксплуатирующей организации с помощью шкафа ручного управления. Регулирования напора или расхода воды не производится, т.е. башня в период отсутствия разбора работает с переливом.

По результатам обследования было принято решение реализовать работу скважин по поддержанию уровня воды в башне в определенных пределах, величину которых возможно будет изменять дистанционно.

Данная задача решена посредством SCADA-системы.

В результате построенная АСУ ТП должна:

- обеспечивать необходимое конфигурирование объекта в системе, настройка параметров и форм отображения (мнемосхемы);
- производить непрерывный сбор и вывод параметров работы объекта;
- иметь возможность дистанционного управления режимом работы насосного оборудования (переключения, ограничения по частоте, плавный пуск);
- осуществлять опрос объектовых устройств контроля параметров, измерителей регуляторов, преобразователей частоты с протоколом обмена Modbus RTU;
- позволять производить изменение режима работы системы централизованного водоснабжения (режим поддержания определенного уровня воды в башне, режим поддержания уровня воды в заданных пределах, а также ручной режим) с контролем данного режима и отображением текущего на мнемосхеме;
- контролировать состояние насосного оборудования (запущен/остановлен);
- контролировать давление на выходе водовода у водонапорной башни;
- контролировать температуру на объекте;
- управлять преобразователем частоты, с контролем необходимых параметров (ток, частота, ошибки).

Ввиду большой удаленности узлов водоснабжения (скважины, водонапорные башни) друг от друга необходимо обеспечить связь между башней и насосным оборудованием скважин.

Для выполнения поставленной задачи должны быть выполнены следующие мероприятия:

- создана АСУ ТП;
- произведен выбор оборудования, требуемого для реализации АСУ ТП;
- написано ПО для функционирования АСУ ТП;
- построен павильон у водонапорной башни;
- выполнен монтаж всех компонентов АСУ ТП (шкафы ручного регулирования были заменены на шкафы автоматики, установлены силовые шкафы для питания электрооборудования, произведена врезка отводов в отходящий водовод от башни для установки датчиков давления и манометров).

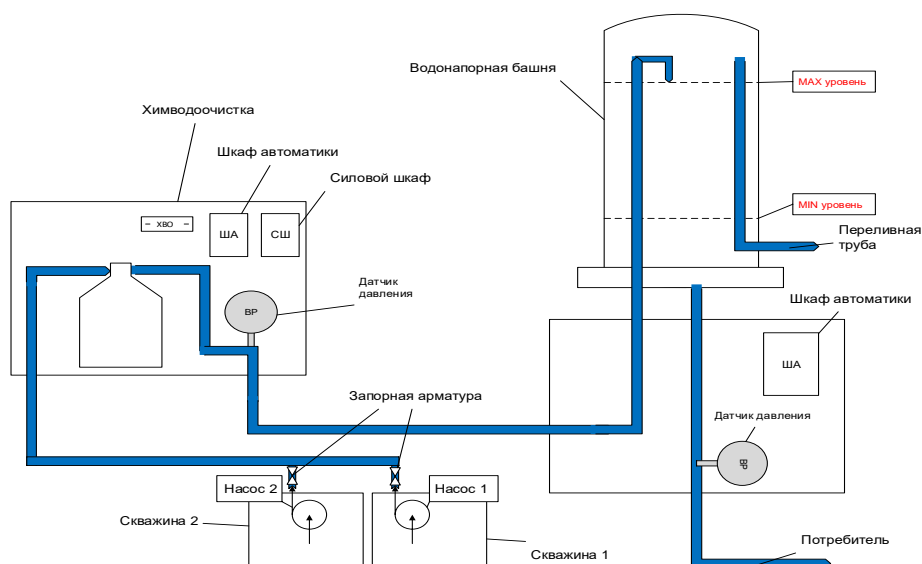


Рис. 1. Схема автоматизированной системы водоснабжения пос. Октябрьский

Автоматизированная система управления технологическим процессом состоит из следующих объектов и пунктов.

ПЛК – программируемый логический контроллер. Является прибором, управляющим автоматизированными системами технологических процессов в соответствии с программным алгоритмом, загруженным в память встроенного микропроцессора.

Для создания систем автоматизированного управления технологическими процессами в водоснабжении, в энергетике, на ж/д транспорте, в различных областях промышленности [2].

Датчик давления воды для насоса представляет собой прибор, чувствительный к любым изменениям давления воды в водопроводной сети и отклонениям от установленных пользователем параметров.

Электрические насосы в системе водоснабжения подают воду потребителю с определенной величиной напора и объема. В ходе данного процесса некоторая часть давления тратится при преодолении гидравлического сопротивления трубопровода и подъема объема жидкости на определенную высоту. Необходимо настроить величину напора таким образом, чтобы при присутствующих гидравлических потерях была обеспечена непрерывная транспортировка вещества на заданный участок [3].

Для нашей АСУ ТП наиболее подходящими выбраны датчики СДВ-И-коммуналец (НПК ВИП).

Прибор ОВЕН ТРМ200 – двухканальный микропроцессорный измеритель, предназначенный для измерения различных технологических параметров, таких как: давление, уровень жидкости, влажность, температура и др. (зависит от типа подключенных датчиков). [4]

ТРМ200 имеет модуль интерфейса RS-485, работающий по протоколу ОВЕН, Modbus ASCII/RTU.

Интерфейс RS-485 позволяет:

- конфигурировать прибор на ПК;
- передавать в сеть измеренные значения, а также другие программируемые параметры.

Логика работы ПЛК100 определяется в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью среды программирования CoDeSys 2.3.8.1 и старше [2].

CoDeSys — инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации.

Использовать мы будем SCADA – систему, т.к. она предоставляет возможность визуализировать систему за счет мнемосхемы.

SCADA – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки и отображения информации об объекте управления

Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и, для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC серверы. Программный код может быть написан на одном из языков программирования [5].

Функции SCADA:

- прием и обработка данных от контроллеров;
- создание баз данных и архивов, ведение журнала учета событий с временными отметками;
- визуализация протекания технологического процесса для возможности человека видеть процесс наглядно;
- обмен данными между диспетчерским пунктом, контроллером, объектом управления и исполнительными механизмами;
- аварийная сигнализация;
- составление отчетов на основе полученной/архивированной информации;
- управление технологическим объектом по заданному алгоритму [6].

OPC сервер представляет собой программное обеспечение и в системе автоматизации предназначен для получения данных во внутреннем формате, преобразования их в формат OPC. Формат OPC служит для унификации взаимодействия различных компонентов и систем, используя только одну технологию шифрования и передачи данных (OPC).

Скважинные и водоснабжающие насосы имеют высокую производительность, но в то же время достаточно дороги с точки зрения потребления электрической энергии. Для сохранения ресурса и срока эксплуатации, сокращения затрат на электроэнергию возможно при подключении насоса через частотный преобразователь.

В режиме максимальной нагрузки насос работает лишь в периоды пикового потребления воды, что бывает крайне редко. Во всех остальных случаях повышенная мощность оборудования излишняя.

Насос – устройство, которое предназначено для напорного перемещения, различных жидкостей, путем сообщения ей внешней потенциальной или кинетической энергии.

Выбираем насос ЭЦВ-6-16-140.

Погружной центробежный агрегат ЭЦВ 6 предназначен для подъема воды из артезианских скважин с целью осуществления водоснабжения, орошения и других подобных работ [7].

Исходный режим работы системы водоснабжения подразумевал постоянную работу глубинного насоса одной из скважин. Экономический эффект – это конечный экономический результат, полученный от проведения какого-либо мероприятия, вызывающего улучшение каких-либо показателей работы организации [8].

В исходной схеме каждый насос потребляет 11кВт и работают на ≈ 100%.

Потребление электроэнергии считается по следующей формуле:

$$W = \frac{W_{об} * t}{1000},$$

где  $W_{об}$  – потребление электроэнергии оборудованием, кВт\*ч;  $t$  – количество рабочих часов насосов, ч.

Потребление электроэнергии в исходной схеме

$$W_{и} = \frac{11 * 8760}{1000} = 96,36 \text{ тыс. кВтч.}$$

Режим работы в схеме с автоматикой подразумевает попеременную работу двух скважин с помощью АСУ ТП.

Исходя из статистических данных, полученных при работе системы водоснабжения за 4 месяца, период работы насосов составляет 66% от всего времени.

Количество часов работы насосной системы в схеме автоматики:

$$t_a = \frac{8760 * 66}{100} = 5781,6 \text{ ч.}$$

Потребление электроэнергии при работе в автоматическом режиме:

$$W_a = \frac{11 * 5781,6}{1000} = 63,59 \text{ тыс. кВтч.}$$

Экономический эффект, полученный за годовой период работы скважин в автоматическом режиме, составит:

$$\Delta W = W_{\text{и}} - W_{\text{а}} = 96,36 - 63,59 = 32,77 \text{ тыс. кВтч.}$$

Данная экономия является ориентировочной и рассчитана на основании анализа работы системы водоснабжения за 4 месяца 2019 года. Во многом экономический эффект будет зависеть от погодных условий в данном районе. Благодаря применению частотных преобразователей, из работы насосов будут исключены прямые пуски, которые являются самыми энергозатратными и наиболее снижающими их срок службы. При постоянном росте тарифов на электроэнергию экономия с каждым годом будет лишь увеличиваться.

При существующем тарифе 3,31 руб./кВтч ориентировочная годовая экономия от реализации данной системы составит 108,46 тыс. руб. При затратах на модернизацию системы водоснабжения в размере 322,215 тыс. руб., срок окупаемости составит 3 года.

### Список литературы:

1. ХВО, химводоподготовка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.voda-urala.ru/stati/xvo.php> (Дата обращения 07.03.2020).

2. ПЛК|ОВЕН технические характеристики на оборудование для ПЛК100 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.nt-rt.ru/images/manuals/plk100.pdf> (Дата обращения 07.03.2020).

3. Датчик давления воды в системе водоснабжения [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://montagtrub.ru/datchik-davleniya-vodyi-v-sisteme-vodosnabzheniya-naznachenie-printsip-raboty-podklyuchenie/> (Дата обращения 07.03.2020).

4. Датчик давления воды в системе водоснабжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://montagtrub.ru/datchik-davleniya-vodyi-v-sisteme-vodosnabzheniya-naznachenie-printsip-raboty-podklyuchenie/> (Дата обращения 07.03.2020).

5. SCADA [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA> (Дата обращения 07.03.2020).

6. SCADA системы: что это такое и функциональные возможности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://urbanpanda.ru/scada\\_systems/](https://urbanpanda.ru/scada_systems/) (Дата обращения 07.03.2020).

7. Насос ЭЦВ-6-16-140 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.livnasos.ru/catalog/nasosy\\_ecv/ecv\\_6/ecv\\_6-16-140](https://www.livnasos.ru/catalog/nasosy_ecv/ecv_6/ecv_6-16-140) (Дата обращения 07.03.2020).

8. Экономический эффект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1743654/page:54/> (Дата обращения 07.03.2020).