

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ

**Кривякин А.С., зав. отд. СКТБ «Турбулентность»; Пилипенко О.Н., инж. СКТБ
«Турбулентность»**
(ГВУЗ «Донецкий национальный университет», г. Донецк)

Эксплуатация инженерных водопроводных сетей неизбежно приводит к потерям воды. Текущие реальные потери воды в сети делятся на естественные потери и утечки воды водопроводной сети и сооружений. Последние можно разделить на эксплуатационные и прогнозируемые утечки. На прогнозируемые утечки влияет состояние водопроводных сетей и объектов водоснабжения, скорость и качество ремонта, активный контроль утечек, давление в водопроводной сети.

По данным КП «Донецкгорводоканал» в 2010г. износ водопроводных сетей составлял 85%, утечка составляла 45%, количество аварийных ситуаций по г.Донецк 9128 шт.

Один из способов борьбы с утечками – автоматизированный контроль и управление технологическим процессом и оборудованием.

КП «Донецкгорводоканал» интенсивно реализовывает идеологию автоматизированного диспетчерского контроля и управления объектами водоснабжения. Внедрение систем сбора и передачи информации (ССПИ) позволяет учитывать и анализировать параметры технологического процесса на объекте (водопроводные узлы, подкачивающие станции, водопроводные сети, очистные сооружения), своевременно реагировать на аварийные ситуации, удаленно управлять исполнительными механизмами. Анализируя давление и расход на участке сети, появилась возможность выявлять скрытые утечки воды (которые не выходят на поверхность грунта).

Зоны избыточного давления в водопроводных сетях являются потенциально опасными для изношенных участков сети и в случае аварийной ситуации несут наибольшие потери воды (соотношение между утечками воды и давлением в сети приведено на рис.1).

В 2011г. КП «Донецкгорводоканал» совместно с СКТБ «Турбулентность» ДонНУ для осуществления регулирования давления в водораспределительной сети и мониторинга технологических параметров сети внедрил несколько десятков автономных комплексов регулирования давления в зонах избыточного давления. Комплекс представляет собой водопроводный колодец с узлом регулирования давления, узлом учета воды, системой сбора и передачи информации и системой автоматического регулирования давления (САРД).

В ССПИ предусмотрено:

- автономная работа комплекса;
- учет потребленной воды;
- измерение магистрального давления и в распределительной сети;
- связь с диспетчерским пунктом по сетям мобильной связи;
- идентификацию обслуживающего персонала;
- сигнализацию о несанкционированном проникновении в колодец;
- сигнализацию о затоплении колодца.

В САРД предусмотрено:

- снижение давления магистрального водопровода до технологически необходимого в распределительной сети;
- автоматическое регулирования давления в соответствии с уставкой давления или суточным графиком при помощи задвижки с электроприводом;
- контроль снижения давления ниже допустимого уровня;
- местное управление задвижкой с электроприводом;

- дистанционное изменение уставки давления и суточного графика.

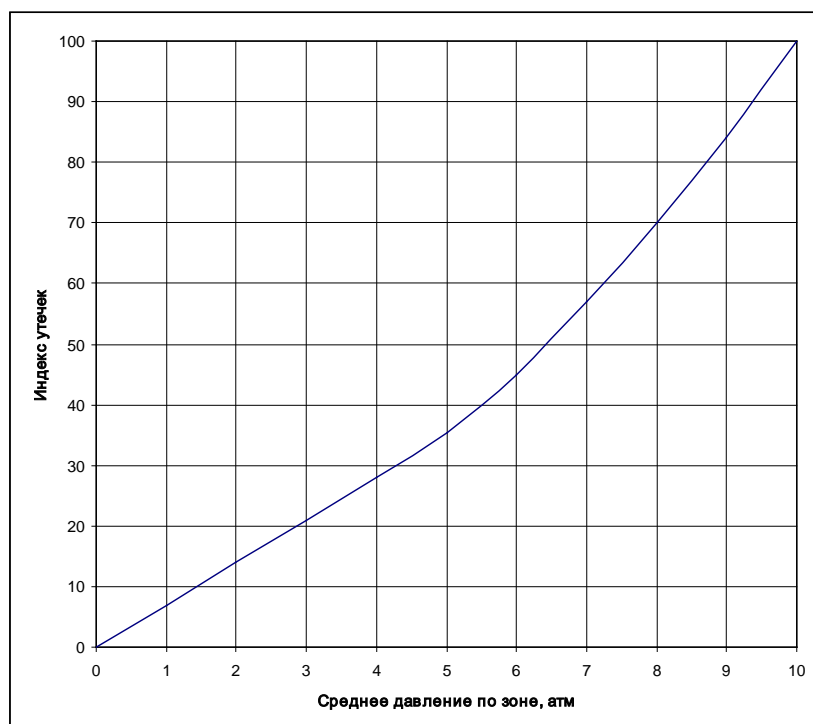


Рисунок 1 – Соотношение между утечками воды и давлением в сети

Для измерения основных технологических параметров применяются: измеритель давления воды ИД-1.0, счетчик воды Sensus MeiStream с модулем передачи импульсов и данных HRI-Mei для удаленного снятия показаний и измерения мгновенного расхода воды. В узле регулирования давления с целью понижения давления в распределительной сети принято решение использовать пружинный регулятор давления «после себя» КИАРМ63025. Дополнительное регулирование давления воды осуществляется поворотной задвижкой «Баттерфляй» с электроприводом Belimo 24В и с потенциометром. Сигнализацию о аварийно низком давлении осуществляет реле давления SUCO HEX24. Для преобразования логических уровней с HRI-Mei, применяется модуль IO-2016 сопряжения протокола M-bus с протоколом Mod-Bus.

Для объединения используемого оборудования в систему сбора и передачи информации применен контроллер R-642 и терминал передачи данных GMD-2400. Контроллер R-642 имеет интерфейсы RS-232 и RS-485, дискретные входы, достаточный объем энергонезависимой памяти программ, возможность удаленной настройки и управления. Для обеспечения передачи данных на центральный диспетчерский пункт устанавливается терминал передачи данных GMD-2400, в котором реализован стек протоколов GPRS и IP. ССПИ выполняет функции опроса датчиков давления, счетчика воды и передачу данных в диспетчерский пункт.

Сигнализация о затоплении объекта осуществляется поплавковым выключателем РС-8. Открытие люка колодца вызывает срабатывание датчика несанкционированного доступа DSC. Для идентификации вошедшего персонала применен считыватель электронного ключа RD-2. Прикладывание электронного ключа снимает колодец с режима охраны и в диспетчерский пункт приходит информация о номере ключа, по которому можно отследить, кто из обслуживающего персонала находится в колодце.

САРД состоит из: повышающего блока питания NLP-240/A, контроллера управления задвижкой IO-2015, модуля управления задвижкой PZ-1. Контроллер IO-2015 выполняет функции суточного регулирования давления посредством задвижки с электроприводом, основываясь на данных, полученных от ССПИ. Блок питания NLP-240/A необходим для

преобразования постоянного напряжения 12В от блока питания NLA-50/A в напряжение 24В, необходимое для работы привода задвижки.

В качестве источника питания применяется блок питания NLA-50/A, представляющий собой необслуживаемую аккумуляторную батарею номинальным напряжением 12В, емкостью 100Ач. В среднем автономный комплекс работает до 6 месяцев без подзарядки блока питания NLA-50/A.

Автономный комплекс регулирования давления предполагает понижения давления в два этапа. Основное падение давления выполняет пружинный регулятор давления «после себя» КИАРМ63025, который поддерживает заданное давления в сети после себя. Более точное регулирование давления выполняется при помощи задвижки «Баттерфляй» с электроприводом.

Автономный комплекс регулирования давления предполагает ручной и автоматический режим работы. Автоматический режим работы предусматривает регулирование положения задвижки по уставке давления или по суточному графику давления. Диспетчер имеет возможность удаленно перенастраивать уставку и суточный график.

В связи с тем, что комплекс является автономным, ССПИ с заданной периодичностью выполняет штатный алгоритм работы и уходит в спящий режим. При резком, ниже установленной нормы снижении давления на выходе, система «просыпается» по срабатыванию реле давления.

При регулировании давления основная задача заключается в расчете необходимого изменения положения задвижки в зависимости от необходимого падения давления на задвижке. Необходимое падение давления на задвижке зависит от рабочей уставки, давления на выходе комплекса и текущего расхода воды. Изменение положения задвижки влечет изменение текущего расхода воды. На рис.2 приведена блок-схема регулирования давления.

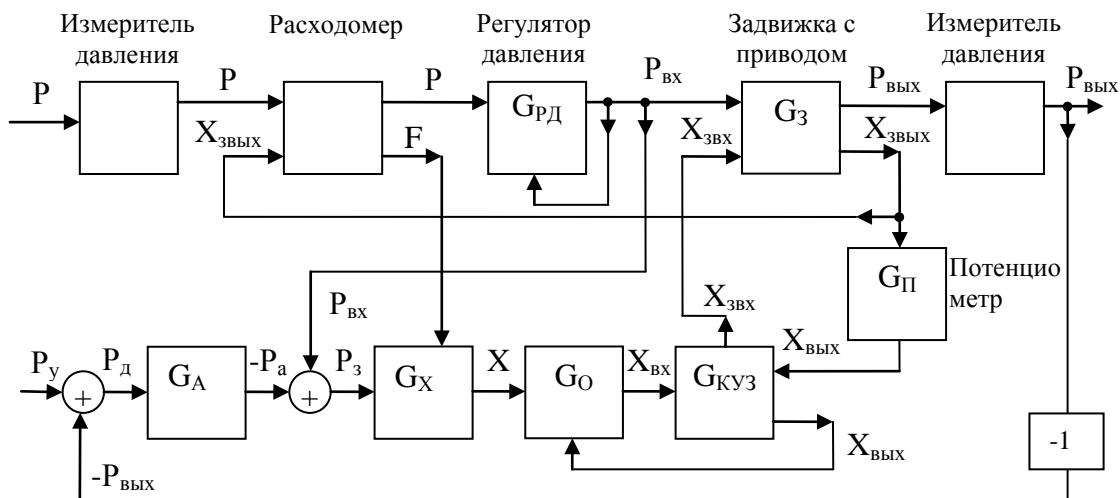


Рисунок 2 – Блок-схема регулирования давления

В зависимости от уставки или суточного графика давления существует некоторая опорная уставка по давлению P_y . Опорная уставка по давлению P_y сравнивается с давлением на выходе комплекса $P_{вых}$. Механизм обратной связи не вносит коррективы до тех пор, пока не будет обнаружено отклонение P_d в величине выходного давления $P_{вых}$. Контур анализа чувствительности и корректировки отклонения представлен функцией G_A . Регулятор давления с характеристикой $G_{рд}$ выполняет понижение магистрального давления P до некоторого известного рабочего давления $P_{вх}$. После достижения рабочего давления $P_{вх}$ управление переводится на систему регулирования с обратной связью для более точного поддержания требуемого давления. Результат сравнения $P_з$ скорректированного отклонения P_a от опорной уставки и рабочего давления $P_{вх}$ является входной величиной для расчета необходимого падения давления на задвижке (исполнительном механизме). Поворотная задвижка $G_з$ создает различное гидравлическое сопротивление в зависимости от положения

и имеет нелинейную пропускную характеристику. Контур проверки достоверности исходных данных, расчета необходимого падения давления на задвижке и расчета положения задвижки представлен функцией G_x . Сложность вычислений заключается в непрямой зависимости падения давления на задвижке от ее положения. В расчетах принимает участие значение текущего расхода F . Именно зависимость расхода не только от конструктивных особенностей задвижки, но и от условий работы (сопротивления всей системы, перепада давления на задвижке) используется при расчете. Рассчитанное положение задвижки X дополнительно корректируется функцией G_o в зависимости от текущего положения задвижки $X_{вых}$ и ограничений, связанных с не идеальностью проходного сечения задвижки. Скорректированное положение задвижки $X_{вх}$ передается на контроллер управления задвижкой $G_{куз}$, который непосредственно контролирует положение задвижки $X_{звых}$ через показания потенциометра $X_{вых}$ в цепи обратной связи.

На рис.3 представлен график магистрального и выходного давления автономного комплекса за два дня работы по уставке давления 2 атм.

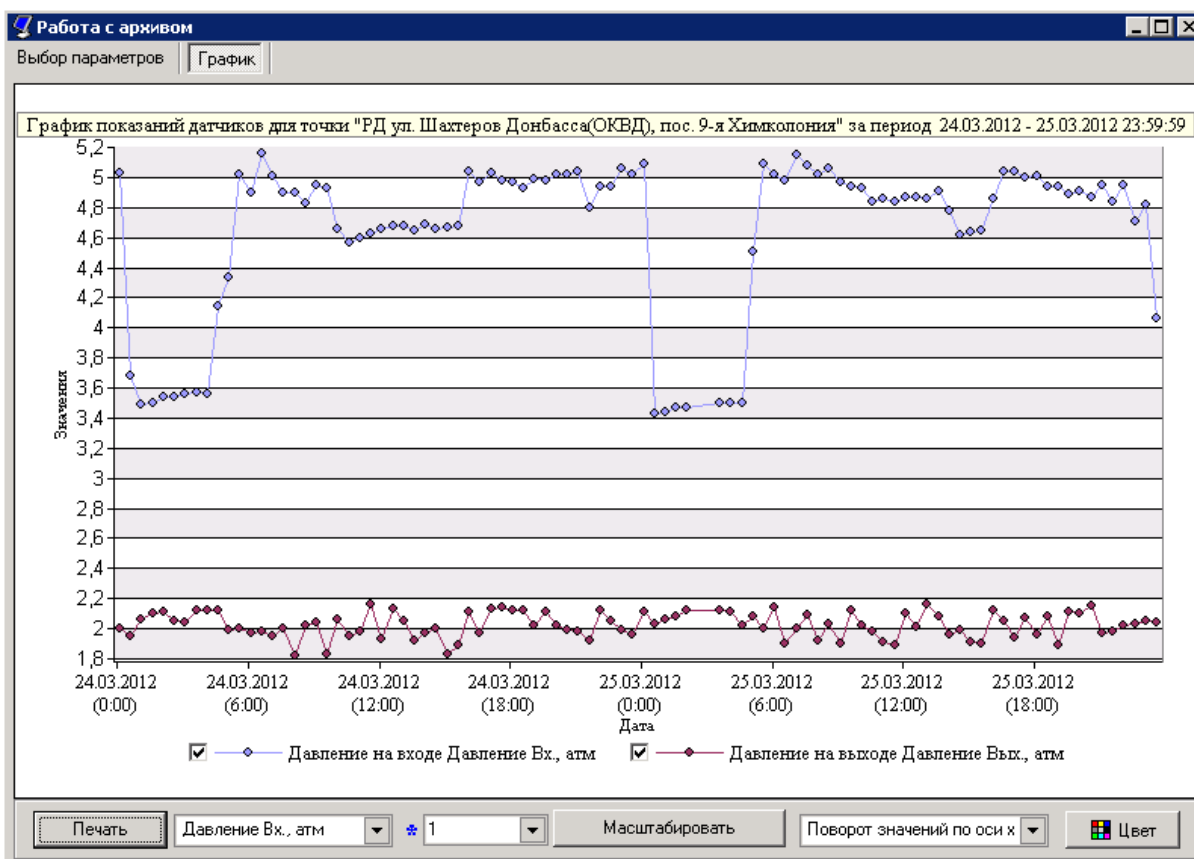


Рисунок 3 - График магистрального давления и давления на выходе автономного комплекса регулирования давления с уставкой по давлению 2 атм.

Внедрение автономного комплекса регулирования давления позволило сократить утечки на 7% по сравнению с предыдущим годом. Автономный комплекс предоставляет данные о параметрах технологического процесса для гидравлических расчетов, на основании которых определяются мероприятия по совершенствованию и оптимизации водораспределительной системы с учетом неравномерности водозабора.

В результате анализа работы автономного комплекса было принято решение о разработке фирмой КИАРМ управляемого регулятора давления и СКТБ «Турбулентность» ДонНУ модернизированной САРД.