РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОЗАТОРОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Дипломная работа

2010г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 135 с., 30 рис., 8 табл., 34 источников, 13 прил., 17 л. графич. материала.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ, СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ДОЗАТОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ.

Объектом исследования является дозатор технологических растворов.

Цель работы – разработка алгоритма автоматизированного управления дозатора технологических растворов.

Разработанная математическая модель дозатора технологических растворов представлена в виде системы уравнений, описывающих отдельные технологические стадии и связи между ними.

Разработанные алгоритмы управления реализуют необходимую точность дозирования в соответствии с техническим заданием.

Данная работа была представлена руководству радиохимического завода ОАО «ГХК» в качестве коммерческого предложения для внедрения на производство.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007. Реализация модели осуществлена в пакете символьной математики MATLAB 7.0, в приложении Simulink.

Содержание

Введение

1 Обзор дозирующих устройств

1.1 Объёмные дозаторы

1.2 Весовые дозаторы

1.3 Двухканальное дозирующее устройства

1.3.1 Работа дозирующего устройства

1.3.2 Недостатки

1.4 Пневматический дозатор исходного раствора

1.4.1 Работа дозатора

1.4.2 Недостатки

1.5 Дозатор постоянного давления

1.6 Дозатор «Архимеда»

2 Информационная структура объекта управления

3 Функциональная схема автоматизации

3.1 Описание функциональной схемы автоматизации

4 Система управления

4.1 Структурная схема дозирующего устройства

5 Выбор элементной базы

5.1 Контроллер универсальный «Каскад»

5.1.1 Назначение

5.1.2 Состав и технические характеристики

5.1.3 Устройство и работа КУ «Каскад»

6 Программа управления дозатора технологических растворов

7 Экономическая часть

7.1 Технико-экономическое обоснование

7.2 Расчет затрат на разработку программы

7.3 Расчет цены разработанной программы

7.4 Расчет капитальных вложений

7.5 Расчет эксплуатационных расходов

7.6 Расчет денежного годового экономического эффекта

7.7 Расчет рентабельности

7.8 Оценка научно-технической результативности

8 Безопасность жизнедеятельности

8.1 Введение

8.2 Характеристика вредных и опасных факторов, имеющих место в лаборатории

8.3 Электробезопасность

8.4 Требования безопасности при работе видеотерминалов и ПЭВМ

8.4.1 Эргономика и организация рабочего места

8.4.2 Мероприятия по выполнению норм естественного и искуственного освещения

8.4.3 Мероприятия по борьбе с производственным шумом

8.4.4 Мероприятия по радиационной безопасности

8.4.5 Мероприятия по выполнению норм вентиляции и отопления

8.5 Мероприятия по пожарной безопасности

8.6 Мероприятия по охране окружающей природной среды

8.7 Заключение

Заключение

Список использованных источников

Приложение А Dosierpumpe der technologischen losungen

Приложение Б Дозатор–чертёж общего вида

Приложение В Модель дозирующего устройства

Приложение Г Алгоритм управления установкой дозирования

Приложение Д Технические характеристики модулей входящих в состав КУ «Каскад»

Приложение Е Функциональная схема КУ «Каскад»

Приложение Ж Принципиальная электрическая схема

Приложение К Листинг программы управления установкой дозирования

Приложение Л Описание применения

Приложение М Руководство системного программиста

Приложение Н Результаты работы программы при рабочей частоте

Приложение Р Результаты работы программы при разгоне двигателя

Введение

Решение о строительстве подземных атомных станций Горно-химического комбината (ГХК) было принято в 1950 году (постановление Совета министров СССР №836/302 СС/ОП от 26 февраля 1950 года). Место для подземной части комбината было выбрано там, где Атамановский кряж – один из отрогов Саянских гор – вплотную подходит к Енисею. Дирекция строящегося предприятия (комбинат №815) проходила под условным названием «Восточная контора». Комбинат был предназначен для наработки оружейного плутония в промышленных реакторах и его выделения на радиохимическом заводе.

Реакторное и радиохимическое производства, атомная ТЭЦ, объекты водоснабжения и вентиляции расположены в скальных выработках в глубине горного хребта.

Инженерные решения по размещению в глубине горного массива атомного производства не имеют аналогов в отечественной и мировой практике.

Горно-химический комбинат включает в себя следующие подразделения:

– реакторное производство имеет в своем составе три реактора. Реакторы ГХК

– уран-графитовые, на тепловых нейтронах, канального типа с водяным охлаждением. На энергетическом реакторе АДЭ-2 создана лаборатория по изучению свойств одной из наиболее загадочных частиц – нейтрино;

– радиохимическое производство – предназначено для выделения плутония из облученного в реакторе урана.

Газовые выбросы завода содержат радиоактивные примеси в 10–100 раз ниже предельно-допустимых уровней выбросов по каждому нормируемому элементу;

– завод по регенерации отработанного ядерного топлива (РТ-2) – предназначен для приема, временной выдержки и последующей переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с атомных электростанций России и Украины. Проектная производительность завода 1500 тонн ОЯТ в год. Готовой продукцией завода являются тепловыделяющие сборки (ТВС) на основе смешанного уран-плутониевого топлива (МОХ-топливо) регенерированный уран.

– подземное захоронение жидких радиоактивных отходов (ЖРО). Захоронение ЖРО производится на полигоне «Северный» и заключается в контролируемой закачке ЖРО в глубоко залегающие водоносные горизонты с застойным характером водообмена, изолированные от ниже– и вышележащих горизонтов и от дневной поверхности водоупорными породами.

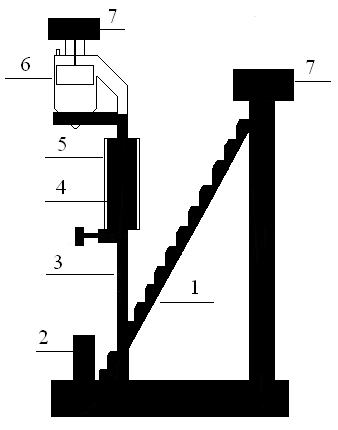
– служба внешней дозиметрии (ВД). Для контроля состояния радиационной обстановки на территории, прилегающей к ГХК, создана спец. служба внешней дозиметрии.

– центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ), создана для аналитического и научного обеспечения деятельности подразделений комбината. Сотрудниками ЦЗЛ разработаны технологические режимы получения особо чистых материалов, металлоорганических соединений, искусственных драгоценных металлов.

В радиохимическом производстве, для очистки плава гексагидрата нитрата уранила (далее по тексту ГНУ), используют опытно-промышленную установку «Кристаллизатор», в её состав входит дозирующее устройство, которое предназначено для подачи плава ГНУ в ОПУ «Кристаллизатор», представленная на рисунке 1.

Исходный плав ГНУ подается из напорной емкости через регулировочный вентиль в вертикальную водоохлаждаемую стеклянную трубку. Образующаяся при охлаждении кристаллическая фаза перемешивается мешалкой и под действием гравитационных сил опускается на донную часть аппарата. С донной части кристаллы шнеком поднимают в верхнюю промывную часть аппарата, в которую противотоком по отношению к кристаллам подается промывной раствор.

Отработавший промраствор выводится из зоны его соприкосновения с маточным раствором через гидрозатвор. Точки ввода промраствора и плава ГНУ обеспечивают гидростатическое вытеснение маточного раствора из зоны отмывки кристаллов.



1 – шнек; 2 – карман; 3 – зона кристаллизации; 4 – мешалка; 5 – охлаждающая рубашка; 6 – регулировочный вентиль; 7 – электродвигатели; 8 – нагреваемая емкость подачи плава

Рисунок 1 – Общий вид установки непрерывной кристаллизации плава гексагидрата нитрата уранила

Необходимость снижения радиационной опасности для работающего персонала, уменьшение случаев возникновения проф. болезней у людей участвующих в процессе кристаллизации, привело к потребности в создании автоматизированной системы дозирования технологического раствора, для подачи раствора ГНУ.

Также система автоматизированного управления дозатором технологических растворов позволит решить проблему человеческих ошибок. Уменьшатся затраты на персонал, следовательно повышаются экономические показатели.

Целью выполнения настоящей выпускной квалификационной работы является разработка системы автоматизированного управления дозатором технологических растворов, в соответствии с техническим заданием на процесс дозирования.

В рамках настоящей выпускной квалификационной работы необходимо:

– необходимо разработать дозатор технологических растворов, а также систему управления для этого дозатора. Необходимо провести анализ дозирующих устройств на возможность использования в решении поставленной задачи;

– дозатор должен обеспечивать регулирование расхода химического раствора от 500 мл до 2,5 литров в час;

– относительная погрешность регулирования расхода, не более ±1% от максимального значения диапазона. Необходимо собрать модель в Simulink, для выявления погрешности;

– выдача химического раствора должна осуществляться капельным методом непрерывно;

– температура химического раствора должна поддерживаться от 70 °С до 90 °С. Абсолютная погрешность не более ±1 °С;

– минимальное время непрерывной работы дозатора, не менее 10 часов;

– среднее время наработки на отказ, не менее 100 часов;

– дозатор раствора не подлежит восстановлению и ремонту.

1 Обзор дозирующих устройств

Дозатор – устройство для автоматического отмеривания ([дозирования](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5)) заданной [массы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0) или [объёма](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%BC) твёрдых сыпучих материалов, паст, [жидкостей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [газов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7).

Дозаторы обеспечивают выдачу [дозы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B7%D0%B0) одного или нескольких продуктов (соответственно, одно– и многокомпонентные дозаторы) одному или разным потребителям (соответственно, одно– и многоканальные дозаторы); изменяют количество компонентов в заданном соотношении с изменяющимся количеством других дозируемых компонентов (дозаторы соотношения); дозируют вещества в заданной временной или логической последовательности (программные дозаторы). Блок управления каждого дозатора – автоматический регулятор. Наибольшая эффективность использования дозаторов достигается, если регулятором или его основой служат [микро–ЭВМ](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE-%D0%AD%D0%92%D0%9C&action=edit&redlink=1) или [мини–ЭВМ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BD%D0%B8-%D0%AD%D0%92%D0%9C), позволяющие компенсировать влияние внешних возмущающих воздействий (например, параметров технологического режима процесса), вести дозирование по заданной программе, удобно представлять информацию оператору и передавать результаты дозирования (например, общий объем прошедшего продукта) на следующий уровень управления.

1.1 Объёмные дозаторы

Применяют для дозирования [газов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7), [жидкостей](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), [паст](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B0), реже твёрдых сыпучих материалов. Дозы от долей кубических сантиметров до сотен (тысяч для газов) [кубических](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%C2%B3) метров, производительность от сантиметров кубических в час до тысяч метров кубических в час (для газов десятков тысяч), погрешность от 0,5 до 10-20 %.

Эти дозаторы просты по конструкции, достаточно надёжны.

Недостатки: зависимость объёма дозы, от температуры и давления (особенно для газов), значительная погрешность при дозировании пенящихся сред. Дозаторы дискретного действия в простейшем случае состоят из одной калиброванной ёмкости, снабжённой датчиком уровня, двух [клапанов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%BD) на входе в ёмкость и выходе из неё (для повышения точности и производительности дозаторы могут иметь несколько разных по объёму ёмкостей) и блока управления – двухпозиционного автоматического регулятора. Погрешность до 1,5 %. Сравнительно низкую погрешность и габариты имеют дозаторы дискретного действия на основе объёмных счётчиков продукта ([роторы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) – лопастные, с овальными [шестернями](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%B1%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%BE), винтовые и др.). Угол поворота [ротора](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)), соответствующий объёму прошедшего продукта, преобразуется в сигнал, поступающий в блок управления, который вычисляет общий объем прошедшего продукта, сравнивает его с заданием и формирует сигнал на прекращение подачи продукта.

1.2 Весовые дозаторы

Применяют для [дозирования](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) твёрдых сыпучих материалов, реже – жидкостей. Дозы от нескольких [г](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC)рамм до сотен [к](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B3)илограмм, производительность от сотен до десятков т/ч, погрешность [дозирования](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) от 0,1 до 0,5 %. Из дозаторов дискретного действия бывают такие, в которых загружаемая ёмкость установлена на силоизмерительных преобразователях – тензометрических или платформенных весах. В открытых ёмкостях с жидкостями массу продукта при [дозировании](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) определяют по пропорциональной ей высоте слоя жидкости.

В некоторых, не отличающихся точностью дозаторах непрерывного действия, регулируется скорость потока материала или площадь поперечного сечения его слоя. Дозируемый материал поступает на силоизмерительный транспортер. Вес материала на ленте, как полагают, пропорционален производительности. Дозируемый материал поступает на силоизмерительный транспортер через питатель. Сигналы задания и расхода подаются в регулятор, который вырабатывает корректирующий сигнал на привод питателя, увеличивая или уменьшая скорость потока материала. Регулирование потока материала можно осуществлять также изменением скорости движения самого весоизмерительного транспортера.

Существуют лотковые весовые дозаторы непрерывного действия. Их отличие от ленточных дозаторов заключается в том, что сыпучий материал из питателя подаётся на неподвижный лоток, закреплённый на тензометрическом датчике. Преимущества такого дозатора в меньших габаритах и в отсутствии двигателя в конструкции лоткового расходомера

1.3 Двухканальное дозирующее устройство

Двухканальное дозирующее устройство состоит из двух идентичных каналов. Структурная схема канала показана на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Структурная схема одного канала дозирующего устройства

Канал дозирующего устройства включает в себя:

– расходную емкость;

– весовую емкость;

– тензометрический датчик веса емкости;

– электромагнитный клапан для раствора;

– электромагнитный клапан для воздуха;

– линии растворов и монтажные элементы;

– датчик температуры (общий для двух каналов).

1.3.1 Работа дозирующего устройства

Устройством осуществляется порционное дозирование раствора из весовой емкости, которая с помощью тяги подвешена на тензометрическом датчике. Полиэтиленовые линии для раствора и воздуха, соединяющие весовую емкость с монтажными элементами, выполнены в виде пружинящих спиралей и практически не влияют на результаты измерений веса емкости. В зависимости от величины заданного расхода и измеренного веса емкости по командам контроллера периодически открывается электромагнитный клапан для раствора и в аппарат поступает очередная порция раствора. Когда количество раствора в весовой емкости станет меньше заданного нижнего предела, откроется электромагнитный клапан для воздуха, в расходной емкости будет создано избыточное давление, и раствор начнет поступать из расходной в весовую емкость. После того, как количество раствора в весовой емкости увеличится до заданного верхнего предела, электромагнитный клапан для воздуха выключится, давление воздуха в расходной емкости сравняется со сдувкой, раствор перестанет поступать в весовую емкость.

1.3.2 Недостатки

Данное устройство осуществляет порционное дозирование, а по тех. заданию необходимо непрерывное дозирование по каплям.

Главная проблема данного дозатора в том, что чувствительным элементом являются тензометрические датчики, которые очень чувствительны к вибрациям. А в цеху, где большая вибрация эти датчики дают большую погрешность и быстро выходят из строя. Поэтому данный тип дозатора не может применяться по данному тех. заданию.

1.4 Пневматический дозатор исходного раствора

Технологическая схема дозатора показана на рисунке 1.2.

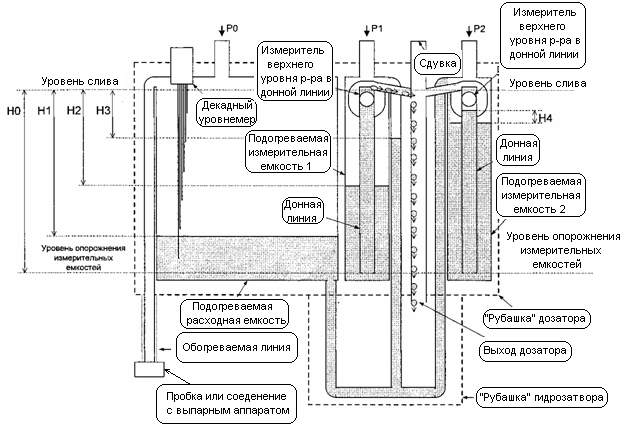


Рисунок 1.2 – Схема дозатора технологического раствора

Дозатор включает в себя две измерительные емкости А1 и А2 (Н=350 мм, V=215 мл), связанные через гидрозатворы с расходной емкостью А0 (Н=350 мл, V=17 л). Последняя расположена на той же высоте, что и измерительные. Каждая измерительная емкость снабжена донной линией для выдачи раствора. В верхней части донной линии установлен кондуктометрический бесконтактный измеритель уровня и сливной патрубок. Все емкости, измерители уровня и линии, в т.ч. линии гидрозатвора, помещены в общую нагреваемую «рубашку». Давление воздуха в измерительных емкостях изменяется с помощью трех регуляторов давления. В состав одного регулятора давления входят два трехходовых клапана: один на избыточное давление (плюс 30 кПа), другой на разрежение (минус 40 кПа), измерителями являются датчики давления.

1.4.1 Работа дозатора

Первоначально, с помощью разрежения, создаваемого регулятором Р0, либо другим способом заполняется расходная емкость. Контроль заполнения ведется по дискретному уровнемеру (15 сигнализаторов). Величина разрежения не может превышать по абсолютной величине давления, создаваемого столбом жидкости в гидрозатворе. Передача раствора из расходной емкости в измерительную емкость производится при избыточном давление в расходной емкости. Избыточное давление должно превышать по величине сумму давления в принимающей измерительной емкости и давления, создаваемое столбом жидкости высотой (Н1–Н0) или (Н2–Н0), смотрите рисунок 1.2.

Дозирование раствора заключается в поочередных выдаче и приеме раствора измерительными емкостями. Попеременная выдача раствора из измерительных емкостей происходит за счет линейного нарастания давления в дозирующей емкости. Скорость нарастания рассчитывается системой управления исходя из плотности раствора, заданного расхода и площади основания измерительной емкости. Линейное изменение давления до заданной величины осуществляется контроллером регуляторов автономно, только по первоначальной команде пульта оператора, определяющей направление и конечное значение давления – разрежения.

После окончания дозирования из очередной емкости давление в ней снижается плавно, чтобы минимизировать возмущения, вносимые в давление газовой фазы второй емкости. Снижение давления производится до величины 50мм столба раствора, что необходимо для обеспечения процедуры заполнения опорожненной емкости.

1.4.2 Недостатки

Для данного дозатора необходимо точно знать плотность раствора, а измерять ее постоянно затруднительно.

У данного дозатора сложная конструкция и высокая цена, а так как по тех. заданию дозатор не подлежит ремонту и восстановлению, то его применение экономически не выгодно.

Далее рассматривались дозаторы собственной конструкции.

1.5 Дозатор постоянного давления

Схема дозатора представлена на рисунке 1.3

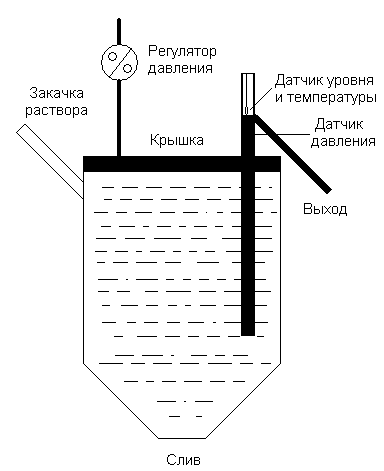


Рисунок 1.3 – Схема дозатора технологического раствора

Суть данного дозатора состоит в том, что путем поддержания постоянного давления, происходит непрерывное дозирование необходимого количества раствора. Так как в трубке и в самой емкости различные давления, то по этой разнице можно рассчитать плотность вещества и ввести поправки в поддерживаемое давление. Все управление отведено контроллеру, человек находится только у пульта управления. Были произведены расчеты, необходимого регулятора давления при наименьшем расходе:

* ρ = 600 кг/м3 (примерная плотность технологического раствора);
* V=2,5 л (объем дозатора);
* dвых. трубки=10мм=0,01м;
* qрасход=0,1 л/ч=2,7·10-8 м3/с;
* R=0,2м;

q=υ·ω (1.1)

где υ – это скорость, а ω – площадь живого сечения.

ω=πd2/4=3,14·0,012/4=78,5·10-6 м2, (1.2)

отсюда скорость

υ=2,7·10-8/78,5·10-6=0,34·10-3 м/с, (1.3)

Далее рассчитывается необходимое давление:

P=F/S, (1.4)

где F–сила;

S – площадь приложения силы;

S= πr2=0,1256м2 (1.5)

F=ma (1.6)

где a – ускорение;

а m – масса.

a= υ/t=0,34·10-3/3600=9,4·10-5 мс2 (1.7)

m=V·ρ => P= ρ·V·a/S=600·2,5·10-3·9,4·10-5/0,1256=1,12мПа (1.8)

По расчетам получается, что, для минимального расхода дозируемого раствора, необходимо поддерживать давление в районе 1 мПа, а таких регуляторов давления нет.

1.6 Дозатор «Архимеда»

Схема дозатора представлена на рисунке 1.4 (Полная схема представлена в приложении Б)

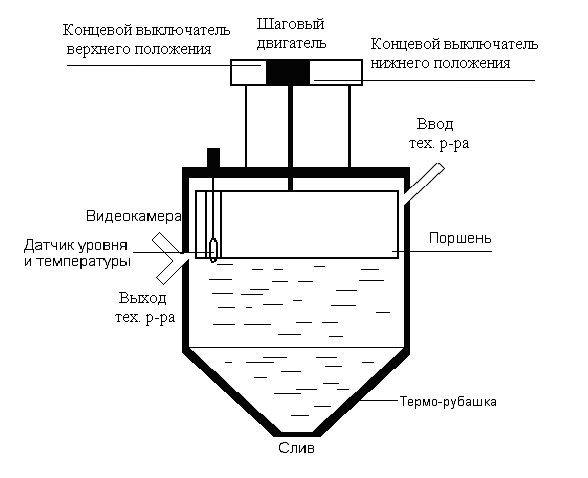


Рисунок 1.4 – Дозатор «Архимеда»

Данный дозатор разработан в ОКБ КИПиА, по заказу ФГУП ГХК. В основе работы дозатора лежит закон Архимеда: погруженное в жидкость тело, вытеснит объем, равный объему тела. В зависимости от скорости опускания поршня, меняется расход. Поршень приводится в движение посредством шагового двигателя (далее – ШД), которым в свою очередь управляет контроллер. Меняя частоту вращения двигателя, изменяется скорость опускания поршня. Плюс данного дозатора в том, что не имеет значение плотность вещества и прост в конструкции. Минус – необходимо как минимум два дозатора, что бы включался в работу второй, когда технологический раствор в первом закончился.

Данный дозатор из всех рассмотренных, единственный подходящий, для решения поставленной задачи.

2 Информационная структура объекта управления

На рисунке 2.1 представлена информационная структура объекта управления (ОУ).

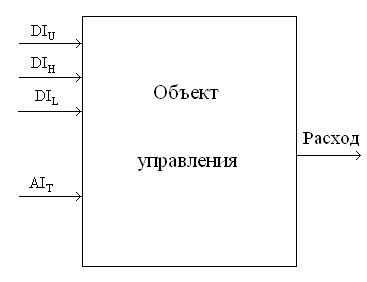


Рисунок 2.1 – Схема информационной структуры объекта управления

Информационная структура представляет собой объект управления с входными и выходными сигналами. На ОУ поступают три дискретных сигнала: DIH – сигнал ограничителя верхнего уровня хода штока; DIL – ограничитель нижнего уровня хода штока; DIU – уровень технологического раствора в дозирующем устройстве; и один аналоговый сигнал: AIT – температура технологического раствора в дозирующем устройстве.

На выходе сигнал расхода технологического раствора.

3 Функциональная схема автоматизации

На рисунке 3.1 представлена функциональная схема автоматизации.

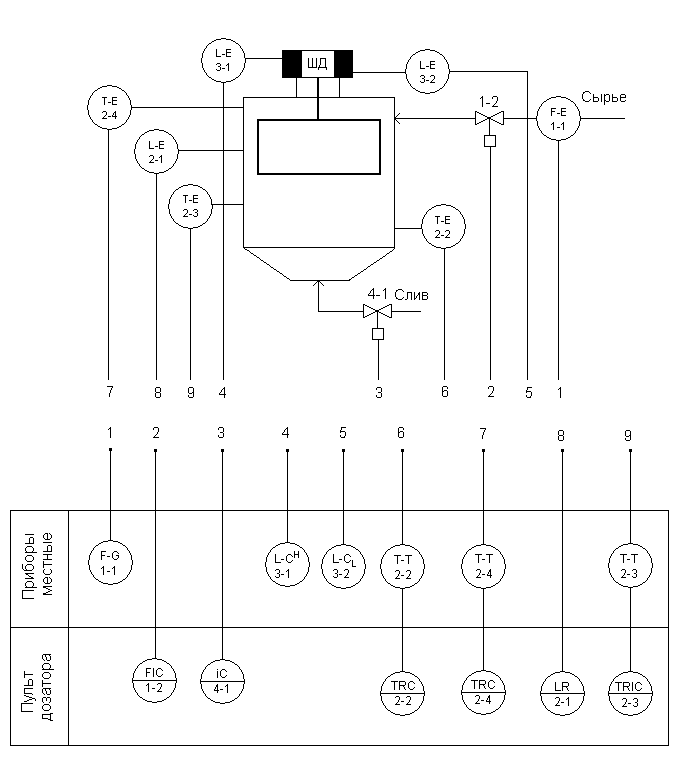


Рисунок 3.1 – Функциональная схема автоматизации

3.1 Описание функциональной схемы

Из-за особенностей технологического раствора, который будет дозироваться, его необходимо поддерживать при температуре 80 °С, поэтому будет стоять датчик температуры раствора.

Ход поршня 80 мм, что бы не заходить за пределы, будут стоят два концевых выключателя, верхнего и нижнего положения, по сигналам от которых будет останавливаться шаговый двигатель.

По сигналу с пульта, будет открываться запорный клапан, через который в дозирующее устройство будет подаваться исходный раствор. Уровень заполнения дозатора контролируется датчиком уровня.

Слив остатков будет также производиться путем открытия, по сигналу с пульта, запорного клапана.

Генерировать необходимую частоту вращения шагового двигателя будет частотный генератор, которым будет управлять микроконтроллер.

4 Система управления

На рисунке 4.1 представлена блок схема системы управления [5,6].

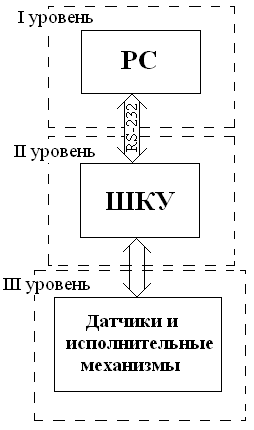


Рисунок 4.1 – Блок-схема системы управления

Система управления состоит из трех уровней:

– первый уровень – это персональный компьютер, он обрабатывает данные, полученные со второго уровня. С помощью PC оператор управляет процессом, вводит необходимые константы и переменные, задает требуемые границы. Так же он отвечает за архивирование данных, вывод соответствующих сигнальных сообщений, при возникновении аварийной ситуации;

– второй уровень – это шкаф контроля управления (ШКУ). Он производит сбор и первичную обработку сигналов с датчиков, и выдачу информации на PC. По сигналам от оператора ШКУ выдает сигналы на исполнительные механизмы;

– третий уровень – это непосредственно датчики и исполнительные механизмы.

На основе системы управления была разработана структурная схема дозатора технологических растворов.

4.1 Структурная схема дозирующего устройства

На рисунке 4.2 представлена структурная схема дозирующего устройства.

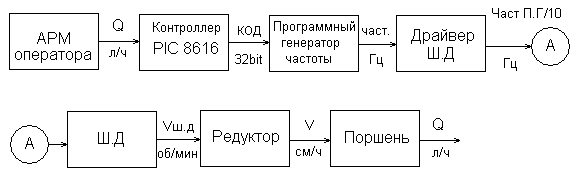


Рисунок 4.2 – Структурная схема дозирующего устройства

Оператор задаёт расход литров в час, затем контроллер преобразует этот расход в 32 битный код, который отправляется на генератор частоты. Необходимость преобразования расхода в код, вызвана тем, что частотный генератор, который управляет скоростью шагового двигателя, сделан в программном комплексе MPlab, на языке Assembler. Данный генератор, формирует частоту в зависимости от кода поданного на вход, данный код представляет собой целое число от 1 до 65535, наименьшее значение кода соответствует максимальной частоте, равной 35084 Гц. Контроллер переводит расход в код по формулам:

 (4.1)

 (4.2)

 (4.3)

 (4.4)

где x – это полученный код.

На рисунке 4.3 представлена диаграмма зависимости кода от расхода.



Рисунок 4.3 – Зависимость кода от расхода тех. раствора

В зависимости от этого кода генерируется частота, подаваемая на вход драйвера ШД. Драйвер ШД делит входную частоту на 10, и полученная частота подается на ШД, который в свою очередь связан с редуктором двигающем поршень. От скорости ввода поршня зависти получаемый расход. Отсюда следует, что управлять расходом можно, изменяя частоту ШД [9,10].

Сложность управления состоит в том, что расход не всегда соответствует частоте, которая задается целым числом, а подать на генератор можно только целое число. Поэтому программа управления вычисляет два соседних кода, соответствующих большему и меньшему расходу и поддерживает определенное время один расход, затем другой, что бы в среднем получался заданный оператором расход.

В соответствии со структурной схемой и математическим описанием, была собрана модель в приложении Simulink пакета MatLab 6.5 [11-13]. Модель представлена в приложении В.

На рисунке 4.4 и 4.5 представлены результаты работы модели.

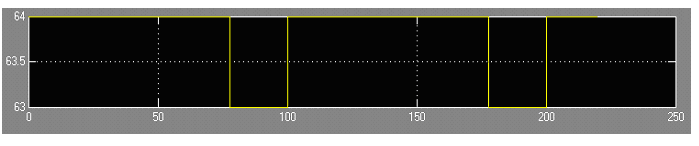


Рисунок 4.4 – Смешивание расходов

На рисунке 4.4 показано смешивание двух соседних расходов, определенное время держится один код, соответствующий большему расходу, затем переключается на второй код, соответствующий меньшему расходу.

На рисунке 4.5 показано усреднение расхода, так как это происходит в модели.

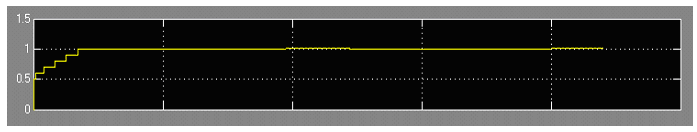


Рисунок 4.5 – Усреднение расхода

Данные о заданном и полученном расходе приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Результаты работы модели

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Заданный расход (л/ч) | Полученный расход (л/ч) | Код | Относительная погрешность (%) |
| 0,5 | 0,5002 | 128,554 | 0,04 |
| 0,6 | 0,6009 | 106,962 | 0,15 |
| 0,7 | 0,7003 | 91,539 | 0,04 |
| 0,8 | 0,8027 | 79,971 | 0,34 |
| 0,9 | 0,9022 | 70,974 | 0,24 |
| 1 | 1,004 | 63,777 | 0,40 |
| 1,1 | 1,105 | 57,888 | 0,45 |
| 1,2 | 1,204 | 52,981 | 0,33 |
| 1,3 | 1,309 | 48,828 | 0,69 |
| 1,4 | 1,393 | 45,269 | 0,50 |
| 1,5 | 1,491 | 42,184 | 0,60 |
| 1,6 | 1,599 | 39,485 | 0,06 |
| 1,7 | 1,687 | 37,104 | 0,77 |
| 1,8 | 1,809 | 34,987 | 0,50 |
| 1,9 | 1,889 | 33,093 | 0,58 |
| 2 | 1,993 | 31,388 | 0,35 |
| 2,1 | 2,114 | 29,846 | 0,66 |
| 2,2 | 2,196 | 28,444 | 0,18 |
| 2,3 | 2,294 | 27,164 | 0,26 |
| 2,4 | 2,413 | 25,991 | 0,54 |
| 2,5 | 2,521 | 24,91 | 0,83 |

По техническому заданию относительная погрешность не должна превышать 1 %. Из таблицы 4.1 видно, что полученная модель удовлетворяет требованиям технического задания.

На рисунке 4.6 представлена диаграмма зависимости расхода от относительной погрешности. Из этой диаграммы видно, что погрешность растет с увеличением расхода. Это связано с тем, что чем больше заданный расход, тем больше частота, которую необходимо подать на двигатель. А на больших частотах, у генератора большая дискретность шага, следовательно, и соседние расходы сильно отличаются, поэтому при смешивании, увеличивается погрешность.



Рисунок 4.6 – Диаграмма зависимости относительной погрешности от расхода

На основе математического описания и собранной модели был разработан алгоритм управления дозатором технологических растворов. Полное описание алгоритма приведено в приложении Г.

5 Выбор элементной базы

На основе алгоритма управления и функциональной схемы были выбраны управляющие элементы.

В качестве привода был выбран шаговый двигатель (ШД) FL86STH65–2808A, который производит НПФ «Электропривод» [18]. Данный ШД имеет следующие характеристики:

– ток/фаза – 2,8 А;

– сопротивление/фаза – 1,4 Ом;

– индуктивность/фаза – 3,9 мГн;

– крутящий момент – 34 кг·см;

– длинна – 65 мм;

– момент инерции ротора – 1000 г·см2;

– вес – 1,7 кг.

Электрическая схема ШД представлена на рисунке 5.1.

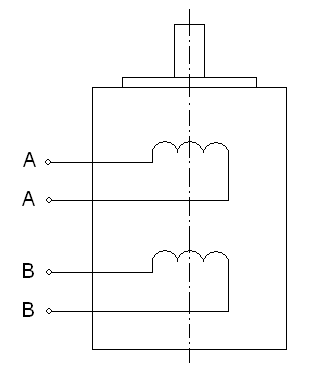


Рисунок 5.1 – Электрическая схема ШД FL86STH65-2808A

Шаговые двигатели этой серии имеют основной угловой шаг 1,8°, частоту приемистости до 2000 Гц и скорость вращения вала до 1500 об/мин. Так же к двигателям этой серии идет устройство управления.

В качестве устройства управления был выбран программируемый блок управления ШД SMSD-3.0 [18]. Он предназначен для управления работой четырехфазных, либо двухфазных ШД с током фазы 3 A. Блок объединяет в себе управляющий микропроцессор и высококачественный драйвер ШД. Управление осуществляется по заданной программе, в ручном режиме или в режиме драйвера.

Блок SMSD может работать в режиме целого шага или осуществлять дробление на 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 и 1/32, блок может задавать направление, скорость, ускорение движения, а также работать по сложным алгоритмам, записываемым в энергонезависимую память. Блок работает автономно, от компьютера (LPT или COM-порт) или от внешнего задающего контроллера. Блок имеет возможность получать сигналы от внешних устройств и датчиков, а также подавать сигналы внешним устройствам. Блок имеет радиатор и не требует дополнительного охлаждения. Этот блок имеет одну особенность – он уменьшает входную частоту в 10 раз. Основные характеристики блока SMSD-3.0:

–максимальный выходной ток – 3 А;

– напряжение питания – 18-40 В;

– диапазон частот отработки шагов – от 1 до 10000 Гц;

– точность установки скорости – не ниже 0,2%;

– обмен с ПК – RS232.

В качестве привода, который будет двигать поршень дозирующего устройства, выбран электромеханизм МП-100М с ходом штока 80 ± 1,5 мм. Нагрузка на шток: номинальная – 980 Н (100 кгс), максимальная – 1470 Н (150 кгс).

Так как рассмотренные частотные генераторы не позволяют работать в частотах от 200 Гц до 25000 Гц с возможностью подстройки частоты в 1 Гц, то генерация частоты будет производиться от программного генератора. Генератор написан в программном пакете MPLAB IDEv 8.10, на языке ассемблер.

Данный генератор генерирует частоту в зависимости от полученного кода, код задается с контроллера, код – это значение от 1 до 65535 (32 бита). Частота поступает на блок управления ШД, он делит ее на 10 и полученную частоту отправляет на ШД. В зависимости от поданного кода мы меняем скорость вращения двигателя и, следовательно, меняем расход технологического раствора.

Управляющий модуль построен на базе – контроллер универсальный (КУ) «Каскад».

5.1 Контроллер универсальный «КАСКАД»

КУ «Каскад» является собственной разработкой ФГУП ГХК ОКБ КИПиА.[19]

5.1.1 Назначение

КУ «Каскад» – промышленный программируемый контроллер, предназначен для работы в системах автоматизированного управления производственными технологическими процессами.

КУ «Каскад» имеет открытую модульную архитектуру построения. Это позволяет наращивать и конфигурировать контроллер для решения конкретных задач. Для связи и обмена данными КУ «Каскад» с персональным компьютером используется стандартный протокол связи MODBUS.

5.1.2 Состав и технические характеристики

КУ «Каскад» объединяет в своем составе следующие модули (рисунок 5.2):

– микропроцессорный модуль;

– базовый модуль;

– модуль преобразования напряжения;

– модули ввода-вывода.

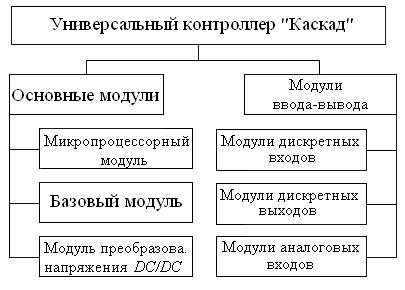


Рисунок 5.2 – Состав КУ «Каскад»

Технические характеристики модулей входящих в состав КУ «Каскад» приведены в приложении Д.

5.1.3 Устройство и работа КУ «Каскад»

Модульный принцип построения позволяет осуществлять наращивание и конфигурирование контроллера «Каскад» для решения конкретной задачи.

Контроллер «Каскад» включает в себя:

– базовый блок, в состав которого входят базовый модуль, и устанавливаемые в плату базового модуля микропроцессорный модуль, модуль преобразования напряжения, и один из модулей ввода-вывода;

– блок расширения, в состав которого входят базовый модуль, и устанавливаемые в плату базового модуля три модуля ввода-вывода.

Для базового блока и блока расширения используются одинаковые корпуса.

Основу контроллера составляет базовый блок, в котором установлен микропроцессорный модуль. Этот блок обеспечивает реализацию программ управления, обмен данными между блоками. К одному базовому блоку допускается подключать до четырех блоков расширения.

Функциональная схема КУ «Каскад» представлена в приложении В. Обмен данными внутри контроллера осуществляется по шине SPI по технологии «главный/подчиненный». Главным является микроконтроллер, установленный на плате микропроцессорного модуля, подчиненные на платах базовых модулей. «Подчиненные» микроконтроллеры обеспечивают передачу управляющих сигналов для модулей дискретных выходов, прием данных от модулей дискретных и аналоговых входов. Инициировать передачу данных может только главное устройство.

На основе выбранных элементов была разработана электрическая принципиальная схема дозирующего устройства, которая представлена в приложении Ж.

6 Программа управления дозатором технологических растворов

На основе алгоритма управления и с учетом выбранной элементной базы была написана программа управления дозатора технологического раствора. Программа написана в программном комплексе CoDeSys v2.3 [22-28]. Тест программы представлен в приложении К, описание применения программного обеспечения (далее по тексту ПО) представлено в приложении Л, руководство системного программиста ПО представлено в приложении М, спецификация ПО в приложении Н. Результаты работы программы, при рабочей частоте, представлены в приложении П, а при разгоне двигателя в приложении Р.

Данная программа должна генерировать код на устройство управления ШД, в зависимости от расхода заданного оператором.

7 Экономическая часть

7.1 Технико-экономическое обоснование

Дозирующее устройство технологического раствора предназначено для работы в составе опытно-промышленной установки «Кристаллизатор».

Необходимость снижения радиационной опасности для работающего персонала, уменьшение случаев возникновения проф. болезней у людей участвующих в процессе кристаллизации, привело к потребности в создании автоматизированной системы дозирования технологического раствора, для подачи раствора ГНУ.

Также система автоматизированного управления дозатором технологических растворов позволит решить проблему человеческих ошибок. Уменьшатся затраты на персонал, следовательно повышаются экономические показатели.

Программу, как любое техническое решение необходимо рассматривать с экономической точки зрения экономической целесообразности и пользы. Целью технико-экономического обоснования разработки является количественное и качественное доказательство экономической целесообразности усовершенствования программы, а также определение организационно-экономических условий ее эффективного функционирования.

Эффективность программного модуля определяется его качеством и эффективностью процесса разработки и сопровождения. Качество программного изделия определяется тремя составляющими:

* с точки зрения специалиста–пользователя данного программного продукта;
* с позиции использования ресурсов и их оценки;
* по выполнению требований на программное изделие.

Программное изделие должно быть разработано так, чтобы оно выполняло свои функции без лишних затрат ресурсов (оперативной памяти ЭВМ, машинного времени, пропускной способности каналов передачи данных и др. – на стадии функционирования; время разработки и денежных ресурсов – на стадии использования программного изделия).

Содержание технико-экономического обоснования разработки программы заключается в следующем:

* расчет технико-экономических показателей и выбор базы сравнения;
* определение трудоемкости и стоимости программного обеспечения (ПО);
* расчет цены ПО;
* расчет капитальных и эксплуатационных затрат на разработку;
* определение показателей финансово-экономической эффект.

Исходные данные для расчета экономических показателей приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Исходные данные экономических показателей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование показателя | Единицы измерения | | Значение показателя |
| СЭВМ | Стоимость ЭВМ | тыс. руб. | | 25 |
| ДМ | Среднее количество дней в месяце | дни | | 22 |
| ρн | Норматив рентабельности | – | | 0,25 |
| ωд | Коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату разработчика программы | – | | 0,20 |
| ωс | Коэффициент, учитывающий начисления органам социального страхования | – | | 0,26 |
| ωн | Коэффициент, учитывающий накладные расходы организации | – | | 1,35 |
| qi | Количество i-задач, решаемых потребителем | зад. год | | 50 |
| tМВi | Время решения i-ой задачи разработанной программой | маш. час | | 1 |
| t’МВi | Время решения i-й задачи базовой программой | маш. час | | 5 |
| nп | Количество организаций, которые приобретут данную программу | шт. | | 1 |
| ZЭЛ | Тариф за 1 кВт/час | руб. | | 1,85 |
| εн | Нормативный коэффициент эффективности капиталовложений | – | | 0,25 |
| ТС | Срок службы разработанной программы | | год | 5 |
| НДС | Налог на добавленную стоимость | | % | 18 |
| ТР | Количество рабочих дней в году | | дн | 264 |
| NСМ | Количество смен работы ЭВМ | | – | 1 |
| tСМ | Продолжительность смены | | ч | 8 |
| α | Простои ЭВМ | | % | 5 |
| P | Мощность, потребляемая ЭВМ | | кВт | 0,4 |
| NСР | Среднее количество ремонтов в год | | – | 2 |
| SД | Стоимость деталей, заменяемых при ремонте | | руб. | 1000 |

## 

7.2 Расчет затрат на разработку программы

Суммарные затраты на разработку программы рассчитываются по следующей формуле:

 (7.1)

где SЗП – затраты по заработной плате инженера-программиста;

SНАК – накладные расходы;

SРУК – зарплата руководителя.

Затраты по заработной плате дипломника рассчитываются по формуле:

 (7.2)

где ОЗП – основная заработная плата дипломника за месяц;

tpi – время, необходимое для разработки программы программистом i-го разряда (чел. – мес.);

ωд – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату разработчика программы, в долях к сумме основной заработной платы;

ωс – коэффициент, учитывающий начисления органам социального страхования на заработную плату разработчика программы, в долях к сумме основной заработной плате разработчика.

Программа разрабатывалась 135 дней, если учесть, что в одном месяце 22 рабочих дня, то:

 (7.3)

Таким образом накладные затраты по заработной плате составят:

 (7.4)

Накладные затраты рассчитываются с учетом ωн – коэффициента, определяющего уровень накладных расходов организации по формуле:

 (7.5)

 (7.6)

Зарплата руководителя составляет SРУК=10800 руб.

Таким образом, суммарные затраты на разработку программы составляют:

 (7.7)

7.3 Расчет цены разработанной программы

Оптовая цена разработанной программы определяется по следующей формуле:

 (7.8)

где ZП – оптовая цена (цена разработчика), руб.;

SРП – суммарные затраты на разработку программы руб;

П – прибыль, рассчитанная по формуле:

 (7.9)

где – норматив рентабельности, учитывающий прибыль организации, разрабатывающей данную программу в долях ко всем затратам данной организации на разработку программы.

 (7.10)

 (7.11)

Розничная цена программы рассчитывается с учетом налога на добавленную стоимость (НДС = 18%) по формуле:

 (7.12)

 (7.13)

Выручка от продаж составит:

 (7.14)

 (7.15)

7.4 Расчет капитальных вложений

Капиталовложения, связанные с работой ЭВМ рассчитываются по формуле:

  (7.16)

где СЭВМ – стоимость ЭВМ руб;

ST – стоимость транспортировки ЭВМ руб;

SМ – стоимость монтажа ЭВМ руб;

SЗ – стоимость запасных частей руб;

SПЛ – стоимость площади установки ЭВМ руб.

Так как площадь, отводимая под установку ЭВМ, в данном случае не существенна, то этим коэффициентом можно пренебречь.

Расчет коэффициентов входящих в формулу (7.16) для расчета величины капиталовложений:

 (7.17)

 (7.18)

 (7.19)

 (7.20)

 (7.21)

 (7.22)

Капиталовложения в ЭВМ составляют:

 (7.23)

7.5 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы на ЭВМ рассчитываются по формуле:

  (7.24)

где ТМВ – машинное время для решения задач с помощью разработанной программы, маш. час/год;

еЧ – эксплуатационные расходы, приходящиеся на 1 час работы ЭВМ;

ZП – цена, по которой продается программа руб;

ТС – срок службы программы год.

Полезный фонд времени работы ЭВМ рассчитывается по формуле:

 (7.25)

где ТОБЩ – общий фонд времени работы ЭВМ дни; ТОБЩ = ТР;

NСМ – количество смен работы ЭВМ;

tСМ –время одного рабочего дня час;

α – простои ЭВМ ( в процентах от общего фонда времени работы ЭВМ).

 (7.26)

Полезный фонд времени работы ЭВМ составляет:

 (7.27)

Машинное время для решения задач с помощью данной программы рассчитывается по формуле:

 (7.28)

где qi – количество i-задач, решаемых потребителем в год шт;

tМВi – время решения i -ой задачи, разработанной программой маш. час.

 (7.29)

Эксплуатационные расходы, приходящиеся на 1 час работы ЭВМ, оцениваются по формуле:

  (7.30)

где А0 – амортизационные отчисления руб;

SЗП – затраты по заработной плате инженера в год руб./год;

SЭЛ – стоимость потребляемой энергии руб.

RРМ – затраты на ремонт ЭВМ руб;

ТПОЛ – полезный годовой фонд работы ЭВМ, маш.час/год.

Амортизационные отчисления рассчитываются с учетом нормы амортизации (Ан=20%):

 (7.31)

 (7.32)

Затраты по заработной плате дипломника за год рассчитывается по формуле:

** (7.33)**

 (7.34)

Стоимость потребляемой энергии оценивается по формуле:

 (7.35)

где P – мощность, потребляемая ЭВМ (кВт);

ТПОЛ – полезный годовой фонд работы ЭВМ маш. час/год;

ZЭЛ – тариф за 1 кВт•час руб.

Произведем расчет стоимости потребляемой энергии:

 (7.36)

Затраты на ремонт ЭВМ вычисляются по формуле:

 (7.37)

где NСР – среднее количество ремонтов в год;

SД – стоимость деталей заменяемых при одном ремонте, в среднем.

 (7.38)

Произведем вычисление эксплуатационных расходов по формуле (7.30), приходящихся на 1 час работы ЭВМ:

 (7.39)

Далее вычислим эксплуатационные расходы на ЭВМ по формуле (7.24):

 (7.40)

7.6Расчетденежногогодовогоэкономическогоэффекта

Денежный годовой экономический эффект оценивается по следующей формуле:

  (7.41)

где ΔЕМЭ – экономия стоимости машинного времени руб;

εн – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

ΔКЭ – экономия капитальных вложений руб.

Расчет экономии капитальных вложений производится по формуле:

  (7.42)

где ТМВ1 – машинное время для решения задач базовой программой рассчитывается с учетом t’МВi;

ТМВ2 – машинное время для решения задач с помощью разработанной программы маш. час/год;

КЭВМ – капиталовложения в ЭВМ руб;

ТПОЛ – полезный годовой фонд работы ЭВМ маш. час/год;

 (7.43)

 (7.44)

Расчет экономии капитальных вложений по формуле (7.42):

 (7.45)

Расчет экономии стоимости машинного времени производится по формуле:

 (7.46)

 (7.47)

Теперь определим денежный годовой экономический эффект по формуле (7.41):

 (7.48)

7.7 Расчёт рентабельности

Рентабельность данной разработки определим как отношение полученной прибыли к величине затрат.

Рентабельность разработки определим следующим образом [29]:

 (7.49)

 (7.50)

7.8 Оценка научно-технической результативности

Обязательным компонентом всех научно-технических работ является тщательный анализ фактической эффективности результатов разработки.

Эффективность научных исследований устанавливается с учетом различных видов проявления полезного эффекта, который может быть получен при использовании результатов НИР.

Наиболее важным при этом является комплексная экономическая оценка и планирование уровня рентабельности НИР, определение научно - технического уровня новых разработок.

Из-за отсутствия аналогов и недостатка информации невозможно провести детальный расчет экономической эффективности. В связи с этим необходимо применить методику, которая позволит оценить социальный и научно-технический эффект разработанного программного обеспечения.

На основе оценок новизны результатов, их ценности, масштабам реализации определяется показатель научно-технического уровня по формуле:

 (7.51)

где Кi – весовой коэффициент i - го признака научно-технического эффекта;

Пi – количественная оценка i - го признака научно-технического уровня работы.

Весовые коэффициенты признаков научно - технического эффекта и их количественная оценка по 10-ти бальной шкале, полученные экспертным путем на семинаре в лаборатории, приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Весовые коэффициенты

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Признаки научно-технического эффекта | Балл | Примерные значения ri |
| Уровень новизны | 10 | 0,6 |
| Возможность усовершенствования | 9 | 0,7 |
| Теоретический уровень | 8 | 0,5 |
| Возможность реализации | 10 | 0,3 |

Коэффициент научно-технического эффекта НИОКР:

 (7.52)

В соответствии с таблицей 7.3, уровень научно-технического эффекта настоящей работы – высокий.

Таблица 7.3 – Оценка уровня научно-технического эффекта

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень научно-технического эффекта | Показатель научно-технического эффекта |
| Низкий | 1 – 4 |
| Средний | 5 – 7 |
| Сравнительно высокий | 8 – 10 |
| Высокий | 11 – 14 |

Общая стоимость разработанного алгоритма управления дозатором технологического раствора опытно промышленной установки «Кристаллизатор» составила 103440,5 руб.

8 Безопасность жизнедеятельности

8.1 Введение

Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (статья №1 Федерального закона «Об основах охраны труда в Российской Федерации», 17.07.1999 г. №181-ФЗ), образующие механизм реализации конституционного права граждан на труд (ст. 237 Конституции РФ) в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. (Это право закреплено также в ст. 7 международного пакта об экономических, социальных и культурных правах).

Конституция Российской Федерации 37 статьей гарантирует свободу труда, а также право на труд, в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Из пункта 5 указанной статьи следует, что «каждый имеет право на отдых». Таким образом, понятие охраны труда своим первоисточником имеет Конституцию Российской Федерации.

Федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере труда, является Федеральная служба по труду и занятости Министерства здравоохранения и социального развития Правительства Российской Федерации.

Федеральная служба по труду и занятости руководствуется в своей деятельности Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, федеральными законами, указами Президента Российской Федерации и актами Правительства Российской Федерации, международными договорами Российской Федерации, нормативными правовыми актами Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, а также Трудовым кодексом Российской Федерации.

Основными задачами трудового законодательства являются создание необходимых правовых условий для достижения оптимального согласования интересов сторон трудовых отношений, интересов государства, а также правовое регулирование трудовых отношений и иных, непосредственно связанных с ними отношений.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда, согласно ст. 212 ТК РФ, возлагаются на работодателя. Последний, руководствуясь указанной статьей, обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов. Кроме того, работодатель обязан обеспечить, соответствующие требованиям охраны труда, условия труда на каждом рабочем месте; режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством, и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права. Работодатель обязан информировать работников об условиях охраны труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты.

Помимо обеспечения безопасных условий труда гражданина, законодательство налагает ответственность на каждого за состояние окружающей природной среды. Так Конституция Российской Федерации статьей 58 обязывает каждого «сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам».

Во исполнение указанных положений, а также положений других нормативных документов в области охраны труда и окружающей природной среды (№52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения») соответствующими ведомствами, были разработаны требования, инструкции, нормы и стандарты, согласно которым необходимо обеспечивать требования законодательства в указанной области.

8.2 Характеристика вредных и опасных факторов, имеющих место в лаборатории

Работа в лаборатории № 328 10-го учебного корпуса ТПУ сопряжена со следующими видами вредных и опасных факторов для здоровья сотрудников:

* опасность поражения электрическим током;
* опасность вредного воздействия электромагнитного излучения;
* опасность вредного воздействия шума;
* опасность возникновения пожара;
* опасность радиационного поражения;

Во избежание возможности поражения или вредного воздействия одного или нескольких из указанных факторов обязательным является исполнение всеми сотрудниками лаборатории мер по охране труда и нижеследующих санитарно-гигиенических норм:

* норм естественного и искусственного освещения;
* норм на метеоусловия, вентиляцию и отопление;
* норм на наличие в воздухе вредных веществ.

## 

8.3 Электробезопасность

Электропитание лаборатории № 328 10-го учебного корпуса ТПУ осуществляется от силового распределительного щита однофазного переменного тока с действующим значением напряжения 220 В. Таким образом, в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ), все электроприборы, используемые в лаборатории, относятся к низковольтным с напряжением питания до 1000 В. Все электроприемники относятся к электроприемникам III категории. Лаборатория, согласно классификации ПУЭ, является сухим помещением без повышенной опасности.

Электробезопасность в лаборатории должна обеспечиваться следующими мероприятиями:

* для защиты от напряжения прикосновения все токоведущие части должны быть изолированы; запрещается использовать кабели и провода с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией; неизолированные токоведущие части должны быть оборудованы защитными ограждениями или расположены в недоступном для прикосновения месте; запрещается пользоваться поврежденными розетками, распределительными коробками, рубильниками и другими электроустановочными приборами; устройство и эксплуатация временных электросетей не допускается;
* для защиты от поражения электрическим током путем возникновения потенциала на проводящих корпусах электроприборов необходимо наличие защитного заземления; согласно ПУЭ сопротивление заземляющего устройства в любое время года должно быть не более 4 Ом, при этом сечение заземляющей жилы должно быть не менее 4 мм2 для медных проводников, не менее 6 мм2 – для алюминиевых и не менее 20 мм2 – для стальных;
* для защиты от токов короткого замыкание необходимо наличие быстродействующих устройств защиты; электрическая сеть должна иметь защиту от токов короткого замыкания, обеспечивающую по возможности наименьшее время отключения и требования селективности; в качестве аппаратов защиты должны применяться автоматические выключатели или предохранители;

При работе в лаборатории, с целью обеспечения электробезопасности пользователей компьютеров, должны выполняться следующие требования:

* все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должны питаться от одной фазы электросети;
* корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;
* для аварийного отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит с автоматами защиты и общим рубильником;
* все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны производиться при отключенном электропитании.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация обслуживания ПЭВМ, проведение ремонтных, монтажных и профилактических работ.

Ремонт, разборку и сборку, наладку электротехнологического оборудования может выполнять только подготовленный персонал, имеющий необходимую для данных работ группу допуска по электробезопасности.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

* обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
* очистить дыхательные пути;
* приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
* в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца;

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

* возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
* появления запаха, характерного для горящей изоляции или пластмассы;
* появления дыма или огня;
* появления искрения;
* обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

При возгорании, возникновении пожара, необходимо отключить электроприбор от электросети (если это сделать невозможно, то необходимо отключить питающую сеть автоматическим или пакетным выключателем, или рубильником на лабораторном или силовом щите), вызвать пожарную команду и приступить к тушению пожара имеющими средствами пожаротушения. Следует помнить, что для тушения пожара на установках, находящихся под напряжением, можно пользоваться только углекислотным или порошковыми огнетушителями. При сильном возгорании, пожаре необходимо срочно вызвать электрика и обесточить помещение, после чего для тушения пожара можно использовать пенные огнетушители и воду.

8.4 Требования безопасности при работе видеотерминалов и ПЭВМ

8.4.1 Эргономика и организация рабочего места

Эргономика – соответствие труда физиологическим и психическим возможностям человека, обеспечение наиболее эффективной работы, не создающей угрозы здоровья человека и выполняемой при минимальной затрате биологических ресурсов. Эргономическая оценка рабочих мест в производственных условиях проводится комплексно согласно методическим рекомендациям Минздрава: «Основные принципы и методы эргономической оценки рабочих мест для выполнения сидя и стоя (№ 8212–8, ГОСТом 12.2.032-78 ССГТ «Рабочее место при выполнении работ сидя», «Общие эргономические требования», ГОСТом 12.2.048-80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требование»)».

8.4.2 Мероприятия по выполнению норм естественного и искусственного освещения

В соответствии с СП 2.2.1.1312-03 системы естественного, искусственного и комбинированного освещения следует проектировать с учетом необходимости обеспечения на рабочих местах (постоянных и непостоянных) нормируемых показателей: коэффициент естественной освещенности (КЕО), освещенность рабочей поверхности, показатель ослеплённости, отраженная блесткость, коэффициент пульсации, яркость, неравномерность распределения яркости.

В лаборатории № 328 10-го учебного корпуса ТПУ нормальная освещенность достигается в дневное время за счет естественного света, проникающего через 1 оконный проем размером 2,11,6 метра, а в утренние и вечерние часы – за счет искусственного освещения люминесцентными лампами. Поэтому следует рассчитать два вида освещенностей:

* естественной;
* искусственной.

Определим искусственную освещенность рабочего места за счет общего освещения. Общее освещение осуществляется светильниками ЛСП-02. Они расположены в 2 ряда по 6 светильников, в каждом из которых установлены 2 лампы ЛД-40.

Помещение имеет прямоугольную форму размерами 55,5 метров и высотой 3,2 метра. При расчете общего освещения используем метод светового потока. Необходимая освещенность есть величина:

(8.1)



где  – нормированная минимальная освещенность, лк;

 – световой поток для ЛД-40;

 – число ламп в помещении;

 – площадь освещаемого помещения;

 – отношение средней освещенности к минимальной (обычно принимается равным 1,1 ÷ 1,2; пусть );

 – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации;

 – коэффициент использования светового потока, зависит от коэффициента отражения потолка  и стен , высоты размещения светильников  и размеров помещения . В зависимости от  и  и показателей помещения определим индекс помещения:

(8.2)



Для ,  и .



Подставим результаты в формулу (10.1) для освещенности и получим:

(8.3)



В соответствии с санитарными нормами СНиП 23-05-95 рекомендуемая искусственная освещенность для помещений данного типа для работ высокой точности на светлом фоне при большом контрасте, составляет 200 Лк.

Приведённый расчет естественного освещения произведём по световому коэффициенту:

(8.4)



где – площадь окон;



– площадь пола.



Таким образом, по формуле (8.4) рассчитаем световой коэффициент:

(8.5)



Рекомендуемый коэффициент естественной освещенности для помещения данного типа и работ высокой точности на светлом фоне при большом контрасте . Следовательно, освещенность рабочего места находится в допустимых пределах.



8.4.3 Мероприятия по борьбе с производственным шумом

В соответствии с классификацией, введенной СН 2.2.4/2.1.8.562-96, шум, имеющий место в лаборатория № 328 10-го учебного корпуса ТПУ, является постоянным, широкополосным.

В соответствии с пунктом 5.1 указанного документа характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

 (8.6)

где  – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

– исходное значение звукового давления в воздухе.



Шум от работающего компьютера создает . Таким образом, .



Согласно пункту 5.3.1 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 для рабочих мест в помещениях «… проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных…» предельно допустимый уровень звукового давления составляет Lmax=75 дБ. Иными словами шум, создаваемый работой компьютеров, по своим характеристикам удовлетворяет санитарным нормам [34].

8.4.4 Мероприятия по радиационной безопасности

Любой электровакуумный прибор, работающий при высоких напряжениях на электродах, является источником рентгеновского излучения. Поверхность дисплея компьютера, в электронно-лучевой трубке которого применяется ускоряющее напряжение порядка 30 кВ, можно отнести к группе II источников мягкого рентгеновского излучения. Для источников группы II мощность экспозиционной дозы на расстоянии 510 мм от поверхности не должна превышать 0,28 мР/ч (0,08 мкР/с).

Согласно спецификации производителя – фирмы CTX, монитор которой используются в составе ЭВМ в лаборатории № 328, модель монитора Ultra screen c электронно-лучевой трубкой соответствует стандарту ТСО – 92 Шведского государственного департамента охраны труда. Этот стандарт предусматривает нормирование не только мягкого рентгеновского излучения, но и всех видов электромагнитного излучения мониторов для видов работ связанных с постоянной работой за компьютером. В настоящее время стандарт ТСО-92 признан самым строгим стандартом в мире нормирующим вредные факторы при работе с ЭВМ, и, следовательно, монитор удовлетворяющий его требованиям, будет полностью удовлетворять требованиям отечественных стандартов.

## 

8.4.5 Мероприятия по выполнению норм вентиляции и отопления

В лаборатории осуществляется естественная вентиляция с кратностью обмена воздуха за час 0,5–0,7 зимой и 1–2 летом.

Площадь помещения составляет 27,5 м2. В помещении постоянно находятся 5 человек, на каждого работающего приходится 5,5 м2 пола, 17,6 м3 воздуха, при норме 4,5 м2 и 15 м3 соответственно.

Температура в помещении поддерживается за счет водяного отопления.

Согласно СП 2.2.1.1312-03 лаборатория № 328 10-го учебного корпуса ТПУ относится к помещению без повышенного тепловыделения, а по категории работ к легким, поэтому температура и относительная влажность должны быть:

1. в летний период ;
2. в зимний и переходные периоды .



## 

8.5 Мероприятия по пожарной безопасности

В соответствии с правилами определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, регламентируемыми НПБ 105 – 03, лаборатория № 328 10-го учебного корпуса ТПУ относится к категории В, так как в помещении наличествуют твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, а также вещества и материала, способные при взаимодействии с кислородом воздуха гореть. К горючим материалам относятся шкафы, столы, стулья и документация.

Для предотвращения пожара принимаются следующие меры:

* из лаборатории необходимо удалить неиспользуемые нагревательные приборы;
* паяльник установить на несгораемую основу вдали от легко воспламеняющихся предметов;
* корпуса рубильников и розеток разместить на несгораемых основах;
* нагревательные приборы расположить на асбестовых ковриках и прокладках;
* работы с легко воспламеняющимися веществами должны проводиться вне лаборатории;
* курение в лаборатории строго запрещено.

В соответствии с требованиями пожарной безопасности разрабатывается план эвакуации, эвакуационная карта и инструкция «О порядке проведения эвакуации людей и оборудования в случае пожара».

Лаборатория должна быть оборудована средствами пожаротушения, которыми в данном случае являются углекислотные огнетушители типа ОУ.

## 

8.6 Мероприятия по охране окружающей природной среды

Согласно ст. 11 «Права и обязанности граждан в области охраны окружающей среды» Федерального закона Российской Федерации от 10 января 2002г. №7-Ф3 «Об охране окружающей среды» каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду; на ее защиту от негативного воздействия, вызванного хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера; на достоверную информацию о состоянии окружающей среды и на возмещение вреда окружающей среде.

Рабочее место в лаборатории, а равно и проектируемая установка, не оказывает какого-либо отрицательного воздействия на окружающую природную среду.

## 

8.7 Заключение по разделу

В данной главе были рассмотрены требования по технике безопасности, электробезопасности, пожарной безопасности, радиационной безопасности, а также проведен расчёт по обеспечению нормальных метеоусловий, санитарных норм на освещённость. В результате расчётов установлено, что лаборатория удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к ней нормативными документами в области охраны труда и окружающей природной среды.

А именно:

* в лаборатории осуществляется естественная вентиляция с кратностью обмена воздуха за час 0,5 – 0,7 зимой, 1 – 2 летом;
* площадь помещения составляет 27,5 м2. В помещении постоянно находятся 5 человек, на каждого работающего приходится 5,5м2 пола 17,6 м3 воздуха, при норме 4,5м2 и 15м3 соответственно;
* освещенность составляет 364 лк, при нормированной минимальной освещенности 200 лк;
* коэффициент естественной освещенности равен , что является достаточным для рассматриваемого класса работ.



Заключение

В ходе проделанной работы был проведен обзор дозирующих устройств. Анализ существующих дозаторов показал невозможность их применения, по различным причинам, для решения поставленной задачи. Для выполнения была придумана собственная конструкция дозирующего устройства. Данный дозатор построен на законе «Архимеда».

Для разработки системы управления, была составлена структурная схема дозатора, описаны взаимодействие между узлами дозирующего устройства. Разработан алгоритм системы управления дозатора технологических растворов. Сделано математическое описание алгоритма управления.

Для проверки алгоритма управления собрана модель в среде Simulink. Результаты работы модели были обработаны в Excel, относительная погрешность входит в пределы установленные техническим заданием.

Далее была написана программа верхнего уровня для управления микроконтроллером в программном комплексе CoDeSys v2.3. По полученным результатам видно, что программа отвечает алгоритму управления и может применяться в реальных условиях.

По произведенным испытаниям полученного дозирующего устройства было выявлено, что разработанное устройство отвечает требованиям технического задания и требованиям безопасности и охраны труда.

Список использованных источников

1. Новые радиохимические технологии переработки ОЯТ / Волк В.И., Ватулин А.В., Вахрушин А.Ю., Полуэктов П.П. // Организация работ в отрасли по созданию оборудования радиохимических производств, изготовлению топлива и обращения с РАО от переработки ОЯТ: Сборник докладов Выездного заседания секций № 2 и № 3 Научно-технического совета № 4 Федерального агентства по атомной энергии, Екатеринбург, 7–9 дек., 2004. – Екатеринбург, 2005. – С. 352–359.
2. Википедия – справочная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/>, свободный.
3. Технические характеристики двухканального дозирующего устройства / Гатчина: Конструкторское бюро, 2009. – 10 с.
4. Технические характеристики пневматического дозатора / М: Конструкторское бюро, 2008. – 10 с.
5. ГОСТ 24.601–1992 Автоматизированные системы стадии создания. – М: ИПК Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
6. ГОСТ 24.003–1992 Автоматизированные системы. Термины и определения. М: ИПК Изд-во стандартов, 1992. – 16 с.
7. Электроника, курс лекций / В. А. Прянишников – С-П: Корона принт, 1998. 399 с.
8. Датчики (справочник) / З. Ю. Готра, И. О. Чайковский и др. – Львов: Каменяр, 1995. – 312 с.
9. Половко А.М., Бутусов П.Н. MATLAB для студента. – СПб.: БХВ–Петербург, 2005. – 320 с.
10. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. – СПб.: ПИТЕР, 2001. – 480 с.
11. MATLAB. The language of technical computing. – Getting started with MATLAB. // The math works. Inc. – USA, 2000. – 136 p.
12. MATLAB. The language of technical computing. – Using MATLAB. // The math works. Inc. – USA, 2000. – 398 p.
13. MATLAB. The Language Of Technical Computing. – Using MATLAB Graphics. // The Math Works, Inc. – USA, 2000. – 566 p.
14. Технологические измерения и приборы химических производств / М. В. Кулаков – М: Машиностроение, 1983. – 424 с.
15. Тепловые и температурные измерения / О. А Геращенков, В. Г. Федоров – Киев: Наукова думка, 1965. – 304 с.
16. Спецификация электронного оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.chip&dip.ru](http://www.chip&dip.ru), свободный.
17. Теоретические основы электротехники / Л. Р. Нейман, Н. С. Демирчяк, Л. А. Тимохин и др. – М: Высшая школа, 1990. – 125 с.
18. Научно-производственная фирма Электропривод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.elektroprivod.ru](http://www.elektroprivod.ru), свободный.
19. Технические характеристики контроллера универсального «КАСКАД» – Железногорск: Издательство ГХК, 2000. – 30 с.
20. СТО ТПУ 2.5.01–2006 работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления – Томск: Издательство ТПУ, 2006 – 62 с.
21. Научно – производственный журнал Радиотехника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.radiotechnika.ru](http://www.radiotechnika.ru), свободный.
22. 3S-Smart Software Solutions GmbH [электронный ресурс]: [www.codesys.ru](http://www.codesys.ru)
23. 3S-Smart Software Solutions GmbH [электронный ресурс]: [www.3s-software.com](http://www.3s-software.com)
24. Система реального времени CoDeSys для Windows NT/2000/XP. Руководство для OEM – Смоленск: ПК Пролог, 2006. – 36 с.
25. CoDeSys Service ToolCST – Смоленск: ПК Пролог, 2007. – 12 с.
26. Интегрированный комплекс МЭК 61131-3 программирования – Смоленск: ПК Пролог, 2004. – 24 с.
27. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys v 2.3 – Смоленск: ПК Пролог, 2008. – 166 с.
28. Визуализация в CoDeSys. Дополнение к руководству пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys v 2.3 – Смоленск: ПК Пролог, 2008. – 88 с.
29. Липаев В.В. Технико-экономическое обоснование проектов сложных программных средств. – Институт системного программирования РАН. – М.: СИНТЕГ, 2004. – 270 с.
30. Конституция РФ. – М.: «Юридическая литература», 1993 – 64 с.
31. Трудовой кодекс РФ. – Официальный текст. – М: Бином, 2002. – 207 с.
32. Бартов Н.К. Пожарная безопасность. – М.: «Энергия», 1983. – 254 с.
33. Инструкция по пожарной безопасности в лаборатории №328
34. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

Приложение А

(обязательное)

Dosierpumpe der technologischen Lösungen

Der Teil 1

Студент гр. 0742 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Г. Воронин

(подпись)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата)

Консультант-лингвист

кафедры МКПИЯ

преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.В. Щеголихина

(подпись)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата)

Inhalt

### 

### ANNOTATION

### EINFÜHRUNG

### 1 DOSIERPUMPE

### 1.1 Dosierpumpen im Labor und der Industrie

### 1.2 Dosierpumpen in Kfz

### 2 KOLBENPUMPE

### 2.1 Prinzip

### 3 SCHÖPFKOLBENPUMPE

### 4 MEMBRANPUMPE

### 5 KOLBENPUMPEN AN DAMPFLOKOMOTIVEN

### 6 WEITERE BAUFORMEN

### 7 FEEDER (GLAS)

### 7.1 Aufgabe

### 7.2 Funktionsweise

### 7.3 Weitere Funktionen

### 8 SCHLAUCHPUMPE

### 8.1 Aufbau und Funktion

### 8.2 Vorteile

### 8.3 Nachteile

### 9 ZAHNRADPUMPE

### 9.1 Aufbau

### 9.2 Eigenschaften

### 9.3 Anwendungen

### 10 VERDRÄNGERPUMPEN

### SCHLUSS

### VERZEICHNIS

### Annotation

Der Text beschreibt die Dosierungsgeräte. Zunächst erzählt der Autor, dass Dosierpumpen (auch Dispenser) Verdrängerpumpen sind und liefern unabhängig von den Druckverhältnissen am Eingang und Ausgang der Dosierpumpe definierte Volumina pro Hub oder pro Zeit. Der Autor nennt Beispiele für Dosiergeräte.

Im zweiten Absatz spricht der Autor über die Anwendung der Messgeräte in der modernen Welt. Dann beschreibt er kurz die spezifischen Spender und Grundsätze ihrer Arbeit. In der Mitte des Textes, erzählt der Autor über den Einsatz der Messgeräte in der Industrie, nennt die Vor–und Nachteile der verschiedenen Arten von Spendern. Es ist interessant, dass der Autor in seiner Geschichte eine kleine Geschichte der Entstehung der Dosierung Geräte beinhaltet.

Der Text endet mit Verdrängerpumpen. Der Autor hat eine Trennung dieser Typen der Messgeräte in Klassen zusammengefasst.

### 

### Einführung

Die Notwendigkeit der Verringerung der Gefahren von Strahlung bei der Arbeit des Personals, die die Inzidenz von professionellen Krankheiten bei den Menschen im Prozess der Kristallisation beteiligt sind, hat zur Notwendigkeit für ein Automatensystemen Technologie–Lösung für die Einreichung der SSI–Lösung geführt.

Auch das System der automatisierten Kontrolle Dosierung der technologischen Lösungen wird das Problem der menschlichen Fehler lösen. Die Kosten für Personal warden verringert, und somit erhöhen sich die wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit.

### 1 Dosierpumpe

Dosierpumpen (auch Dispenser) sind Verdrängerpumpen und liefern unabhängig von den Druckverhältnissen am Eingang und Ausgang der Dosierpumpe definierte Volumina pro Hub oder pro Zeit [1].

Als Dosierpumpen werden z. B. Hubkolbenpumpen, Schlauchpumpen, Membranpumpen, Zahnradpumpen oder andere Verdrängerpumpen verwendet (siehe auch unter Pumpen).

Besondere Merkmale von Dosierpumpen sind daher die hohe Dosiergenauigkeit.

Dosierpumpen werden u. a. zum Klebstoffauftrag, zur Dosierung von Arzneimitteln (Infusionen) oder Chemikalien in chemischen Prozessen, Kulturmedien in biotechnischen Prozessen sowie in Kfz (z. B. als Einspritzpumpe) eingesetzt.

#### 1.1 Dosierpumpen im Labor und der Industrie

Für Chemie, Biotechnologie, Nahrungsmittel und Umwelt werden sowohl im Labor als auch in der Industrie eine Vielzahl unterschiedlicher Dosierpumpen eingesetzt. Die Förderrate kann häufig sowohl manuell als auch über eine Datenschnittstelle eingestellt werden.

Bei der Auswahl einer geeigneten Dosierpumpe sind ggf. folgende Parameter zu beachten:

– Dosierbereich;

– Druckstabile Kennlinie;

– Bidirektionale Förderung;

– Medienverträglichkeit;

– Schonende Förderung scherempfindlicher Medien;

– Feststoffanteile, abrasive Bestandteile;

– Viskosität;

– Selbstansaugend;

– Fördern in und aus dem Vakuum;

– Totraumfrei;

– Absperrend;

– Trockenlaufsicher;

– Autoklavierbar;

– Dekontamination;

– Wartungfreundlich;

– Datenschnittstelle.

#### 1.2 Dosierpumpen in Kfz

In Kraftstoffeinspritzsystemen dienen Dosierpumpen dazu, den Kraftstoff, in der Regel Benzin oder Dieselöl, mit dem dafür notwendigen Druck in den Brennraum oder Ansaugtrakt zu fördern. Ein Beispiel sind die Einspritzpumpen von Dieselmotoren.

Des Weiteren werden Dosierpumpen in Kraftfahrzeugen dazu verwendet, dem Kraftstoff Additive beizumischen, sofern dies nicht schon beim Betanken geschehen kann.

### 2 Kolbenpumpe

Eine Kolbenpumpe ist eine Pumpe zur Förderung von Flüssigkeiten oder Gasen, wobei Gase dabei auch verdichtet werden. Dabei wird mit einem Kolben, der in einem Zylinder läuft, im ersten Takt das zu fördernde Medium durch ein Einlassventil angesaugt. Anschließend wird es durch das Auslassventil ausgestoßen. Dieses Prinzip wird auch als Verdrängerpumpe bezeichnet [2,4].

Mit Kolbenpumpen können beim Fördern von Flüssigkeiten hohe Drücke erreicht werden. Zudem ist das geförderte Flüssigkeitsvolumen genau bestimmbar (Dosierpumpe). Der Antrieb kann von Hand (zum Beispiel handbetriebene Schwengelpumpe), Elektromagneten oder durch Motoren erfolgen. Die Kolbenpumpe wurde 1649 von Otto von Guericke erfunden und diente ihm beim Versuch der Magdeburger Halbkugeln zur Herstellung eines technischen Vakuums.

Die Bedeutung des Einsatzes der Kolbenpumpen hat sich seit dem 19. Jahrhundert verschoben. Mit der Einführung der Kreiselpumpe ging der Einsatz der Kolbenpumpe bei der Förderung großer Volumen oder verschmutzter Flüssigkeiten (Trinkwasser, Abwasser) zurück. Heute werden Kolbenpumpen z. B. in Dosierpumpen, handbetriebenen Förderanlagen und zur Herstellung großer Drücke eingesetzt.

Nachteilig an Kolbenpumpen ist die prinzipbedingte Förderstrompulsation, die im angeschlossenen Leitungssystem zu intensiven Druckschwingungen (Druckpulsationen) oder mechanischen Schwingungen führen kann. Bei größeren Förderströmen werden daher mehrere – versetzt arbeitende – Zylinder vorgesehen. Alternativ können gas– oder flüssigkeitsgefüllte Pulsationsdämpfer eingesetzt werden.

#### 2.1 Prinzip

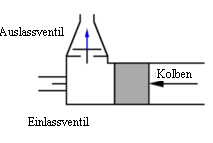
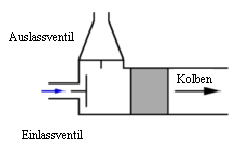


Abbildung A.1 – Kolbenpumpe beim Ansaugen

Abbildung A.2 Kolbenpumpe beim Ausstoßen

Kolbenpumpe besteht aus:

– einem Zylinder und einem Kolben;

– einem Zu– und einem Ablauf;

– und zwei Ventilen

Beim Ansaugen bewegt sich der Kolben im linken Bild nach rechts. Das Einlassventil öffnet sich und das Fördermedium strömt in den Zylinder. Bei der Förderbewegung, rechtes Bild, fährt der Kolben zurück. Das Einlassventil schließt. Es öffnet sich das Auslassventil und das Fördermedium wird herausgedrückt [5].

### 3 Schöpfkolbenpumpe

In Schöpfkolbenpumpen sitzt das Auslassventil im Kolben selbst. Dadurch wird das zu pumpende Material im Ausschiebetakt auf die andere Seite des Kolbens befördert und von dort im nachfolgenden Ansaugtakt ausgeschoben, während gleichzeitig auf der anderen Kolbenseite neues Material angesaugt wird. Dieser Pumpentyp eignet sich zum Pumpen von hochviskosem Material und wird gerne in Fassfolgeplattenpumpen eingesetzt. Dosierpumpen basieren auf dem Prinzip der Schöpfkolbenpumpe.



Abbildung A.3 – Seifenspender Abbildung A.4 – Seifenspender, zerlegt

Viele Seifenspender basieren auf dem Prinzip einer Kolbenpumpe. Die beiden Bilder zeigen ein Beispiel. Der Kolben (3) sitzt verschiebbar auf der Achse (2) innerhalb des Gehäuses (4). Die hohle Achse setzt sich in den seitlichen Seifenauslass (1) fort. Beim Drücken des Kopfs (1) gibt der Kolben den Zulauf über die seitlichen Löcher am unteren Ende der Achse frei. Gleichzeitig wird die Feder (5) im Gehäuse gespannt. Sie drückt die Kugel (6) nach unten und verschließt den Zulauf. Beim Loslassen des Knopfs kehren sich die Durchlass– und Schließfunktionen der Ventile um. Seife wird angesaugt und füllt das Gehäuse. Ein erneutes Drücken presst die Seife aus dem Spender.

### 4 Membranpumpe

Bei einer Membranpumpe wird das Fördermedium statt durch einen Kolben durch eine Membran angesaugt bzw. ausgestoßen. Man unterscheidet hierbei mechanisch angelenkte Membranpumpen und hydraulisch angelenkte Membranpumpen (auch: Kolben–Membranpumpen). Bei letzteren wird die Membran (typische Werkstoffe sind etwa PTFE oder Stahl) beidseitig mit Druck belastet und hat keine äußeren Kräfte abzustützen. Mit hydraulisch angelenkten Membranpumpen wurden daher bereits Drücke bis zu 3500bar erreicht [1].

### 5 Kolbenpumpen an Dampflokomotiven

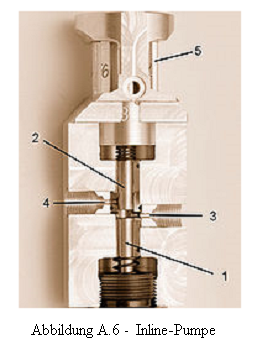


Dampfbetriebene Kolbenpumpen sind schwungradlose Dampfmaschinen, bei denen Antriebskolben und Arbeitskolben auf einer gemeinsamen Kolbenstange aufgekeilt sind. Kolbenpumpen arbeiten mit Volldruck, denn es gibt keine Steuerungseinrichtung, die die Dampfzufuhr während der Arbeitsbewegung absperren könnte, so dass die Expansion des Dampfes genutzt werden könnte. Die Umsteuerung erfolgt am Ende des jeweiligen Arbeitshubes, weshalb der Dampf mit Betriebsdruck aus dem Arbeitsraum entweicht. Das erzeugt das für diese Pumpen typische und bei ungenügender Dämpfung peitschende Arbeitsgeräusch. Um den Nachteil der Volldruckarbeitsweise wenigstend teilweise auszugleichen, sind Kolbenpumpen entwickelt worden, die mit Verbundwirkung arbeiten. Hat der Dampf seine Wirkung im kleineren Hochdruckzylinder getan, wird er über die Steuerung der Pumpe in den größeren Niederdruckteil geleitet, wo er weiter entspannt wird und einen Teil seiner Wärmeenergie abgeben kann. Erst nach dieser zweiten Stufe gelangt der Dampf über den Auspuff ins Freie oder er wird einer Vorwärmeinrichtung zugeführt, wo dem Dampf weitere Energie entzogen wird, um das Kesselspeisewasser vorzuwärmen.Siehe auch: Duplexpumpe.

Im Arbeitsteil der Pumpe wird entweder Luft für die Bremseinrichtungen und sonstige Hilfseinrichtungen verdichtet oder die Kolbenpumpe fördert vorgewärmtes Speisewasser in den Kessel. Auch beim Arbeitsteil der Luftpumpen ist oft eine mehrstufige Arbeitsweise zur Ausführung gekommen um den Wirkungsgrad zu verbessern.

Es sind Aggregate gebaut worden bis hin zur Doppelverbundluftpumpe, die aus zwei parallelgeschalteten Kolbenpumpen bestehen.

### 6 Weitere Bauformen



Die Inline-Pumpe, eine Doppelkolbenpumpe, ist eine Sonderform der Kolbenpumpe, bei der zwei Kolben in einer Hülse das Pumpenspiel erledigen. Der von einem Aktor angetriebene Druckkolben (1), fördert das durch den Einlass (3) in die Pumpe eingedrungene Medium in einer Vorwärtsbewegung mittels Gegendruck des Steuerkolbens (2) über den Auslass (4). Die Mengensteuerung wird mit der Verstellhülse (5) vorgenommen. Der Maximalhub wird durch den Abstand Einlass – Auslass gegeben. Die Einstellung kann kontinuierlich oder abgestuft erfolgen.

Eine weitere Variante ist die Schwingkolbenpumpe die auch als Variation einer Freikolbenmaschine möglich ist.

Eine Fahrradpumpe ist ebenfalls eine Kolbenpumpe. Der Kolben dichtet nur bei der Auslassbewegung den Zylinder ab und übernimmt so die Aufgabe des Einlassventils. Das Auslassventil ist nicht in der Pumpe integriert. Mit einer Fahrradpumpe lässt sich deshalb kein Luftballon aufpumpen. Als Auslassventil fungiert das Ventil des Fahrradschlauchs.

Die Axialkolbenpumpe und die Radialkolbenpumpe sind weitere Bauformen von Kolbenpumpen. Bei diesen beiden o. g. Bauformen werden Flüssigkeiten, vor allem Mineralöle und Sonderflüssigkeiten (z.B. HFA, HFC, HFD, Bohremulsion) gefördert. Das Einsatzgebiet derartiger Hydraulikpumpen ist breit gefächert: von Werkzeugmaschinen, hydraulischen Fahrantrieben (z.B. Bau– und Landwirtschaftsmaschinen) und Prüfständen bis hin zu Windkraftanlagen.

### 

### 7 Feeder (Glas)

Ein Feeder (engl.), deutschsprachig auch Speiser, ist die Verlängerung der Glasschmelzwanne, oder genauer der Arbeitswanne bei der automatisierten Glasherstellung.

#### 7.1 Aufgabe

Der Feeder dient zur Homogenisierung des Glases, oftmals unterstützt von Rührwerken, und zur Einstellung der Glastemperatur, die für ein gleichbleibendes Tropfengewicht sehr genau eingehalten werden muss. Die am Ende des Feeders angebrachte Feedermaschine formt Tropfen aus Glas, diese werden anschließend in der Verarbeitungsmaschine zum fertigen Glaserzeugnis geformt.

#### 

#### 7.2 Funktionsweise

Das geschmolzene Glas läuft in den kanalartigen Feedern zum Becken (auch Schüssel) des Feederkopfes. Der Kanal ist in mehrere Zonen eingeteilt (meist 3 bis 4), welche jeweils einen Temperaturregelkreis besitzen: in jeder Zone wird die Temperatur mittels Thermoelement oder Pyrometer gemessen und dementsprechend die Beheizung beziehungsweise Kühlung automatisch eingestellt. Die Beheizung erfolgt entweder mittels Gasbrennern, direktem Stromdurchgang durch die Schmelze oder indirekt mittels elektrischer Heizwiderstände. Um das Glas in einer Zone zu kühlen, kann die isolierte Abdeckung des Feeders geöffnet werden (Kühlklappen), wodurch das Glas nach oben Wärmestrahlung abgibt. Zusätzlich kann durch die Gasbrenner Kaltluft eingeblasen werden.

Im Boden des Beckens ist der Tropfring angebracht. Dieser bestimmt den Durchmesser sowie die Anzahl (1 bis 4) der gleichzeitig geformten Glastropfen. Für eine gleichmäßige Verteilung des Glases im Becken sorgt das Drehrohr, ein ins Glas eintauchendes Rohr aus feuerfestem Material, das sich langsam dreht. Durch Höhenverstellung des Drehrohres kann das Tropfengewicht eingestellt werden.

Unterhalb des Feederkopfes wird das aus dem Tropfring fließende Glas durch die wassergekühlten Messer der Schere in Tropfen geschnitten und über ein Rinnensystem in die Glasmaschine geführt. Taktgleich mit der Schere bewegt sich im Drehrohr ein (oder mehrere) Plunger auf und ab. Durch die Aufwärtsbewegung wird der Glasfluss kurzzeitig vermindert und der Tropfen geschnitten.

Plunger und Messer werden von der Feedermaschine angetrieben, die synchron mit der Glasmaschine laufen muss, damit der Tropfen im richtigen Moment in die Maschine gelangt.

Eine Glasschmelzwanne für Behälterglas hat gewöhnlich zwei bis vier Feeder und kann bis zu 600 Tonnen pro Tag Glas produzieren [5].

#### 7.3 Weitere Funktionen

Weiterhin kann der Feeder zum Färben des Glases genutzt werden: bei der Feederfärbung wird nicht der Inhalt einer ganzen Schmelzwanne eingefärbt, sondern der Farbstoff in Granulatform erst im Feeder zugesetzt und durch feuerfeste Rührwerke verteilt. Der Vorteil der Feederfärbung ist, dass sehr schnell auf andere Farben umgestellt werden kann. Durch Anwendung der Feederfärbung ist es möglich, an jeder Produktionslinie einer Schmelzwanne eine andere Glasfarbe zu produzieren. Nachteil ist der höhere Preis des Farbgranulats, weshalb die Feederfärbung hauptsächlich in der Kosmetikglasherstellung verwendet wird.

### 8 Schlauchpumpe

Eine Schlauchpumpe, auch Schlauchquetschpumpe oder Peristaltikpumpe genannt, ist eine Verdrängerpumpe, bei der das zu fördernde Medium durch äußere mechanische Verformung eines Schlauches durch diesen hindurch gedrückt wird [2].

#### 8.1 Aufbau und Funktion

Man unterscheidet zwischen Geräten mit einem maximalen Arbeitsdruck von ca. 2 bar und 16 bar. Bis 2 bar handelt es sich überwiegend um sogenannte Trockenläufer bei denen sich kein Schmiermittel im Pumpenkopf befindet. Bis 16 bar ist der Pumpenkopf mit einem Schmiermittel befüllt, das auch gleichzeitig eine Kühlfunktion erfüllt. Diese Ausführung wird als radial bezeichnet, im Gegensatz zur linearen oder auch horizontalen Bauform. Jeweils stützt sich der Schlauch außen am Gehäuse des Pumpenkopfes ab und wird von innen durch Rollen oder Gleitschuhe abgeklemmt, die sich an einem Rotor (radiales Wirksystem) drehen bzw. über eine Nockelwelle bewegt werden (lineares Wirksystem). Bei jeder Bauart führt die Bewegung dazu, dass sich die Abklemmstelle entlang des Schlauches bewegt und dadurch das Fördermedium vorantreibt. Das Erzeugen des Ansaugunterdrucks wird bei Standardschlauchpumpen durch die Elastizität des Schlauchmaterials erzeugt. Pumpen mit so genanntem „Vakuum Support“ unterstützen das Wiederaufrichten des Schlauches durch den Aufbau eines Vakuums im Pumpengehäuse um den Schlauch.

#### 8.2 Vorteile

– Gleichmäßige, relativ stoßfreie Förderung;

– An viele Fördermedien anpassbare Förderschläuche verfügbar;

– Geeignet für den Dauerbetrieb bei richtiger Auswahl der Faktoren Baugröße, Drehzahl, Druckbereich und Schlauchmaterial;

– Vollständig geschlossenes System mit glatten Flächen, leicht sterilisierbar

– Keine Ventile;

– Schonende Förderung von empfindlichem Fördergut wie z.B. Blutzellen die durch schnell drehende Propellerblätter zerstört würden;

– Förderung auch von Medien mit größeren Feststoffpartikel möglich;

– Genaue Dosierung sehr kleiner Fördermengen möglich;

– trockenlaufsicher;

– minimaler Wartungsaufwand.

#### 8.3 Nachteile

– Relativ kurze Schlauchlebensdauer durch starkes Walken und nicht passender Auslegung s.o., insbesondere bei einfacher Konstruktion ohne ausgeformte Schlauchführung (Schlauchbett);

– Gefahr von Schlauchschäden bei nicht passender Auslegung der Pumpe und des Födermediums (chemische Beständigkeit u. Feststoffbelastung);

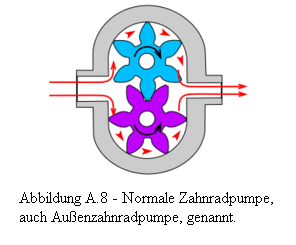
– Abrieb des Schlauches kann das Fördergut verunreinigen;

– mit zunehmendem Schlauchverschleiß reduzieren sich Förderleistung und –druck;

– Die Faktoren werden in erster Linie von nicht richtiger Auslegung hervorgerufen oder verstärkt.

### 

### 9 Zahnradpumpe



Die Zahnradpumpe ist eine Maschine zur Förderung von Flüssigkeiten sowie zum kraftübertragenden Antrieb von Hydraulikmotoren. Sie ist eine Unterart der Verdrängerpumpe [3].

#### 9.1 Aufbau

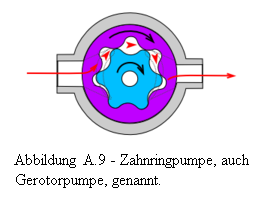
Die Zahnradpumpe besteht im Prinzip aus drei Bauteilen:

– Gehäuse mit Zu– und Ablauf;

– Zwei Zahnräder (davon eines angetrieben).

Je nach Anordnung und Größe der Zahnräder unterscheidet man zwischen Außen–, Innenzahnrad–, Zahnringpumpen und Schraubenpumpen.

Bei der Außenzahnradpumpe mit Evolventenverzahnung wird das zu fördernde Medium in den Räumen zwischen Zähnen und Gehäuse transportiert. Die Pumpe ist durch den einfachen Aufbau robust und preiswert.



Bei der Innenzahnrad– und Zahnringpumpe läuft das treibende Zahnrad exzentrisch in der Innenverzahnung eines Zahnringes.

Bei der Zahnringpumpe wird das Medium durch den sich im Volumen verändernden Verdrängungsraum zwischen den Zahnlücken gefördert. Bei der Sichelpumpe wird das zu fördernde Medium in den Räumen zwischen den Zahnlücken der beiden Zahnräder gefördert, wobei die Zähne durch die Sichel (in der Zeichnung gelb dargestellt) abgedichtet werden. Beide Bauformen unterscheiden sich auch in den Größenverhältnissen von Zahnrad und Zahnring. Während der Außenring einer Zahnringpumpe genau einen Zahn mehr als das Innenrad hat und meistens eine Trochoidenverzahnung aufweist, sind es bei der Innenzahnrad– oder Sichelpumpe außen deutlich mehr Zähne als innen.

Eine andere Bezeichnung für die Zahnringpumpe ist Eaton-Pumpe nach ihrem Entwickler oder Rotorpumpe. Bei einer Rotorpumpe werden die Zahnräder als Rotoren bezeichnet. Meist haben Rotoren nur sehr wenige Zähne.

Bei Schraubenpumpen ist die Besonderheit, dass sie schrägverzahnte Kammern hat.

#### 9.2 Eigenschaften

Eine Zahnradpumpe fördert gleichmäßig (abgesehen von der hydrostatisch bedingten Pulsation) das zu pumpende Medium und kann mittlere Drücke bis ca. 300 bar ertragen. Der Druck stellt sich wie in jedem hydraulischen System durch das Fördern des Mediums gegen eine Last ein. Wächst die Last, steigt auch der Druck.

#### 9.3 Anwendungen

– Antriebsmittel für hydraulische Kraftwandler (Hydraulikmotoren bzw. einfach/doppelt wirkender Hubzylinder) in Baumaschinen, Traktoren und in Handwerk und Industrie, insbesondere Fahrzeugbau;

– Umwälzen von Kühlkreisläufen;

– Fördermittel als Ölpumpe beim Verbrennungsmotor des Automobils und in Ölbrennern; Förderung hochviskoser Flüssigkeiten (Schmelzen), die bei hohen Temperaturen und unter hohen Drücken gefördert werden sollen.

Die Zahnringpumpe wird ebenfalls am häufigsten als Motorölpumpe in Pkw–Motoren eingesetzt. Schraubenpumpen kommen aufgrund der geringen Geräuschentwicklung häufig in Bühnenhydrauliken vor. Innen– und Außenzahnradpumpen werden in Hydraulikanlagen sehr häufig eingesetzt. Zahnradpumpen (Gearpump) kommen ebenfalls in der Herstellung von Kautschukmischungen zum Einsatz, wo sie die Mischungen durch Filter, so genannte Screens, pressen.

### 10 Verdrängerpumpen

Bei Verdrängerpumpen wird das Medium durch in sich geschlossene Volumina gefördert, eine Verhinderung des Zurückströmens wird durch Ventile oder Klappen, andere Medien oder ihre Gestalt durch Schwerkraft erreicht. Außer durch konstruktionsbedingte Undichtigkeiten kann das Medium auch im Stillstand die Pumpe nicht in umgekehrter Richtung durchströmen. Verdrängerpumpen sind in der Regel selbstansaugend, das bedeutet, dass auch für Flüssigkeiten konstruierte Pumpen für einen zumeist begrenzten Zeitraum Gase fördern können und so einen zum Ansaugen hinreichenden Unterdruck aufbauen können.

Die maximale Ansaughöhe (geodätische Saughöhe) ist begrenzt durch das erreichbare Vakuum, den örtlichen Luftdruck, die Dichte des Mediums und die zu überwindenden Strömungswiderstände. Verdrängermaschinen sollten auf der Druckseite nicht abgesperrt werden, sofern nicht geeignete Maßnahmen durch Rutschkupplungen, Überdruck– und Bypassventile und ähnlichem getroffen wurden, um eine Beschädigung der Pumpe, des Antriebs oder der Leitungen bis zur Absperrstelle zu verhindern.

Man unterscheidet zusätzlich noch zwischen Konstantpumpen und Verstellpumpen. Konstantpumpen verdrängen bei jeder Umdrehung immer das gleiche Volumen. Bei Verstellpumpen hingegen kann das Verdrängungsvolumen eingestellt werden.

Zu diesen gehören:

– Blasebalg (Balgpumpen oder Balgenpumpen);

– Membranpumpen;

– Rotationskolbenpumpen:

– Drehkolbenpumpen;

– Drehschieberpumpen;

– Kreiskolbenpumpen;

– Zahnradpumpen;

– Exzenterschneckenpumpen;

– Förderschnecken (Archimedische Schraube);

– Hydraulischer Widder;

– Impellerpumpe;

– Kettenpumpen;

– Kolbenpumpen:

– Axialkolbenpumpen (z. b. Ausführung «Schrägscheibe» oder «Schrägachse»);

– Hubkolbenpumpen (z. b. Kraftstoff–Dosierpumpen, Einspritzpumpe);

– Radialkolbenpumpen;

– Schlauchpumpen (auch Peristaltikpumpen genannt);

– Schöpfwerke, im einfachsten Fall ein Eimer im Brunnen.;

– Schraubenspindelpumpen (auch Schraubenpumpen, Wendelkolbenpumpe oder Schraubenverdichter genannt);

– Sinuspumpen;

– Zahnriemenpumpen.

und viele Sonderkonstruktionen, sowie in Tieren und im Menschen das Herz

### Schluss

Im Laufe dieser Arbeit wurden bestehende Spender technologischer Lösungen überprüft. Im Zusammenhang mit der Unmöglichkeit ihrer Nutzung für die Aufgabe wurde sein eigenes Design des Messgeräts entwickelt.

Für die Dosiereinrichtung wurde Steuerung, und auf der Grundlage seiner Kontroll-Algorithmus entwickelt. Basierend auf den Regelalgorithmus wurde das Schiedsrichter-Element Basis und den elektrischen Schaltplan von Dosier-Geräte aufgenommen.

Dann wurde das Programm durch ein Top–Level–Management in der Mikrocontroller Programmkomplex CoDeSys v2.3 geschrieben. Nach den Ergebnissen geht hervor, dass das Programm den Regelalgorithmus erfüllt und können unter realen Bedingungen angewandt werden.

Durch Prüfungen der Dosiereinrichtung wurde festgestellt, dass das entwickelte Gerät die Spezifikation der Anforderungen und Sicherheitsanforderungen und Sicherheit erfüllt.

### Verzeichnis

1. Klaus D Linsmeier, Achim Greis: Elektromagnetische Aktoren. Physikalische Grundlagen, Bauarten, Anwendungen.

2. Friedrich P. Springer: "Von Agricolas 'pompen, die das wasser durch den windt gezogen' zu den Gestängetiefpumpen der Erdölförderung, Erdöl/Erdgas/Kohle, Oktober 2007, Heft 10.

3. Quelle: Die größten Pumpenhersteller der Welt, [Die Rheinpfalz](http://de.wikipedia.org/wiki/Die_Rheinpfalz) vom 23. April 2008, Seite Wirtschaft 1.

Приложение Б (обязательное)

Дозатор чертеж общего вида



Приложение В (обязательное)

Модель дозирующего устройства

1

Zadannyi

Rasxod

-C-

Vremia1

-C-

Vremia

In1

Out1

In1

Out1

Srednee

Scope

Product2

Product1

Product

Porshen

63.777327935223

Poluchen Kod

1

u

Math

Function1

1

u

Math

Function

10

Koeficent1

650

Koeficent

1

Gain

1.0043600124572

F s Drivera

F Shag

Dvigatelya

Driver2

Driver1

Driver

1

Constant6

6

Constant4

650

Constant3

6

Constant2

1

Constant1

10

Const

Приложение Г

(обязательное)

СОГЛАСОВАНО

доцент каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ 2010 УТВЕРЖДАЮ

доцент каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г .Горюнов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 2010

Алгоритм управления установкой дозирования

Алгоритм управления установкой дозирования технологических растворов

Описание алгоритма

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

643.ФЮРА.00005-01 81 01 ЛУ

Научный руководитель

доцент каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

20.01.2010

Исполнитель

студент группы 0742

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Г. Воронин

20.01.2010

УТВЕРЖДЕН 643.ФЮРА.00005-01 81 01 ЛУ

Алгоритм управления установкой дозирования технологических растворов

Описание алгоритма

643.ФЮРА.00005-01 12 01 ЛУ

Листов 13

2010г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Наименование алгоритма

1.2 Наименование предприятия разработчика алгоритма управления и его реквизиты

1.3 Сведения о документе

2 НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА

2.1 Назначение алгоритма

2.2 Обозначение документа «Описание постановки задачи»

2.3 Обозначение документа «Описание алгоритма»

2.4 Краткие сведения о процессе (объекте) управления

2.5 Ограничения на возможность и условия применения алгоритма и характеристики качества решения

2.6 Общие требования к входным и выходным данным

3 ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ИНФОРМАЦИЯ

3.1 Массивы информации, сформированные из входных сообщений

3.2 Массивы информации, сформированные на выходе алгоритма

4 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

5 АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ

5.1 Описание логики алгоритма

5.2 Точность вычисления

5.3 Связи между частями и операциями алгоритма

1. Общие сведения
   1. Наименование алгоритма

Алгоритм управления установкой дозирования технологических растворов.

* 1. Наименование предприятия разработчика алгоритма управления и его реквизиты

ГОУ ВПО «Томский политехнический университет» (ТПУ), физико-технический факультет (ФТФ), кафедра «Электроника и автоматика физических установок» (ЭАФУ). Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30.

Научный руководитель – Горюнов Алексей Германович, доцент кафедры ЭАФУ, тел.: (3822) 42-70-96, e-mail: alex79@phtd.tpu.ru.

Ответственный исполнитель – Воронин Иван Георгиевич, студент кафедры ЭАФУ.

* 1. Сведения о документе

«Описание алгоритма управления установкой дозирования технологических растворов» (далее по тексту – «Описание алгоритма») представляет собой документ, выполненный в соответствии с РД 50-34.698-90 «Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов».

10 с, 3 рис., 2 табл.

1. Назначение и характеристика

* 1. Назначение алгоритма

Алгоритм управления предназначен для осуществления автоматизированного управления технологическим процессом дозирования технологического раствора в составе системы автоматизированного управления опытно-промышленной установки «Кристаллизатор».

Алгоритм управления должен обеспечивать устойчивое ведение процесса дозирования путем поддержания переменных процесса в регламентных границах в течение компании работы опытно-промышленной установки «Кристаллизатор» (за исключением пускового режима и остановки).

Главной целью автоматизированного управления является повышение технико-экономических показателей, качества продукта и снижение влияния человеческого фактора на параметры технологического процесса. Снижение влияния человеческого фактора на технологический процесс обеспечивается выводом человека из непосредственных контуров управления технологическими переменными.

* 1. Обозначение документа «Описание постановки задачи»

Техническое задание на проектирование алгоритма управления дозатора технологических растворов.

* 1. Обозначение документа «Описание алгоритма»

643.ФЮРА.00005-01 12 01

* 1. Краткие сведения о процессе (объекте) управления

Дозирующее устройство технологического раствора предназначено для работы в составе опытно-промышленной установки «Кристаллизатор».

Исходный плав гексагидрата нитрата уранила (ГНУ) подается из напорной емкости через регулировочный вентиль в вертикальную водоохлаждаемую стеклянную трубку. Образующаяся при охлаждении кристаллическая фаза перемешивается мешалкой и под действием гравитационных сил опускается на донную часть аппарата. С донной части кристаллы шнеком поднимают в верхнюю промывную часть аппарата, в которую противотоком по отношению к кристаллам подается промывной раствор.

Отработавший промраствор выводится из зоны его соприкосновения с маточным раствором через гидрозатвор. Точки ввода промраствора и плава ГНУ обеспечивают гидростатическое вытеснение маточного раствора из зоны отмывки кристаллов.

* 1. Ограничения на возможность и условия применения алгоритма и характеристики качества решения

Алгоритм управления дозирующим устройством предназначен для работы в условиях нормальной эксплуатации установки (за исключением пуска и остановки).

Для поддержания технологического раствора при нужной температуре в качестве теплоносителя применяется вода.

Технологические переменные должны находиться в регламентных границах.

* 1. Общие требования к входным и выходным данным

В соответствии с ГОСТ 21.404-85, для совместимости решаемых задач, предусмотрена кодировка технологических участков (блоков), входных/выходных сигналов контроллера, технологического оборудования и исполнительных механизмов.

Алгоритм использует кодирование сигналов и блоков, принятое в соответствии с требованиями РХЗ ГХК.

Погрешность измерения технологических переменных, используемых в алгоритме не должна превышать 1%, а шумовые составляющие - не более 5%.

1. Используемая информация

* 1. Массивы информации, сформированные из входных сообщений

Перечень необходимых сигналов для работы алгоритма приведена в таблице Г.1.

Таблица Г.1 - Перечень входных сигналов алгоритма

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Ед. изм. |
| DIH | Сигнал верхнего ограничителя хода поршня | В |
| DIL | Сигнал нижнего ограничителя хода поршня | В |
| DIU | Уровень технологического раствора в дозирующем устройстве | В |
| AIT | Температура технологического раствора в дозирующем устройстве | °С |

* 1. Массивы информации, сформированные на выходе алгоритма

Перечень выходных сигналов алгоритма приведен в таблице Г.2.

Таблица Г.2 - Перечень выходных сигналов алгоритма

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Ед. изм. |
| Disable | Пуск/стоп двигателя | В |
| Direction | Направление вращения шагового двигателя | В |

1. Математическое описание

Оператор задаёт расход литры в час, затем контроллер преобразует этот расход в 32 битный код, который отправляется на генератор частоты. Необходимость преобразования расхода в код, вызвана тем, что частотный генератор, который управляет скоростью шагового двигателя, сделан в программном комплексе MPlab, на языке Assembler. Данный генератор, формирует частоту в зависимости от кода поданного на вход, данный код представляет собой целое число от 1 до 65535, наименьшее значение кода соответствует максимальной частоте, равной 35084 Гц. Контроллер переводит расход в код по формулам:

 (1)

 (2)

 (3)

 (4)

где x - это полученный код.

На рисунке Г.1 представлена диаграмма зависимости кода от расхода.

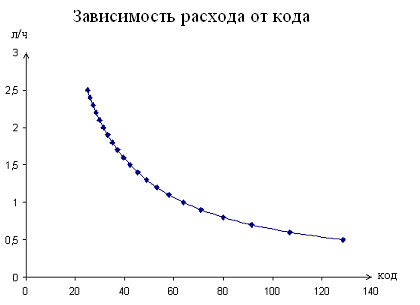


Рисунок Г.1 - Зависимость расхода от кода

1. Алгоритм решения

* 1. Описание логики алгоритма

Алгоритм управления дозирующим устройством входит в состав АСУ ТП РХЗ.

Алгоритм работает в циклическом режиме и включает следующие модули:

- расчет частоты вращения двигателя;

- обеспечение необходимого расхода исходного раствора;

- поддержание температуры исходного раствора в заданном пределе;

* 1. Точность вычисления

Точность производимых вычислений по формулам раздела 4 должна соответствовать операциям с плавающей точкой формата «float32».

* 1. Связи между частями и операциями алгоритма

На рисунке Г.3 представлена обобщенная схема алгоритма управления дозирующим устройством. В начале алгоритма основные входные переменные (смотрите таблицу Г.1) проверяются на достоверность (попадание в допустимые диапазоны изменения). Если входные данные не достоверны, то алгоритм отключается.

Следующим шагом выполняется разгон двигателя (из-за особенностей ШД, перед началом работы его необходимо разогнать).

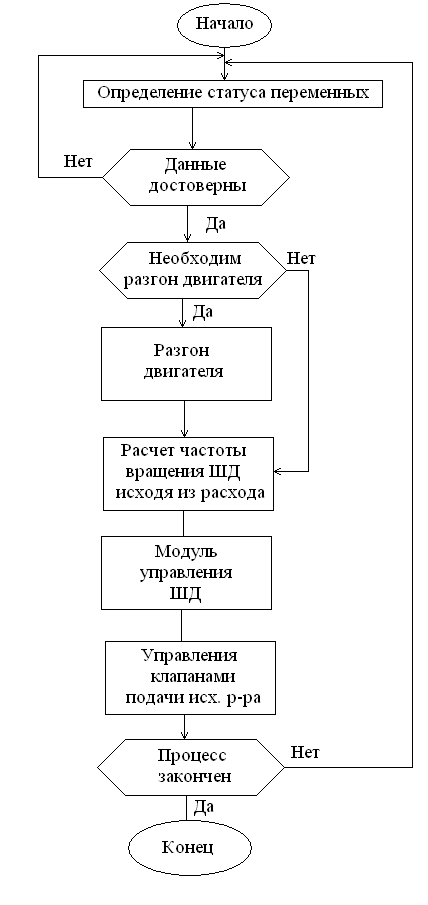


Рисунок Г.3 - Обобщенная схема алгоритма управления дозирующего устройства

Затем выполняется расчет необходимой частоты вращения ШД, в зависимости от необходимого расхода технологического раствора.

Следующим шагом включается модуль управления ШД, который по сигналу с контроллера задает частоту и направление вращения ШД.

Когда технологический раствор закончился, открываются клапаны подачи исходного раствора.

Далее алгоритм циклично запускается на следующем такте работы системы.

Приложение Д

(обязательное)

Технические характеристики модулей входящих в состав КУ «Каскад»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Технические характеристики | |
| Параметр | Значение |
| 1 Базовый модуль | Количество мест для установки сменных моду лей ввода- вывода (слотов)  Тип микроконтроллера  Внутренний интерфейс (шина данных)  Разъемы для подключения внешних цепей  Напряжение питания, не более  Потребляемая мощность, не более | 3  PIC16F874А  SPI (ведомый)  16 контактов на слот  5 В  300 мВт |
| 2 Микропроцессорный модуль | Тип микроконтроллера  Тактовая частота  Память EEPROM  Интерфейс для связи с внешним компьютером  Внутренний интерфейс (шина данных)  Передняя панель  Напряжение питания, не более  Потребляемый ток, не более | PIC16F874А  20 МГц  256 Килобайт  RS232  SPI (мастер)  Разъем RJ45  5 В  200 мА |
| 3 Модуль дискретных входов | Количество входных дискретных каналов  Входной ток, не более  Входное напряжение  Задержка включения, не менее  Задержка выключения, не менее  Напряжение гальванического разделения между группами каналов, между каналами и корпусом, не менее  Сопротивление изоляции между группами каналов и корпусом, не менее  Передняя панель  Напряжение питания, не более  Потребляемый ток, не более | 8  5 мА  24В(-15%/+20%)  ~2 мс  ~2 мс  500 В  20 МОм  8 светодиодов  5 В  200 мА |
| 4 Модуль дискретных выходов | Количество выходных дискретных каналов  Сопротивление подключаемой нагрузки, не более  Напряжение на выходе  Задержка времени включения (активная нагрузка)  Задержка времени выключения (активная нагрузка)  Выход в состоянии ON: в системе фиксируется «0»  Выход в состоянии OFF: в системе фиксируется «1»  Каналы после сброса: OFF  Напряжение гальванического разделения между группами каналов, между каналами и корпусом, не менее  Сопротивление изоляции между группами каналов и корпусом, не менее  Передняя панель  Напряжение питания, не более  Потребляемая мощность, не более | 8  200 Ом  48 В(-15%;+20%)  3 мкс (при 24 В)  130 мкс(при 24 В)  500 В  20 Мом  8 светодиодов  5 В  300 мВт |
| 5 Модуль преобразования напряжения | Входное напряжение  Выходное напряжение  Потребляемая мощность  Сопротивление изоляции между входными цепями и корпусом, между выходными цепями и корпусом, не менее | 48 В (-15 %;+20 %)  24 В (-15 %;+20 %)  5 В (± 5 %)  12 Вт  20 МОм |
| 6 Корпус | Степень защиты корпуса IP20  Тип корпуса  Габаритные размеры устройства  Масса, не более | IP20 по ГОСТ 14254  Для крепления на DIN рельс. 110х116х85 мм  0,7 кг |
| 7 Программное обеспечение | Microchip Inc. ОКБ КИПиА ГХК |  |

Приложение Е(обязательное)

Функциональная схема КУ «Каскад»

Приложение Ж (обязательное)

Принципиальная электрическая схема



Приложение К (обязательное)

Листинг программы управления установкой дозирования

УТВЕРЖДАЮ

доцент каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

20.01.2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДОЗАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Текст программы

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

643.ФЮРА.00005-01 12 01-1 ЛУ

Руководитель темы

доцент каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

20.01.2010

Исполнитель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.Г. Воронин

20.01.2010

Нормоконтроллер

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Е.В. Ефремов

20.01.2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДОЗАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Текст программы

643.ФЮРА.00005-01 12 01-1

Листов 8

2010г.

АННОТАЦИЯ

В данном документе представлены исходные тексты программного обеспечения установкой дозирования технологических растворов. Программа устройства состоит из следующих частей: основное тело программы управления дозатором технологических растворов; действие 1 - разгон двигателя; действие 2 - поддержание первой частоты; действие 3 - поддержание второй частоты и описание переменных программы управления дозирующим устройством.

Программа разработана для микроконтроллера PIC 8616.

Содержание

1. ОПИСАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОЗАТОРОМ

2. ОСНОВНОЕ ТЕЛО ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ДОЗИРОВАНИЯ

3. ДЕЙСТВИЕ ПЕРВОЕ - РАЗГОН ДВИГАТЕЛЯ

4. ДЕЙСТВИЕ ВТОРОЕ – ПОДДЕРЖАНИЕ ПЕРВОГО КОДА

5. ДЕЙСТВИЕ ТРЕТЬЕ – ПОДДЕРЖАНИЕ ВТОРОГО КОДА

1. Описание переменных программы управления дозатором

PROGRAM PLC\_PRG

VAR\_INPUT (\*Входные величины\*)

f\_rab, f\_raz1,f\_raz2,t\_raz:REAL;

t\_razt:TIME;

f\_razgon: BOOL;

END\_VAR

VAR\_OUTPUT (\*Выходные величины\*)

a\_out,c\_out:INT;

END\_VAR

VAR (\*Переменные\*)

tinput,tinput1,tinput2,ttemp,tconst,k,kraz:REAL;

o\_ak,o\_kb,grana,granb,t\_razS:REAL;

t\_ak,t\_kb,tim:TIME;

a,b,d,m,c,f: INT;

l: BOOL;

finput: REAL;

END\_VAR

VAR CONSTANT (\*Константы\*)

fconst:REAL:=35084;

END\_VAR

1. Основное тело программы управления установкой дозирования

ttemp:=1/fconst;(\*время импульса при макс частоте\*)

tconst:=ttemp/2;(\*время половины импульса\*)

tinput:=1/finput;(\*время полученное в зависимости от частоты заданной оператором\*)

t\_razS:=t\_raz\*1000;

IF f\_rab>0 THEN

finput:=f\_rab;

END\_IF

IF f\_razgon=FALSE THEN

finput:=0;

END\_IF

IF finput=0 THEN

TONInst(IN:=FALSE);

a\_out:=0;

END\_IF

IF f\_razgon=TRUE THEN

l:=f\_razgon;

END\_IF

IF l<>f\_razgon THEN

f\_raz1:=0;

f\_raz2:=0;

l:=FALSE;

END\_IF

IF f\_raz1=0 AND f\_raz2=0 THEN (\*Остановка программы\*)

TPInst(IN:=FALSE);

f\_raz1:=0; f\_raz2:=0; f:=0; m:=0; c:=0; c\_out:=0; t\_raz:=0;

END\_IF

IF finput>0 THEN

k:=(tinput/tconst)-1;

a:=TRUNC(k);

b:=a+1;(\*Полученное значение\*)

END\_IF

tim:=T#20s;

grana:=INT\_TO\_REAL(a);

granb:=INT\_TO\_REAL(b);

o\_ak:=(k-grana)\*100000; (\*Вычисление границы A\*)

o\_kb:=(granb-k)\*100000; (\*Вычисление границы B\*)

t\_ak:=REAL\_TO\_TIME(o\_ak);

t\_kb:=REAL\_TO\_TIME(o\_kb);

IF a=k AND finput>0.0 THEN

a\_out:=a;

TONInst(IN:=TRUE,PT:=tim);

END\_IF

IF TONInst.PT=tim AND TONInst.ET=TONInst.PT THEN

TONInst(IN:=FALSE);

END\_IF

IF d=0 AND finput>0 AND a<>k AND l=TRUE THEN (\*Переход на

действие поддержания границы А\*)

PLC\_PRG.TimeAK;

END\_IF

IF d=1 AND finput>0 AND a<>k AND l=TRUE THEN (\*Переход на

действие поддержание границы В\*)

PLC\_PRG.TimeKB;

END\_IF

1. Действие первое - разгон двигателя

IF f\_raz1>0 THEN (\*Проверка условия перехода на это действие\*)

tinput1:=1/f\_raz1;

kraz:=(tinput1/tconst)-1;

c:=TRUNC(kraz);

END\_IF

IF f\_raz2>0 THEN

tinput2:=1/f\_raz2;

kraz:=(tinput2/tconst)-1;

m:=TRUNC(kraz);

END\_IF

IF t\_raz>0 THEN

t\_razt:=REAL\_TO\_TIME(t\_razS); (\*Определение временного интервала для разгона\*)

END\_IF

IF f=0 THEN (\*Присвоение выходу начального кода\*)

c\_out:=c;

TPInst(IN:=TRUE,PT:=t\_razt);

END\_IF

IF TPInst.ET=TPInst.PT AND c>m THEN (\*Уменьшение кода, если разгон\*)

c\_out:=c\_out-1;

f:=f+1;

TPInst(IN:=FALSE);

END\_IF

IF c<>m THEN

TPInst(IN:=TRUE,PT:=t\_razt);

END\_IF

IF TPInst.ET=TPInst.PT AND c<m THEN (\*Увеличение кода, если торможение\*)

c\_out:=c\_out+1;

f:=f+1;

TPInst(IN:=FALSE);

END\_IF

IF c\_out=m THEN (Выход из действия\*)

f\_raz1:=0;f\_raz2:=0;f:=0;TPInst(IN:=FALSE);

END\_IF

1. Действие второе - поддержание первого кода

IF finput>0.0 AND d=0 THEN (\*Присвоение выходу первого кода\*)

a\_out:=a;

TONInst(IN:=TRUE,PT:=t\_kb);

END\_IF

IF TONInst.ET=t\_kb AND TONInst.ET=TONInst.PT THEN (\*Проверка условия выхода действия\*)

d:=d+1;

TONInst(IN:=FALSE);

PLC\_PRG.TimeKB;

END\_IF

1. Действие третье - поддержание второго кода

IF finput>0.0 AND d=1 THEN (\*Присвоение выходу второго кода\*)

a\_out:=b;

TONInst(IN:=TRUE,PT:=t\_ak);

END\_IF

IF TONInst.ET=t\_ak AND TONInst.ET=TONInst.PT THEN (\*Проверка условия выхода из действия\*)

TONInst(IN:=FALSE);

d:=0;

END\_IF

Приложение Л (обязательное)

Описание применения

УТВЕРЖДАЮ

Доцент каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

21.01.2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДОЗАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Описание применения

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

643.ФЮРА.00005-01 31 02-1 ЛУ

Руководитель разработки

доцент каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

21.01.2010

Исполнитель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Г. Воронин

21.01.2010

Нормоконтроллер

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.В. Ефремов

21.01.2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДОЗАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Описание применения

643.ФЮРА.00005-01 31 02-1

Листов 6

2010г.

АННОТАЦИЯ

Данный документ предназначен для сопровождения программного обеспечения устройства управления дозатором технологических растворов.

В документе приведены сведения о назначении программного обеспечения устройства, указаны условия применения программного обеспечения, сформулированы решаемые задачи, а также приведена классификация входных и выходных переменных.

СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

2 УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

3 ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

4 ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

## НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа предназначена для автоматизированного управления дозатором технологических растворов (далее по тексту дозатор) в составе опытно - промышленной установки «Кристаллизатор», для процессоров серии PIC.

Блок дозаторов обеспечивает непрерывную выдачу раствора под управлением системы управления. Блок дозаторов включает в себя два дозирующих устройства: «Дозатор1», «Дозатор2». Каждое дозирующее устройство работает в двух режимах: заполнение технологическим раствором и вытеснение технологического раствора. Дозирующие устройства работают в противофазе: когда «Дозатор 1» вытесняет раствор из собственной полости, «Дозатор 2» заполняется технологическим раствором. Тем самым обеспечивается непрерывная выдача раствора.

Система управления предназначена для управления приводами дозирующих устройств и клапанами заполнения по информации с концевых контактов и датчиков уровня, установленных на дозирующих устройствах.

Ограничивают ход поршня концевые контакты верхнего и нижнего положения. При срабатывании концевых контактов система управления формирует команду остановки шагового двигателя.

Изменение параметров настройки программы управления дозатором производится по интерфейсу RS-232 с протоколом «ModBus».

## УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

Для работы программного обеспечения необходим быстродействующий однокристальный микроконтроллер со встроенной периферией. Требования к микроконтроллеру:

* процессор с архитектурой «ARM7TDMI»: 32-разрядная RISC-архитектура, поддержка 16-разрядных инструкций;
* объем FLASH-памяти (перепрограммируемого ПЗУ): не менее 256 кб;
* объем ОЗУ: не менее 32 кб;
* встроенная периферия: 16 канальный АЦП, 3 канальный 16-разрядный таймер, интерфейс UART.

Системное программное обеспечение должно выполнять следующие функции:

* ввод/вывод данных по дискретным и аналоговым линиям;
* обмен данными по протоколу «ModBus RTU» через интерфейс RS‑232;
* формирование заданных временных интервалов;
* управление задачами, включая задачи пользователя;

Взаимодействие программы алгоритма управления дозатора с системным обеспечением должно выполняться по механизму «общая память» - обмен данными между задачами должен выполняться через глобальные переменные.

## ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

Программа алгоритма управления дозатора должна решать следующие задачи:

* обеспечение заданного расхода технологического раствора;
* осуществлять защиту от противоречивых команд;
* реализация алгоритмов управления дозирующими устройствами в автоматическом и ручном режиме;
* осуществлять управления приводами дозаторов и клапанами заполнения по информации с концевых контактов и датчиков уровня;
* выполнять контроль температуры технологического раствора и отключать дозаторы при аварийной ситуации.

Поставленные задачи выполнены с использованием следующих решений:

* концевые датчики, необходимые для ограничения хода поршня, датчики температуры технологического раствора;
* использование режима реального времени - управляющая программа запускается с постоянным периодом;
* формирование управляющих сигналов для шаговых двигателей и клапанов заполнения.

## ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

Входными переменными программы алгоритма управления дозатором являются:

* дискретные сигналы сигнализатора уровня, концевых контактов верхнего и нижнего положения;
* управляющая частота;
* аналоговый сигнал контроля температуры.

Выходными переменными программы алгоритма являются:

* код рассчитанный в зависимости от расхода;
* логические переменные управления работой шагового двигателя (пуск/стоп).

Приложение М (обязательное)

Руководство системного программиста

УТВЕРЖДАЮ

Доцент каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

22.01.2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДОЗАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Руководство системного программиста

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

643.ФЮРА.00005-01 32 02-1 ЛУ

Руководитель темы

доц. каф. ЭАФУ, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

22.01.2010

Исполнитель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Г. Воронин

22.01.2010

Нормоконтроллер

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.В. Ефремов

22.01.2010

2010г.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДОЗАТОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ

Руководство системного программиста

643.ФЮРА.00005-01 32 02-1

Листов 8

2010г.

АННОТАЦИЯ

Данное руководство предназначено для системного программиста, эксплуатирующего программное обеспечение устройства управления дозатором технологических растворов.

В руководстве описаны общие сведения о программном обеспечении устройства (назначение, выполняемые функции, требования к программным и техническим средствам), приведена структура программы (сведения о структуре программы, ее составных частях, о связях между составными частями и о связях с другими программами), порядок выполнения настройки и проверки программного обеспечения.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММЕ

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

3. НАСТРОЙКА ПРОГРАММЫ

4. ПРОВЕРКА ПРОГРАММЫ

5. СООБЩЕНИЯ СИСТЕМНОМУ ПРОГРАММИСТУ

1. Общие сведения о программе

Программа предназначена для автоматизированного управления дозатором технологических растворов.

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

* формирование управляющих сигналов для шагового двигателя;
* реализация защиты устройства от противоречивых команд;
* формирование сигнализации о некорректной работе устройства.

Для работы программного обеспечения необходим быстродействующий однокристальный микроконтроллер со встроенной периферией. Требования к микроконтроллеру: процессор с архитектурой «PIC», объем FLASH-памяти (перепрограммируемого ПЗУ) не менее 256 кб, объем ОЗУ: не менее 32 кб, встроенная периферия (16-канальный АЦП, 3 канальный 16-разрядный таймер, интерфейс UART).

Системное программное обеспечение должно выполнять следующие функции: ввод/вывод данных по дискретным и аналоговым линиям, фильтрацию входных сигналов, обмен данными по протоколу «ModBus RTU» через интерфейс RS-232, формирование заданных временных интервалов, управление задачами, включая задачи пользователя, управление модулем шагового двигателя, управление драйвером шагового двигателя. Взаимодействие программы алгоритма управления дозатора с системным обеспечением должно выполняться по механизму «общая память» – обмен данными между задачами должен выполняться через глобальные переменные.

1. Структура программы

На рисунке М.1 представлена структура программы.



Рисунок М.1 – Структура программы

Программное обеспечение дозирующего устройства состоит из двух подсистем:

* Микроконтроллер «PIC»;
* программа пользователя – программа алгоритма управления дозатором.

Обмен данными между этими модулями осуществляется через глобальные переменные, расположенные в общей памяти системы «PIC». Программа алгоритма дозатора получает входные переменные из общей памяти и записывает результаты расчетов в переменные общей памяти.

Микроконтроллер выполняет функции: ввод/вывод данных по дискретным и аналоговым линиям, фильтрацию входных сигналов, обмен данными по протоколу «ModBus RTU» через интерфейс RS-232, формирование заданных временных интервалов, управление задачами, включая задачи пользователя, Управление модулем шагового двигателя.

Программа пользователя состоит из модулей (блоков программы):

* контроль температуры (технологического раствора);
* контроль уровня (технологического раствора);
* блок входов;
* блок контроля хода (поршня);
* блок остановки;
* блок открытия закрытия клапанов заполнения.

Модуль контроля температуры и уровня выполнен на датчика, установленных внутри дозатора. Блок входов представляет логическую схему, реализованную с помощью логических операций «И», «ИЛИ», «НЕ» с использованием операций сравнения и триггеров. Блок контроля хода выполнен на концевых датчиках, верхнего и нижнего положения.

Переменные, расположенные в общей памяти, доступны для чтения и изменения по интерфейсу RS-232 с протоколом «ModBus RTU».

1. Настройка программы

Исходный текст программы алгоритма управления дозатором должен быть включен в проект сборки программного обеспечения системного ядра «PIC». Входные/выходные переменные должны быть согласованы с соответствующими переменными для процессоров PIC.

Компиляция и сборка исходного текста программы осуществляется с помощью среды разработки «CoDeSys v.2.3», функционирующей под операционной системой «Windows 2k/XP/2k3». Программирование микроконтроллера осуществляется из среды «CoDeSys v.2.3» через программатор, подключенный к персональному компьютеру, с интерфейсом «JTAG».

Для проведения настроек, управления, отладки и тестирования используется программа «CoDeSys v.2.3», функционирующая под операционной системой «Windows 2k/XP/2k3». В настройках проекта программы «CoDeSys v.2.3».

После запуска программного обеспечения дозатора необходимо записать в контроллер параметры настройки дозатора, доступные по протоколу «ModBus» с помощью «CoDeSys v.2.3». Настройки должны быть рассчитаны в соответствии с параметрами подключенного к устройству шагового двигателя.

1. Проверка программы

Проверка программы алгоритма устройства управления дозатора осуществляется с помощью программы «CoDeSys v.2.3 при пустом баке дозатора:

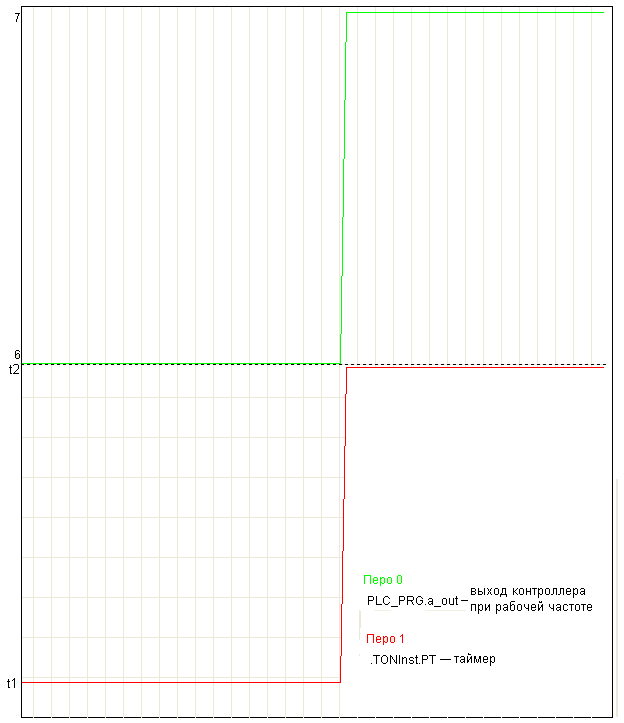
1. после запуска устройства управления дозатора необходимо скорректировать параметры настройки модуля по мере необходимости;
2. ввести поочередно команды управления – открытие, закрытие регулирующего органа, стоп;
3. при правильной работе алгоритма, т.е при начале движения поршня можно заливать технологический раствор;
4. при неправильной работе программы необходимо обратиться к разработчику алгоритма устройства управления дозатора.
5. Сообщения системному программисту

Настройка программы не предусматривает выдачу сообщений системному программисту. Настройка программы выполняется в соответствии с п.п. 3 и 4.

Логические переменные, информирующие о превышении температуры и уровня технологического раствора, доступны по интерфейсу RS-232 с протоколом «ModBus». Сигнализацию о режиме работы устройства управления дозатора необходимо выполнять на автоматизированном рабочем месте оператора с применение мнемосхем SCADA-системы.

Приложение Н (обязательное)

Результаты работы программы управления при рабочей частоте



Приложение Р (обязательное)

Результаты работы программы управления при разгоне двигателя

