

УДК 621.316

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОСЕЛКА МИРНЫЙ

Мухина М.А., студент гр. ЭЛб-161, IV курс

Научный руководитель: Еремеев М.М., старший преподаватель.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Система водоснабжения – это комплекс инженерных сооружений для забора, очистки и подачи воды потребителям. Она включает в себя: источники воды, насосные станции, станции очистки, баки, резервуары и сети трубопроводов [1].

Автоматизация систем водоснабжения является актуальным направлением в сфере электроэнергетики. Это обусловлено тем, что в России большое количество населённых пунктов (посёлки, села), в которых системы водоснабжения с ручным управлением. Что в свою очередь приводит не только к повышенным экономическим затратам (постоянная работа насосов, оплата труда водораздатчиков), но и к нестабильной работе системы водоснабжения (перелив воды в системах с башнями, её нехватка, и, как следствие низкий уровень давления в системе), а также к частым поломкам различных элементов оборудования (частые прямые пуски, постоянная работа на максимальных параметрах).

Системы водоснабжения позволяют удовлетворить производственные, хозяйственно-питьевые нужды, а также обеспечивают водой системы пожаротушения. Поэтому автоматизированная система водоснабжения (далее АСВ) должна обеспечивать получение воды, ее очистку (если это необходимо согласно требованиям потребителей), подачу воды к месту ее потребления с определенными параметрами.

Выделяют следующие виды АСВ:

- 1) по роду обслуживаемых объектов (городские, поселковые, промышленные, сельскохозяйственные);
- 2) по способам подачи воды (самотечные, с механической подачей воды, со смешанной подачей);
- 3) по кратности использования подаваемой воды системы водоснабжения (прямоточные, с оборотом воды, с последовательным использованием воды на различных установках);
- 4) по природным источникам водоснабжения (системы водоснабжения, использующие воду поверхностных источников; системы, использующие подземные воды);
- 5) системы водопроводов, объединенные с противопожарным водопроводом (низкого давления, высокого давления).

Рассматриваемая система водоснабжения является поселковой, с механической подачей воды, прямоточная, использующая воду подземных источников. В поселке находится Мирновская основная общеобразовательная школа, «Колокольчик» Детский сад №6, котельная.

Система водоснабжения состоит из скважины и распределительного узла расстояние, между которыми по прямой составляет 528м. Скважина и узел находятся на высоте 198 м и 220 м над уровнем моря соответственно. От станции трубопровод распределяется на верхнюю и нижнюю часть поселка, а также происходит питание котельной на прямую от станции.

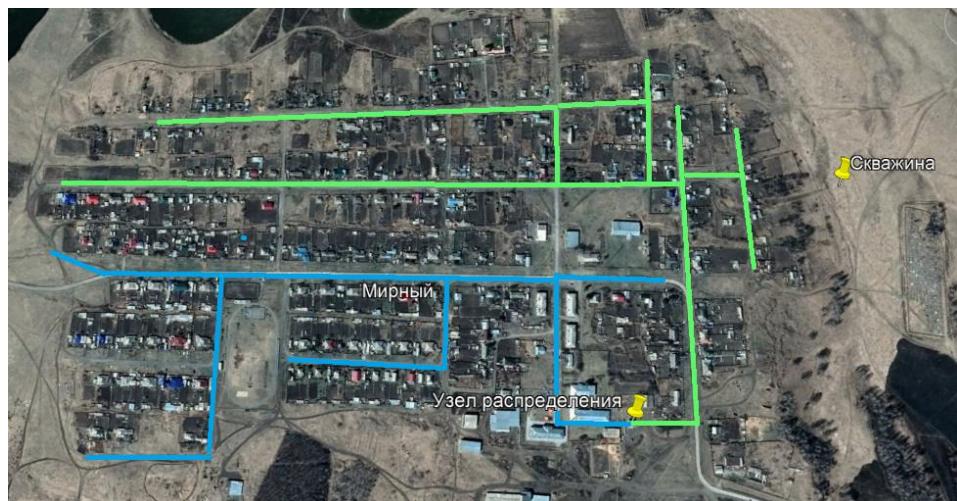


Рис.1. Система трубопровода поселка Мирный
(зеленым показано расположение трубопровода,
питающего низ села, синим – верх села)

Снабжение скважины и узла соответствует потребителю 2 категории. Питание осуществляется от ТП, расположенной в посёлке, посредством ВЛ-0,4кВ.

При анализе исходной системы было выявлено, что происходят частые скачки в объёмах потребления воды, а также, что значительные перепады давления на узле распределения не приводили к заметным изменениям напора воды на скважине, что в свою очередь приводило к нестабильному гидравлическому режиму водопровода, и, вследствие большого возраста водопроводной сети, к частным порывам и нарушению подачи воды во всем посёлке.

В поселке имеются двухэтажные здания, для подачи воды в которые напор на вводе определяется, согласно СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», по следующей формуле:

$$h = 10 + 4 \cdot (n - 1) = 10 + 4 \cdot (2 - 1) = 14 \text{ м},$$

где n – количество этажей.

В системе водоснабжения поселка нет бака-накопителя, т.е. вода сразу подается потребителям, и, в случае резкого перепада давления, во избежание аварийной ситуации, возникает необходимость оперативно произвести корректировку напора на скважине. Трубопроводы, ведущие к потребителям, не оборудованы запорной арматурой, позволяющей в случае аварии дистанционно перекрывать поврежденный участок трубопровода и производить на нем ремонтные работы, и в то же время подавать воду в часть посёлка по исправному трубопроводу.

Проблемы указанные выше позволяет устраниить АСВ. Для этого система должна состоять из:

- 1) шкаф управления скважины, включающий в себя:
 - устройство управления - программируемый логический контроллер (ПЛК);
 - первичные преобразователи – датчики давления;
 - нормирующий преобразователь;
 - преобразователь частоты (ПЧ);
 - блоки питания первичных преобразователей и вспомогательного оборудования;
- 2) силовой шкаф, включающий в себя: силовые контакторы, автоматические выключатели;
- 3) шкаф контроля и управления распределительного узла, включающий в себя:
 - устройство управления - модуль дискретного ввода/вывода;
 - первичные преобразователи – датчики давления;
 - нормирующий преобразователь;
 - блоки питания первичных преобразователей и вспомогательного оборудования;
- 4) диспетчерский пункт с установленным ПО для отслеживания состояния оборудования.

В состав программного обеспечения диспетчерского пункта входят:

- 1) операционная система Windows (для ПК);
- 2) программное обеспечение Scada (для диспетчеризации системы).

ПЛК – микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления.

ПЧ – электронное устройство, предназначенное для изменения частоты. ПЧ позволяет производить регулирование режима работы, а так же содержит в себе устройства, позволяющие организовать все виды защиты оборудования.

Нормирующий преобразователь – устройство, предназначенное для преобразования токового сигнала первичного преобразователя в числовой и направления полученного сигнала на ПЛК.

Возможны несколько способов реализации передачи данных между распределительным пунктом и скважиной:

- 1) передача через Scada-систему (передача данных происходит за счет модемов посредством сетей GPRS);
- 2) проводные сети;
- 3) радиомодемы с протоколом Modbus.

В системе необходим постоянный обмен данными между оборудованием скважины и распределительного пункта. Scada не удовлетворяет данным условиям ввиду большого объема трафика между объектами и повышения затрат на содержание системы. Проводные сети не обладают необходимым уровнем надежности (высокая вероятность обрыва провода при сильном ветре), а также требуют больших капиталовложений (установка опор, копка траншей). Учитывая вышеизложенное, обмен данными целесообразно организовать посредством радиомодемов нелицензируемых диапазонов.

Для реализации этого способа необходимы антенны и прямая видимость объектов. Но так как объекты находятся на разной высоте (рис.2) и между ними находятся жилые постройки, прямая видимость отсутствует, то для обеспечения устойчивого сигнала применены направленные антенны.

У радиомодема должен быть определенный частотный диапазон, который оказывает влияние на характеристики проектируемой беспроводной системы, т.к. этот параметр связан с дальностью связи, пропускной способностью, энергопотреблением. С увеличением радиочастоты уменьшается уровень фоновых помех, увеличивается способность антенн, но вместе с тем и уменьшается способность волн огибать препятствия. В основном используются радиомодемы со следующими диапазонами, эффективными в условиях плотной застройки:

- 1) 433 МГц (применяется в основном для подвижных объектов);
- 2) 868 МГц (применяется в основном для статичных объектов).



Рис. 2. Профиль рельефа участка сети до распределительного пункта

Более детально рассмотрим оборудование, используемое для данной автоматизированной системы водоснабжения.

Программируемый контроллер ПЛК100-220. Р-М – моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту (рис.3.а). ПЛК предназначен для создания систем управления, построения систем диспетчеризации, управления механизмами. Программирование ПЛК производится в системе CoDeSys v2.3. Контроллер поддерживает работу с нестандартными протоколами по любому из интерфейсов, что позволяет подключать такие устройства как электро-, газо-, водосчетчики, и т.п. [3].

Измеритель двухканальный TPM-200 – устройство, применяемое для измерения температуры, уровня, давления, влажности, веса и других физических параметров теплоносителей и различных сред (в зависимости от подключенных датчиков). TPM -200 (рис.3.б) имеет два универсальных входа для подключения датчиков, два светодиодных индикатора, позволяющих отображать измеренные значения, интерфейс RS-485[4].

МК110 – модули дискретного ввода/вывода предназначены для управления по сигналам из сети RS-485 встроенными дискретными выходными элементами, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением, и сбора данных с дискретных входов модуля с передачей их в сеть RS-485[5].



Рис.3. Оборудование АСВ

Радиомодем E-byte DTU32 (рис 3.в) с диапазоном 868 МГц и расширенным спектром имеет преимущество в дальности и скорости обмена данными для стационарных сетей. Небольшая длина волны этих диапазона (35 см) позволяет применять компактные антенны с большим коэффициентом усиления.

Радио модем имеет интерфейсы RS-232 и RS-485 и поддерживает шифрование и сжатие данных [2, 6].

В качестве запорной арматуры применен шаровой кран с электроприводом (рис.3, г). Кран представляет собой автоматизированный узел с запорным механизмом, приводящимся в движение исполнительным механизмом (электроприводом), а также оборудованный концевыми выключателями для отслеживания положения запорной арматуры.

Структурная схема АСВ для поселка Мирный показана на рисунке 4. Штриховыми линиями указан радиоканальный участок подсети Modbus RS-485 контроллера ПЛК -100.

Применение радиомодемов позволило обеспечить устойчивую высокоскоростную связь между оборудованием распределительного пункта системы водоснабжения и оборудованием скважины. Программа ПЛК предусматривает два режима работы глубинного насоса: по датчику давления на распределительном пункте (основной), а также по датчику давления на скважине (резервный), что способствует повышению надежности системы и ее энергоэффективности.

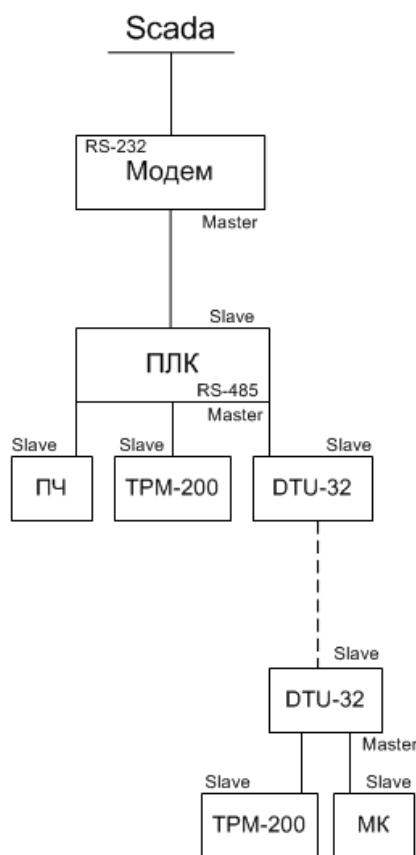


Рис.4. Схема оборудования АСВ

АСВ в поселке Мирный была выведена в работу в июле 2019 года. За это время наблюдается значительное снижение потребления электроэнергии. Показатели энергопотребления на водоснабжение поселка Мирный указаны в табл. 1.

Таблица 1

Энергопотребление на водоснабжение поселка Мирный

	01.2019	02.2019	03.2019	04.2019	05.2019	06.2019	07.2019
Электро-энергия, кВт·ч	5700	1400	5885		3181	7695	3501
Оплата, руб.	40563	10052	40410		21117	51008	25880
	08.2019	09.2019	10.2019	11.2019	12.2019	01.2020	02.2020
Электро-энергия, кВт·ч	4314	2385	1342	2243	1803	3300	1300
Оплата, руб.	31186	18087	10247	17356	13964	23100	9100

Из табл. 1 видно, что сократился объем потребляемой электроэнергии и вследствие этого снижены затраты за электроэнергию.

В заключении отмечу, что АСВ позволяют не только вести регулирование работы оборудования, повышая надежность и экономическую выгоду, сокращая расходы на электроэнергию, но и позволяет устранять множество недостатков, которыми обладают системы с ручным управлением. Так в исходной системе после установки АСВ был стабилизирован гидравлический режим водопроводной сети, необходимый потребителям объем воды теперь добывается с меньшей частотой вращения и, соответственно, с меньшим уровнем давления, что в свою очередь приводит к сокращению прорывов водопровода, а также к повышению уровня энергоэффективности.

Список литературы:

1. Классификация систем водоснабжения [Электронный ресурс] /КотлЭнерго Инженерные системы – Режим доступа: http://serviceteplo.ru/?page_id=1140 (Дата обращения 15.02.2020).
2. Нелицензируемые частотные диапазоны 433/868 МГц для радиомодемов и аналоговой радиосвязи [электронный ресурс] / МобайлРадио. – Режим доступа: <http://www.mobilradio.ru/information/artikles/?433-868mhz> (Дата обращения 05.03.2020).
3. Овен ПЛК100 [электронный ресурс] / Овен Оборудование для автоматизации. – Режим доступа: https://owen.ru/product/plk100_150_154.
4. ТРМ200 двухканальный измеритель с универсальным входом и RS-485 [электронный ресурс] / Овен Оборудование для автоматизации. – Режим доступа: <https://owen.ru/product/trm200> (Дата обращения 10.03.2020).

5. Модули дискретного ввода/вывода (с интерфейсом RS-485) МК110 [электронный ресурс] / Овен Оборудование для автоматизации. – Режим доступа:

https://owen.ru/product/moduli_diskretnogo_vvoda_vivoda_s_interfejsom_rs_485
(Дата обращения 10.03.2020).

6. 868MHz Modem Ebyte [электронный ресурс] / Chengdu Ebyte Electronic Technology Co. – Режим доступа: <http://www.cdebyte.net/lora-modem/868mhz-modem.html> (Дата обращения 11.03.2020).