



ИНТЕЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДА ВОДЫ В КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

М.Р.Шербаев^{1,a)}, *А.М.Низматов*², *А.А.Абдувахобов*^{1,b)}, *А.Ж.Нурмаматов*^{1,c)}

¹ *Ташкентский международный университет Кимё*

² *Национальный исследовательский университет “ТИИИМСХ”*

Author emails

^{a)}*e-mail: murodjon709@mail.ru*

^{b)}*e-mail: mr.azimjon94@gmail.com*

^{c)}*e-mail: jahongiir.nurमतमतov@gmail.com*

Abstract. This work examines systems for automatic control of the water level in a sewage pumping station. The types of treatment facilities were studied and the operating principle of pumping stations was examined. The article discussed the methods and operating principles of treatment facilities. The technical means of automation of an ultrasonic water level sensor were selected and studied.

Key words: pump, valve, automation, signal, control, voltage, protection, sewerage, cleaning.

Аннотация. В данной работе рассмотрены системы автоматического управления уровня воды в канализационной насосной станции. Были изучены виды очистительных сооружений и рассмотрены принцип работы насосных станций. В статье было рассмотрена методы и принцип работы очистительных сооружения. Было выбрано и изучено технические средства автоматизации ультразвукового датчик уровня воды.

Ключевые слова: насос, задвижка, автоматизация, сигнал, управления, напряжения, защита, канализация, очистка.

1.Введение.

Во все времена поселения людей и размещение промышленных объектов

реализовались в непосредственной близости от пресных водоемов, используемых для питьевых, гигиенических, сельскохозяйственных и производственных целей. В процессе использования воды человеком она изменяла свои природные свойства и в ряде случаев становилась опасной в санитарном отношении. Впоследствии с развитием инженерного оборудования городов и промышленных объектов возникла необходимость в устройстве организованных способов отведения загрязненных отработавших потоков воды по специальным гидротехническим сооружениям.

В настоящее время значение пресной воды как природного сырья постоянно возрастает. При использовании в быту и промышленности вода загрязняется веществами минерального и органического происхождения. Такую воду принято называть сточной водой.

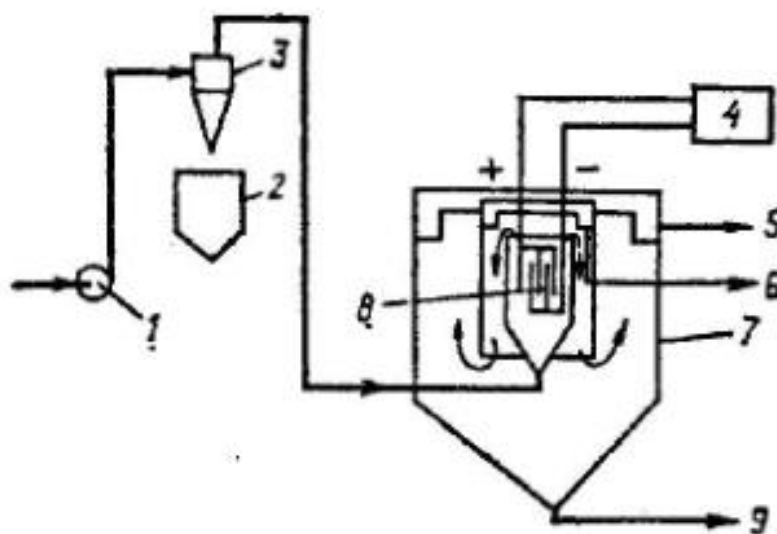


Рис.1. Установка электрокоагуляционной очистки.

- 1 – Насос; 2 - бункер для осадка; 3 – гидроциклон; 4 – выпрямитель;
5 - очищенная вода; 6 - уловленные отходы; 7 - вертикальный отстойник;
8 - электродный блок; 9 – осадок

В зависимости от происхождения сточных вод они могут содержать токсичные вещества и возбудители различных инфекционных заболеваний. Водохозяйственные системы городов и промышленных предприятий оснащены современными комплексами самотечных и напорных трубопроводов и других специальных сооружений, реализующих отведение, очистку, обезвреживание и использование воды и образующихся осадков. Такие комплексы называются водоотводящей системой [1].

Водоотводящие системы обеспечивают также отведение и очистку дождевых и талых вод. Строительство водоотводящих систем обуславливалось необходимостью обеспечения нормальных жилищно-бытовых условий населения городов и населенных мест и поддержания хорошего состояния окружающей природной среды. Предпосылками для успешного решения

этих задач при строительстве водоотводящих систем являются разработки, выполняемые высококвалифицированными специалистами, использующими новейшие достижения науки и техники в области строительства и реконструкции водоотводящих сетей и очистных сооружений.

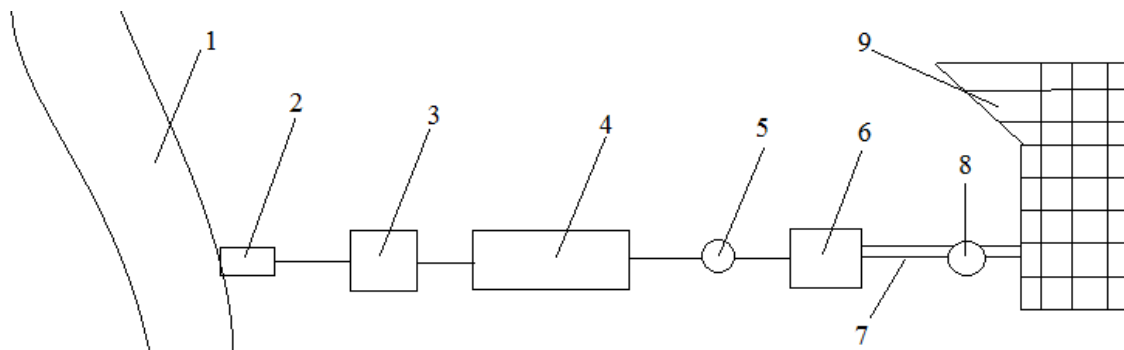


Рис.2. Схема водоснабжения.

Схема водоснабжения: 1 - источник водоснабжения, 2 - водоприемное сооружение,
3 - насосная станция I подъема, 4 - очистные сооружения,
5 - резервуар чистой воды, 6 - насосная станция II подъема, 7 - водоводы,
8 - водонапорная башня, 9 - водораспределительная сеть.

2. Постановка задачи.

Современные способы очистки сточных вод можно разделить на механические, физико-химические и биохимические. В процессе очистки сточных вод образуются осадки, которые подвергаются обезвреживанию, обеззараживанию, обезвоживанию, сушке, возможна последующая утилизация осадков. Если по условиям сброса сточных вод в водоем, требуется более высокая степень очистки, то после сооружений полной биологической очистки сточных вод устраивают сооружения глубокой очистки.

Сооружения механической очистки сточных вод предназначены для задержания нерастворенных примесей. К ним относятся решетки, сита, песколовки, отстойники и фильтры различных конструкций. Решетки и сита предназначены для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения.

Песколовки служат для выделения примесей минерального состава, главным образом, песка. Отстойники задерживают оседающие и плавающие загрязнения сточных вод. Для очистки производственных сточных вод, содержащих специфические загрязнения, применяют сооружения, называемые жироловками.

Сооружения механической очистки сточных вод являются, предварительной стадией перед биологической очисткой. При механической очистке городских сточных вод удается

задержать до 60% нерастворенных загрязнений.

Физико-химические методы очистки городских сточных вод, с учетом технико-экономических показателей, используют весьма редко. Эти методы, в основном, применяют для очистки производственных сточных вод.

К методам физико-химической очистки производственных сточных вод относятся: реагентная очистка, сорбция, экстракция, эвапорация, дегазация, ионный обмен, озонирование, электрофлотация, хлорирование, электродиализ и др.

Биологические методы очистки сточных вод основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые минерализуют растворенные органические соединения, являющиеся для микроорганизмов источниками питания. Сооружения биологической очистки условно могут быть разделены на два вида.

Механическую очистку сточных вод можно выполнять двумя способами:

Первый способ состоит в процеживании воды сквозь решетки и сита, в результате чего отделяются твердые частицы.

Второй способ заключается в отстаивании воды в специальных отстойниках, в результате чего минеральные частицы оседают на дно.

Сточные воды из канализационной сети сначала поступают на решетки или сита, где они процеживаются, а крупные составляющие - тряпки, кухонные отходы, бумага и т.п. - удерживаются. Задержанные решетками и сетками крупные составляющие вывозят для обеззараживания. Процеженная сточная вода поступает в песколовки, где задерживаются примеси в основном минерального происхождения (песок, шлак, уголь, зола и т.п.). Главными объектами измерений на каждом гидротехническом сооружении являются уровни и расходы воды. Водомерность гидротехнического сооружения, обычно предусматриваемая при проектировании, позволяет измерять уровни и вычислять расходы воды во время эксплуатации. Однако трудность этих замеров и вычислений бывает разная. При свободном истечении из-под щита или при истечении через водослив расход определяется легко. Достаточно знать уровень воды перед щитом или водосливом и величину открытия щита для того, чтобы определить расход воды. При затопленном истечении в этих же случаях нужно еще знать уровень воды в нижнем бьефе, поэтому определение расхода затрудняется, а точность уменьшается, так как вводится переменный коэффициент затопления [2].

3. Решение задачи.

Главные цели автоматизации систем и сооружений водоотведения состоят в улучшении качества водоотведения и очистки сточной воды (бесперебойность отведения и перекачки сточных вод, качество очистки сточных вод и др.) сокращении эксплуатационных затрат,

улучшении условий труда. Основной функцией систем и сооружений водоотведения является повышение надежности работы сооружений путем контроля состояния оборудования и автоматической проверки достоверности информации и стабильности работы сооружений. Всё это способствуют автоматической стабилизации параметров технологических процессов и показателей качества очистки сточных вод, оперативной реакции на возмущающие воздействия (изменение количества отводимой сточной воды, изменение качества очищенной сточной воды). Конечной целью автоматизации является повышение эффективности управленческой деятельности [3]. Система управления очистными сооружениями имеет следующие структуры: функциональная; организационная; информационная; программная; техническая.

Основой создания системы является функциональная структура, при этом остальные структуры определяются самой функциональной структурой. По функциональному признаку каждая системы управления подразделяется на три подсистемы:

оперативный контроль и управление технологическими процессами;

оперативное планирование технологических процессов;

расчет технико-экономических показателей, анализ и планирование работы системы водоотведения.

Для повышения оперативности передачи данных, связи с диспетчерскими пунктами и управления водоотведением, а также процессами очистки сточной воды можно рекомендовать замену не всегда надёжной системы телефонной связи на оптоволоконную [4]. При этом большинство процессов в автоматических системах управления водоотводящими сетями, насосными станциями и станциями очистки сточных вод будет выполняться на ЭВМ. Это также распространяется на учёт, анализ, расчёты перспективного планирования и работы, а также выполнение необходимых документов для отчётности о работе всех систем и сооружений водоотведения. Для обеспечения бесперебойной работы систем водоотведения на основании учёта и анализа отчётности возможно осуществлять перспективное планирование, которое, в конечном итоге, повысит надёжность работы всего комплекса.



Рис.3. Ультразвуковой расходомер

МQU - это ультразвуковой расходомер Аркон для открытых каналов. Он должен использоваться в комбинации с лотком. Он состоит из трансмиттера МQU Аркона и зонда. Диапазон измерения зонда составляет 0,5, 2 или 4 метра. Датчик включает в себя ЖК-дисплей, 4 кнопки, внутренний регистратор данных, связь RS232 или RS485 (можно выбрать только один), температурную компенсацию и аналоговый и двоичный выходы. **Условия измерения:** полностью либо частично заполненный трубопровод, открытый канал, измерительный лоток. Ультразвуковой датчик устанавливается на определенной высоте над потоком и методом отражения измеряет расстояние до воды. Данный параметр при известных остальных (тип и размеры измерительного лотка или водослива) дает нам информацию о текущем объёмном расходе, так как для стандартных типов лотков Вентури, Паршаллаи водосливов эта величина является табличной либо рассчитывается по известным формулам [5].

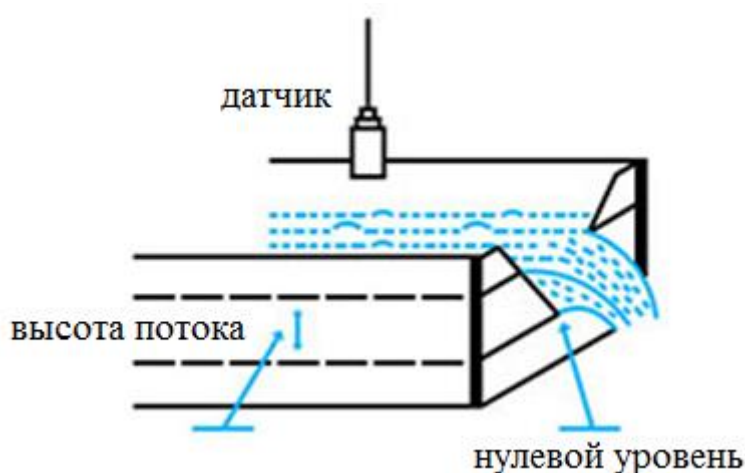


Рис.4. Треугольный водослив.

Рассчитаем параметры встроенного АЦП микроконтроллера ПЛК-150. К основным параметрам АЦП следует отнести максимальное входное напряжение U_{\max} , число разрядов кода n , разрешающую способность Δ и погрешность преобразования.

Разрядность АЦП определяется по формуле:

$$n = \log_2 N$$

где N - число дискрет (квантовых уровней);

Так как АЦП встроено в выбранный контроллер ПЛК-150, то имеем $n=16$. Разрешающая способность АЦП - входное напряжение, соответствующее единице в младшем разряде выходного кода:

$$Q = \frac{U_{\text{вх}}}{2^n - 1}, \quad (1)$$

где $2^n - 1$ - максимальный вес входного кода,

$$v_x = U_{\max} - U_{\min} \quad (2)$$

При $U_{\max} = 10\text{В}$, $U_{\min} = 0\text{В}$, $n = 16$,

$$Q = \frac{10}{2^{16} - 1} = 0,15\text{мВ}, \quad (3)$$

Чем больше n , тем меньше и тем точнее выходным кодом может быть представлено входное напряжение.

Относительное значение разрешающей способности:

$$\theta_{\text{ацп}} = \frac{\Delta}{U_{\max}} = \frac{1}{2^{n-1}} = \frac{1}{2^{16-1}} = 0,2 \cdot 10^{-4} \quad (4)$$

где Δ - наименьшая различимая ступенька входного сигнала.

Таким образом, Δ - наименьшая различимая ступенька входного сигнала. Сигнал меньшего уровня АЦП не регистрирует. В соответствии с этим разрешающую способность отождествляют с чувствительностью АЦП [6].

Погрешность преобразования имеет статическую и динамическую составляющие. Статическая составляющая включает в себя методическую погрешность квантования $\Delta\delta_k$ (дискретности) и инструментальную погрешность от не идеальности элементов преобразователей.

Погрешность квантования Δ_k обусловлена самим принципом представления непрерывного сигнала квантованными уровнями, отстоящими друг от друга на выбранный интервал. Ширина этого интервала и есть разрешающая способность преобразователя. Наибольшая погрешность квантования составляет половину разрешающей способности, а в общем случае:

$$\delta_{\text{кв}} = \pm \frac{Q}{2} = \frac{0,15}{2} = \pm 0,075. \quad (5)$$

Относительная наибольшая погрешность квантования:

$$\delta_{\text{кв}} = \pm 0,5 \cdot \frac{1}{2^n - 1} = 0,5 \cdot \frac{1}{2^{16} - 1} = \pm 0,1 \cdot 10^{-4}. \quad (6)$$

Инструментальная погрешность не должна превышать погрешность квантования. При этом полная абсолютная статическая погрешность равна:

$$\delta_{\text{ст}} = \pm \frac{U_{\max}}{2^n - 1} = \frac{10}{2^{16} - 1} = \pm 0,15 \cdot 10^{-3}. \quad (7)$$

Полная относительная статическая погрешность может быть определена в виде:

$$\delta = \pm \frac{\delta_{ст}}{U_{max} - U_{min}} \cdot 100\% = \frac{0,15 \cdot 10^{-3}}{10} \cdot 100\% = \pm 0,15 \cdot 10^{-2}\%. \quad (8)$$

Далее рассчитаем разрешающую способность встроенного ЦАП микроконтроллера ПЛК-150. Разрешающая способность ЦАП - выходное напряжение, соответствующее единице в младшем разряде входного кода: $\Delta = U_{max}/(2^n - 1)$, где $2^n - 1$ - максимальный вес входного кода. При $U_{max} = 10В$, $n = 10$ (разрядность встроенного ЦАП) рассчитаем разрешающую способность ЦАП микроконтроллера:

$$\Delta = 10 \cdot \frac{1}{2^{10} - 1} = 0,01В \quad (9)$$

Чем больше n , тем меньше Δ и тем точнее выходным напряжением может быть представлен входной код. Относительное значение разрешающей способности ЦАП:

$$\theta_{цап} = \frac{1}{2^{n-1}} = \frac{1}{2^{10-1}} = 0,002. \quad (10)$$

4. Вывод.

В данной главе была произведена разработка структурной и функциональной схемы. Произведен расчёт регулирующего органа, определение настроек регулятора и синтез САУ. Параметры передаточной функции объекта управления. Подобранны датчиковая аппаратура. Так же был сделан расчёт параметров АЦП И ЦАП встроенного в микроконтроллер ОВЕН ПЛК 150.

5. Использованная литература:

1. М.З.Ганкин, Комплексная автоматизация и АСУТП водохозяйственных систем. 1991г.
2. Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. 2006г.
3. Григорьев О.П. Электроника справочник. 1992г.
4. Автоматизация технологических процессов., И.Ф.Бородин., Ю.А.Судник., Москва 2004г.
5. Датчики в современных измерениях., Котюк А.Ф. Москва 2006г. 225с.
6. Мир электроники., Джексон Р.Г. Москва 2007г. 337с.