

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
И РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

“АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ”

направления

«ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ»

Тошкент – 2019

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО
ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ
КАДРОВ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

«АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Направление

«ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ»

Разработал:

д.т.н. профессор Ж.Мухитдинов

ТАШКЕНТ-2019

Данный учебно-методический комплекс разработан на основании учебного плана и программы утвержденного приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан №1023 от 2.11.2019 года

Разработал: Ж.Мухитдинов - д.т.н. профессор кафедры
«Автоматизация производств» ТГТУ

Рецензент: А.Н. Юсупбеков – д.т.н. профессор кафедры
«Автоматизация производств» ТГТУ

Данный учебно-методический комплекс рекомендован к изданию Советом Ташкентского государственного технического университета (протокол № 1 от 24 сентября 2019 года).

СОДЕРЖАНИЕ

I.	Рабочая программа.....	5
II.	Интерактивные методы обучения, используемые в модуле.....	11
III.	Теоретические материалы.....	15
IV.	Практические материалы.....	64
V.	Банк кейсов.....	76
VI.	Глоссарий.....	79
VII.	Список литературы	90

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ВВЕДЕНИЯ

Программа составлена на основе указа ПФ-4732 от 12 июня 2015 года Президентом Республики Узбекистан «О мерах улучшения системы переподготовки и повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших учебных заведений», цель которой является улучшение, переподготовка и суть процесса повышения квалификации на основе современных требований, а так же поставленная задача регулярно повышать профессиональную компетентность педагогических кадров высших учебных заведений.

Рабочая учебная программа включает в себя изучение теоретических и практических основ автоматизации технологических процессов и производств. Совокупность методов и средств автоматизации, предназначенных для реализации систем, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека, либо оставления за человеком права принятия наиболее ответственных решений.

Цели и задачи модуля

Целью изучения модуля «Автоматизации технологических процессов» является подготовка слушателя к решению теоретических и прикладных задач автоматизации процессов и производств в различных отраслях промышленности. Овладение системой знаний, практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование и подготовку высокопрофессиональных кадров.

Задачи модуля «Автоматизации технологических процессов» являются:

- четкое понимание этапов развития автоматизации и современного уровня автоматизации производств;
- изучение инженерных методов выбора и настройки промышленных регуляторов;
- изучение типовых простых и сложных систем регулирования основными технологическими величинами;
- анализ динамических и статических характеристик объектов для последующего синтеза соответствующей системы регулирования;
- изучение особенностей построения систем регулирования процессами с использованием адаптивных систем регулирования.

Требования, предъявляемые к знаниям, умениям и навыкам по модулю

Слушатель, в пределах задач модуля «Автоматизация технологических процессов» должен:

иметь представление и охарактеризовать:

- методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления;
- управляемые выходные переменные, управляющие и регулирующие воздействия, статические и динамические свойства технологических объектов управления;
- производства отрасли;
- структурные схемы построения, режимы работы, математические модели производств как объектов управления;
- технико-экономические критерии качества;
- функционирования и цели управления;
- основные схемы автоматизации типовых технологических объектов отрасли.

знать и уметь:

- определять технологические режимы и показатели качества функционирования оборудования, рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы;
- выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления;
- составлять структурные схемы производств, их математические модели как объектов управления, определять критерии качества функционирования и цели управления;
- выбирать для данного технологического процесса функциональную схему автоматизации;
- рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту.

владеть навыками:

- анализа технологических процессов, как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации;
- работы с программной системой для математического и имитационного моделирования;
- наладки, настройки, регулировки, обслуживанию технических средств и систем управления.

Рекомендации по организации и проведения модуля

Модуль «Автоматизация технологических процессов» проводится в виде лекций и практических занятий

В процессе обучения модуля предусмотрены применение современных методов образования, педагогических технологий и информационно-коммуникационных технологий:

- презентационные и электронно-дидактические технологии с помощью современных компьютерных технологий при проведении лекционных занятий
- при проведении практических занятий предусмотрены применение технических средств, экспресс-запросов, тестов, опросов, мозгового штурма, группового мышления, работы с небольшими группами, и разных методов интерактивного обучения как «Кейс-стади», «SWOT-анализ», «Ассесмент».

Взаимосвязь учебного модуля с другими модулями

Модуль «Автоматизация технологических процессов» считается основной базой для модулей «Машиностроительные технологии»

Роль модуля в системе высшего образования

Происходящие коренные изменения в системе образования, особенно научно-техническое развитие определяет роль модуля “Автоматизация технологических процессов” в системе высшего образования.

Организация эффективного и плодотворного образования путем создания новых инновационных технологий обучения дисциплин направления модуля “Автоматизация технологических процессов” и их применения в системе образования помогает системно увеличить качество образования.

Распределение часов модулям

№	Темы	Учебная нагрузка, час			
		Итого	Теоритические	Практические	Выездные занятия
1.	Современное состояние управления технологическим процессом	4	2	2	
2.	Основные принципы управления сложными технологическими процессами	4	2	2	
3.	Режимы работы систем управления процессами.	10	2	2	6
4.	Регулирование тепловых процессов	4	2	2	
	Жами:	22	8	8	6

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

1-тема: Современное состояние управления технологическим процессом

Основы автоматизации технологических процессов и производств. Особенности управление технологическими параметрами на предприятиях. Объекты автоматизации, и их параметры, подлежащие автоматическому управлению. Системы автоматического управления динамическими объектами автоматизации. Методы математического описания объектов автоматизации. Проблемы автоматического регулирования параметрами технологических установок. Основные типы процессов управление времени. инерционные процессы, процессы многократного постоянной времени. Мертвое время или транспортная задержка. Использование функции передачи.

2- тема: Основные принципы управления сложными технологическими процессами

Основные принципы управления технологическими процессами. Двухпозиционное регулирования. Плавное управления. Управление в разомкнутом контуре. Регулирования соотношения. Обратно и прямо-действующие контроллеры. Мёртвое время и его влияние на процесс.

3- тема: Режимы работы систем управления процессами

Основное понятие контроля. Способы модуляция контроля. Контроль за разомкнутым контуром. Контроль основанный на предупреждении, который управляет переменные, необходимые, чтобы поставить необходимую переменную продукцию. Введение в каскадный контроль.

Типы точности. Методы шумоподавления. Линеаризация сигнала. Цифровые клапаны, клапаны диафрагмы Сондерса и Шаровые клапаны. Выбор параметров устройства.

4- тема: Регулирование тепловых процессов

Автоматизация кожухотрубных теплообменников. Математическое описание на основе физики процесса. Математическое описание на основе теплового баланса.. Анализ динамических характеристик объекта. Типовое решение автоматизации. Анализ динамических характеристик парожидкостного теплообменника как объекта управления температурой.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-практическое занятие: Управления технологическими процессами

Регулирование уровня и концентрации жидкости. Выбор регулятора и закона регулирования. Расчёт стабильности системы.

2-практическое занятие: Основные принципы управления сложными технологическими процессами

В емкостном аппарате непрерывного действия смешивание компонентов. Температура смешение. Принцип управления технологическим процессам.

3-практическое занятие: Режимы работы систем управления процессами
Исследование регулятора. Анализ расчета параметров регулятора. Автоматического режим переключения.

4-практическое занятие: Регулирование тепловых процессов

Регулирование температуры и контроль скорости движения. Управления двигателем, контроль уровня материала в бункере и др. Обзор современных датчиков.

Выездные занятия:

Тема:Режимы работы систем управления процессами

Знакомство слушателей с разработками фирм Узбекистана в области автоматизация технологических процессов. ГАК «Uzprommashimpeks»

Формы обучения

Форма обучения отражает такие внешние стороны учебного процесса, как способ его существования: порядок и режим; способ организации обучения: лекция, семинар, самостоятельная работа и пр; способ организации совместной деятельности обучающего и обучающихся: фронтальная, коллективная, групповая, индивидуальная.

При обучения важным является выбор формы организации учебной деятельности участников:

Коллективная – коллективное, совместное выполнение общего учебного задания всеми студентами. Характер полученного результата: итог коллективного творчества.

Групповая – совместное выполнение единого задания в малых группах. Характер полученного результата: итог группового сотрудничества на основе вклада каждого.

Индивидуальная – индивидуальное выполнение учебного задания. Характер полученного результата: итог индивидуального творчества. Обычно предшествует групповой работе.

II. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ

Таблица SWOT-анализа

SWOT наименование происходит от начальных букв следующих английских слов	
Strengths –	сильные стороны, предполагает наличие внутренних ресурсов
Weakness –	слабые стороны или наличие внутренних проблем
Opportunities –	возможности; наличие возможностей для развития предприятия
Threats –	угрозы, угрозы от внешней среды.

Применения метода в учебный процесс

Как правило, SWOT-анализ, т.е. анализ сильных и слабых сторон организации, возможностей и угроз, исходящих из окружающей среды, проводится с помощью вспомогательных таблиц (матриц). Простейшая форма представления результатов SWOT-анализа приведена в таблице 1.

Анализ Пропорционально-Интегральный-Дифференциального регулятора (ПИД) по методу «SWOT-анализ»

S - Сильные стороны ПИД	O - Возможности ПИД
W - Слабые стороны ПИД	T - Угрозы ПИД

Метод «Ассесмент»

Ассесмент – (анг. оценка) процедура оценки деловых качеств, знаний, умений и навыков, объединенных понятием «компетенция».

Ассесмент включает в себя различные методы оценки (деловые игры, тесты, интервью, опросы), позволяющие определить уровень компетенций в каком-либо вопросе.

Применения метода «Ассесмент» в учебный процесс

Преподаватель в заключительной части занятия, чтобы определять результат достижения цели раздает всем слушателям по отдельности таблицу «Ассесмента», дает задания заполнять таблицу и определяет время. Таблица «Ассесмент» включает себя 4 метода оценивание: тест, проблемная ситуация, сравнительный анализ и практическая задания. После выполнения задания преподаватель проверяет заполненных таблиц, анализирует и оценивает слушателей.

Таблица «Ассесмент»

<p style="text-align: center;">Тесты</p> <p>1. Выделить верное утверждение: А.Если система неустойчива, то коэффициенты характеристического уравнения имеют различные знаки. В.Если коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки, то система устойчива. С.Если система устойчива, то коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки. Д.Если характеристическое уравнение не имеет кратных корней, то система устойчива.</p> <p>2. Главная обратная связь отсутствует в системах с управлением А.по возмущению В.по отклонению С.по отклонению и производным отклонения Д.по отклонению и интегралу отклонения</p>	<p style="text-align: center;">Проблемная ситуация</p> <p>При регулирование уровня а систерне оператору подан аварийный сигнал. Ваше видение, какое электрооборудование при этом используются? Где предусмотрен автоматический режим работы электрооборудования? Укажите возможную ошибку.</p>
<p style="text-align: center;">Сравнительный анализ Сравнити законы регулирования П,ПИ,ПД</p>	<p style="text-align: center;">Практическое задания Технологические требования к проектируемой системе управления не</p>

	допускают перерегулирования входного сигнала $y(t)$ более 1% при ступенчатом входном воздействии, $u(t)$. Какое стандартное распределение полюсов следует выбрать в качестве критерия качества управления?
--	---

Метод «Дискуссия»

Дискуссия – это процесс обсуждения слушателем и преподавателем определенной темы, проблемы, мнений, позиций. Она позволяет рассмотреть различные варианты действий, получить обратную связь, объединить членов рабочей команды, узнать иные и критические точки зрения на проект или предложения, определить цель и адекватные методы ее реализации, выявить имеющиеся недостающие ресурсы.

Применения метода в учебный процесс

Проблемные ситуации для дискуссии: «Какие основные факторы сильно воздействуют на показатели производственного процесса»

Проведите сравнительный анализ всех возможных факторов воздействующих на показатели производственного процесса. Заполните таблицу.

Показатели внешней среды	Показатели непосредственного окружения	Показатели внутренней среды компании
Экономические факторы- величины ВВП, темпов инфляции, уровня безработицы, процентной ставки, производительности труда, норм налогообложения, платежного баланса, норм накопления и т.п. Политические факторы- ясное представление о намерении органов государственной власти в отношении развития общества и о средствах, с помощью которых государство намерено проводить в жизнь свою политику. Рыночные факторы- многочисленные факторы, которые могут оказать непосредственное воздействие на успехи и провалы организации. Технологические факторы- возможности, которые наука	Покупатели- географическое положение, демографические характеристики, социально- психологические характеристики, отношение покупателей к продукту Поставщики- стоимость поставляемого	Кадры фирмы, их потенциал, квалификация, интересы Организация управления Производство, включая организационные, операционные и технико- технологические характеристики и научные

<p>открывает для производства новой продукции. Международные факторы- угрозы и возможности могут возникнуть в результате легкости доступа к сырьевым материалам, деятельности иностранных картелей (например, ОПЕК), изменений валютного курса и политических решений в странах, выступающих в роли инвестиционных объектов или рынков. Правовые факторы- изучение законов и других нормативных актов, действенность правовой системы. Социальные факторы- отношение людей к работе и качеству жизни, обычаи и верования, демографическая структура, разделение ценностей, рост населения, уровень образования и т.д.</p>	<p>товара, гарантия качества, временной график поставок, пунктуальность и обязательность выполнения условий поставщиком Конкуренты- выявление слабых и сильных сторон</p>	<p>исследования и разработки Финансы фирмы Маркетинг Организационная культура</p>
---	---	---

III. МАТЕРИАЛЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-Тема. Современное состояние управления технологическим процессом

План:

1. Основные понятия систем управления технологическими процессами.
2. Основные типы процессов управления времени.
3. Использование функции передачи.

Ключевые слова: система управления, технологический процесс, измерение, состояния процесса, исполнительный механизм, блок-схема, регулирование, ручное управление, контроль, контроллер, внешние воздействия.

1.1 Основные понятия систем управления технологическими процессами

Большинство основных систем управления технологическими процессами состоят из контура управления, как показано на рисунке 1.1, имеющих четыре основных компонента:

1. Измерение состояния процесса.
2. Контроллер вычисления действия на основе измеренного значения от предустановки или желаемое значение (заданное значение).
3. Выходной сигнал в результате расчета для регулятора, который используется для манипулирования действиями процесса с помощью той или иной формы исполнительного механизма.
4. Изменения состояния процесса.¹

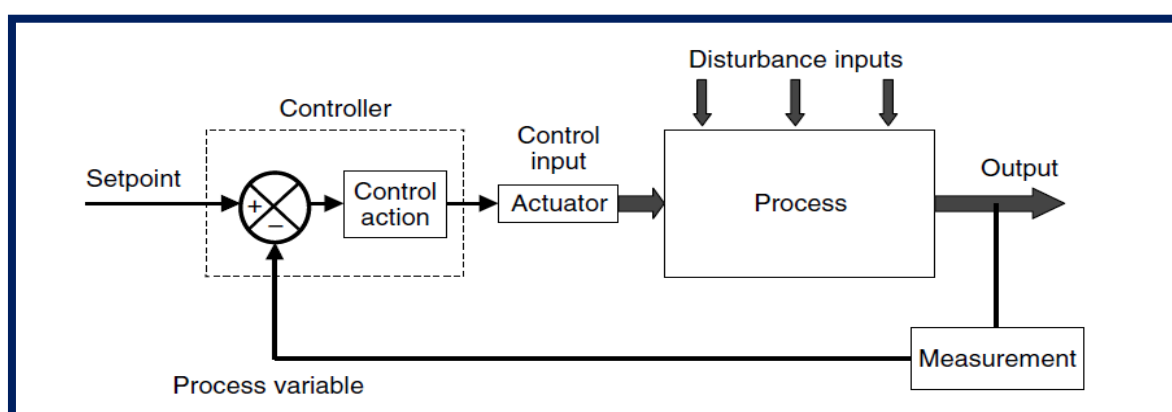


Рис. 1.1. Блок-схема, показывающая элементы контура управления технологическим процессом

1. ¹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 15.

Какими видим два из наиболее важных сигналов, используемых в процессе управления называются

1. Регулирование переменной или PV
2. Управление переменной или MV.

В промышленных системах управления процессом, PV измеряется с помощью прибора в полевых условиях, и действует как вход в автоматический контроллер, который принимает соответствующие меры на основе значения этого. В качестве альтернативы, PV может быть входом для отображения данных таким образом, что оператор может использовать чтение, чтобы отрегулировать процесс с помощью ручного управления и контроля. Например, если мы контролируем отдельный поток, мы манипулируем клапаном для управления потоком. В этом случае положение клапана называется MV и измеренный поток становится, в случае простого автоматического контроллера, выходным сигналом контроллера (OP) для привода МЗ. В более сложных системах автоматического управления, выходной сигнал контроллера может управлять целевыми значениями или контрольными значениями для других контроллеров. Идеальное значение PV часто называют целевым значением, и в случае автоматического управления, является предпочтительным, (SP).

Чтобы выполнить эффективную работу управления процессом, мы должны знать, как элемент управления вход мы предлагаем использовать будет влиять на производительность процесса. Если мы изменим вход условия мы должны знать следующее:

- Будет ли повышение выходной или падение?
- Сколько ответ мы получим, Введение
- Сколько времени потребуется для выхода изменить?
- Каким будет кривая отклика или траектория ответа?

Ответы на эти вопросы лучше всего получены путем создания математической модели взаимосвязь между выбранным входом и выходом рассматриваемого процесса. Дизайнеры управления технологическими процессами используют очень полезный метод моделирования блок-схемы, чтобы помочь в представлении процесса и его системы управления. Принципы, которые мы должны иметь возможность применить к большинству практических ситуаций контур управления приведены ниже. Завод процесс представлен входной/ выходной блок, как показано на рисунке 1.2.

2. ² Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 15-16.

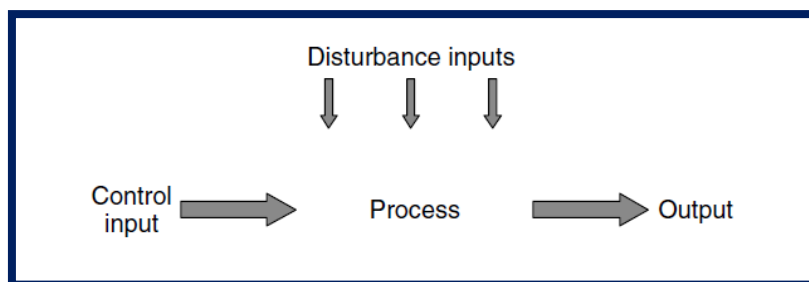


Рис. 1.2. Базовый блок-схема для управляемого процесса

На рисунке 1.2 мы видим сигнал контроллера, который будет работать на входе в процесс, известный как MV . Мы пытаемся управлять выходом процесса на конкретное значение или изменение входного сигнала. Выходной сигнал также может зависеть от других условий в процессе или от внешних воздействий, таких как изменения давления питания или в качестве материалов, используемых в процессе. Они все рассматриваются как нарушение входов и нашего контроля, действия нужно будет преодолеть их влияния как можно лучше.

Задача проектировщика системы управления процессом для поддержания контролируемого процесса переменной в целевом значении или изменить его в соответствии с потребностями производства, в то время как компенсации возмущения, которые могут возникнуть из других входов. Так, например, если вы хотите сохранить уровень воды в резервуаре на постоянной высоте, то время как другие оттягивая от него, вы будете управлять потоком ввода, чтобы сохранить устойчивый уровень.

Значение модели процесса является то, что оно обеспечивает средство, показывающий путь выхода, будет реагировать на действия входа. Это делается с помощью математической модели, основанной на физических и химических законах, влияющих на процесс. Например, на рисунке открытый резервуар с площадью поперечного сечения A поставляется с притоком воды Q_1 , который может быть под контролем или манипулировать. Отток из резервуара проходит через клапан с сопротивлением R к Q_2 выходного потока. Уровень воды или гидростатического напора в баке обозначается как H . Мы знаем, что Q_2 будет возрастать по мере увеличения H , а когда Q_2 равен Q_1 уровень станет устойчивым. Версия блок-схема этого процесса заимствовано на рисунке 1.3.

Обратите внимание, что диаграмма просто показывает поток переменных в функциональных блоках и подводя точки, так что мы можем определить входные и выходные переменные каждого блока.

Мы хотим, чтобы эта модель, чтобы сказать нам, как H изменится, если мы регулируем приток Q_1 , пока мы

держат сливной клапан при постоянной настройке. Модельные уравнения можно записать следующим образом:

$$\frac{dH}{dt} = \frac{Q_1 - Q_2}{A} \quad \text{and} \quad Q_2 = \frac{H}{R}$$

Первое уравнение говорит скорость изменения уровня пропорциональна разнице между притоком и оттоком, деленный на площадь поперечного сечения резервуара. Второй

Уравнение говорит отток будет увеличиваться пропорционально напору, разделенное на сопротивление потоку R.

3

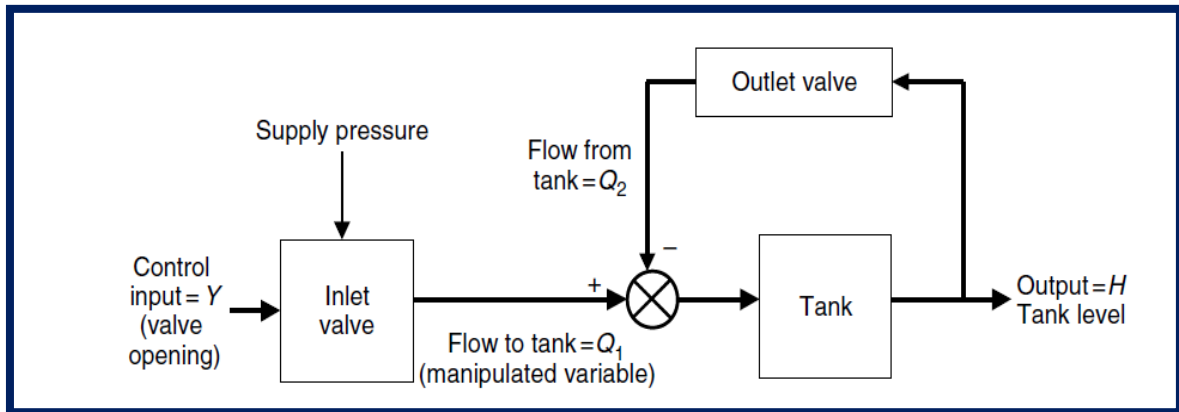


Рис. 1.3. Элементарный блок-схема процесса бака

Поучительная Примечание: Для турбулентного режима потока в выходном трубопроводе и клапана, эффективное сопротивление потоку R действительно изменяется пропорционально корню квадратному изпадение давления таким образом, мы должны также отметить, что $R = \text{постоянная} \times H$. Это создает нелинейный элемент в модели, что делает вещи более сложными. Тем не менее, в контроле моделирование является обычной практикой для упрощения нелинейных элементов, когда мы изучаем динамические характеристики вокруг ограниченной области возмущения. Таким образом, для узкого круга уровней мы можем рассматривать R как константа. Важно, что это приближение иметь в виду, потому что во многих приложениях, это часто приводит к проблемам при настройке цикла создаются на заводе в условиях вдали от исходной рабочей точки. Выходные отношения/ вход процесса определяется, таким образом, подставляя для Q2 влинейное дифференциальное уравнение

$$\frac{dH}{dt} = \frac{Q_1}{A} - \frac{H}{RA}$$

который выполнен в стандартной форме, как

$$(RA) \left(\frac{dH}{dt} \right) + H = RQ_1$$

3. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 17-18.

Когда это дифференциальное уравнение решается для H это дает

$$H = RQ_1 \left(1 - e^{-\frac{t}{RA}} \right)$$

С помощью этого уравнения можно показать, что если шаг изменения в ΔQ_1 потока применяется к системе, уровень будет расти на величину $\Delta Q_1 R$, следуя экспоненциальный рост в зависимости от времени. Это характерно для динамического процесса первого порядка, и очень часто видели во многих физических процессах. Их иногда называют емкостными и резистивными процессами, и включают в себя такие примеры, как зарядка конденсатора через цепь сопротивления (рис. 1.4) и нагрев хорошо перемешанной бак горячего водо⁴снабжения (см рисунок 1.5).

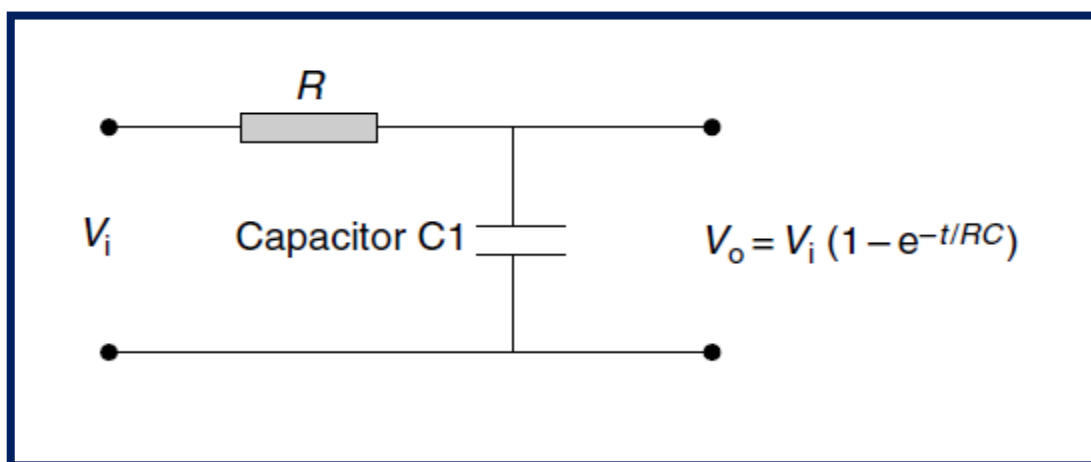


Рис. 1.4. Сопротивление цепи и конденсатор с первым ответом заказа

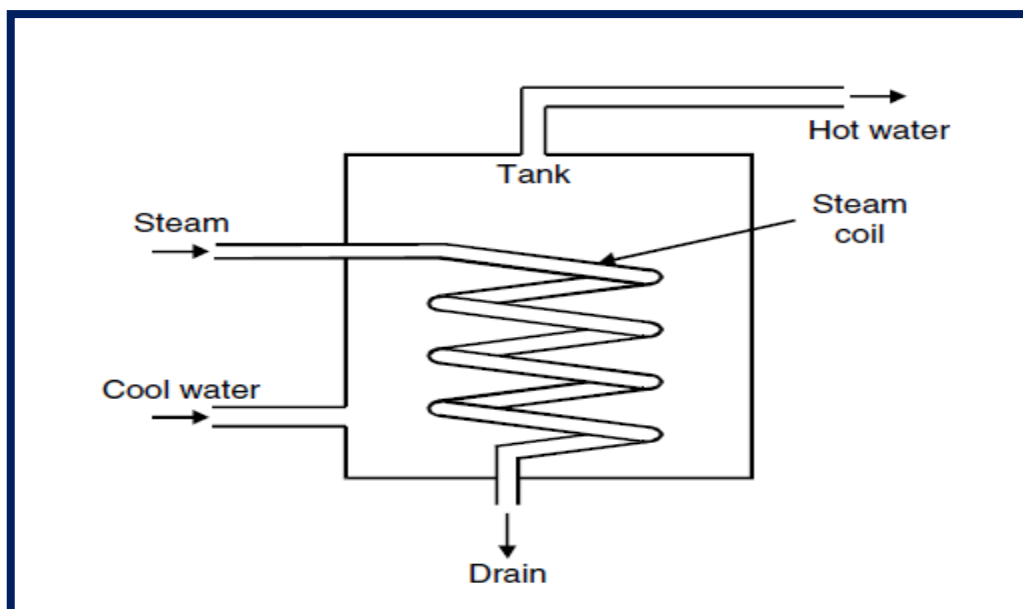


Рис. 1.5. Сопротивления и емкости эффекты в водонагревателе

⁴ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p. 18

Динамика процесса и постоянные времени Соппротивление, емкость и инерции являются, пожалуй, наиболее важные эффекты в промышленных процессы, включающие теплообмен, массообмен и операций потока жидкости. Самое важное характеристики первого и второго порядка систем приведены ниже, и они могут быть используется для идентификации постоянной времени и реакции на него многих процессов, а также механические и электрические системы. В частности, следует отметить, что наиболее измерение параметров процесса инструменты будут демонстрировать определенное количество динамического запаздывания, и это должно быть признано в любая система контроля приложений, так как она будет фактором в ответе и в контроле Настройка контура⁵.

Первый процесс заказа динамические характеристики Общая версия модели процесса для первой системы лаг порядок является линейным первого порядка дифференциальное уравнение:

$$T \frac{dc(t)}{dt} + c(t) = K_p m(t)$$

где T = постоянную времени отклика процесса K_p = процесс стационарного усиления (изменение выхода/ изменение входного сигнала) $c(t)$ = выходной отклик процессам $m(t)$ = процесс ввода ответа. Выход первого процесса заказа следует ввод шаг изменения по сравнению с классическим Экспоненциальный рост, как показано на рисунке 1.7.

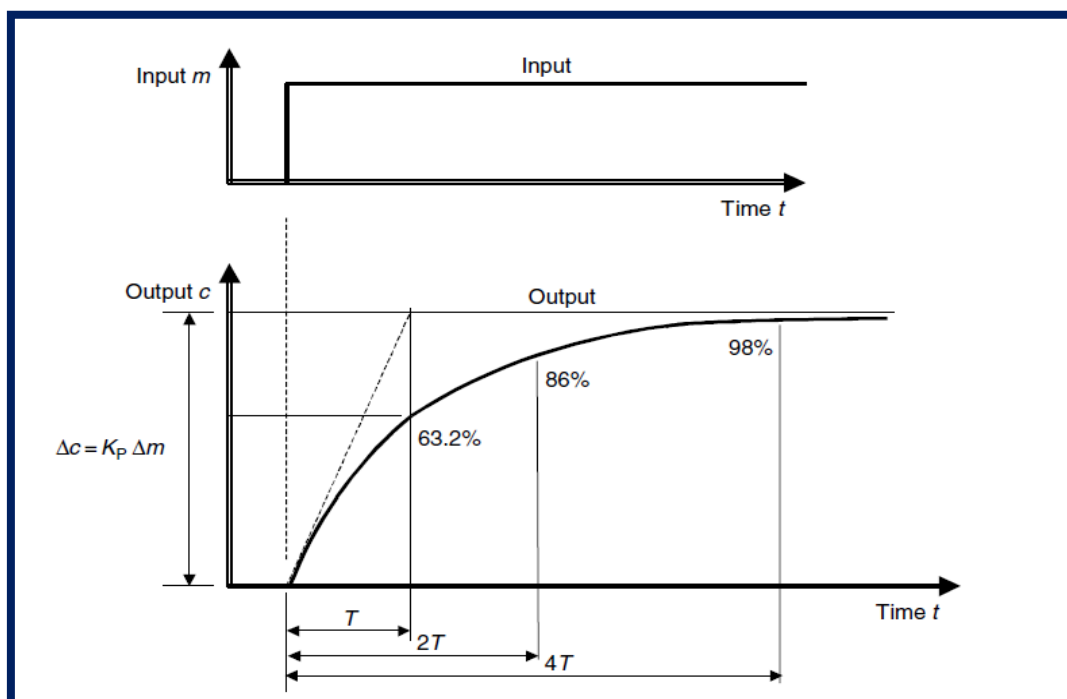


Рис. 1.6. Первый ответ заказа

⁵ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p-19

Важные моменты отметить: T постоянная времени системы и время, затраченное на достижение 63,2% от конечного значения после изменения шага был применен к системе. После четырех постоянных времени ответ объем производства достиг 98% от конечного значения, что она будет оседают на. ρ Окончательное изменение стационарного выпуска продукция является установившийся коэффициент усиления. Начальная скорость нарастания выходного сигнала будет $K\rho/T$.

1.2 Основные типы процессов управление времени

Процесс сопротивления- Теперь, когда мы видели, как первый процесс заказа ведет себя, мы можем суммировать возможные изменения, которые могут быть найдены, рассматривая эквивалент сопротивления, емкости и процессов типа инерции. Если у процесса будет очень небольшая емкость или аккумулятирование энергии, то ответ продукции на изменение во входе будет мгновенен пропорционален выгоде стадии. Например, если линейный распределительный клапан будет использоваться, чтобы изменить входной поток в примере резервуара рисунка 1.3, то поток продукции немедленно повысится до более высокой ценности с незначительной задержкой.⁶

Процессы ёмкости. Большинство процессов включает некоторую форму емкости или способности хранения, любых материалов (газ, жидкость, или твердые частицы) или энергии (тепловой, химической, и т.д.). Те части процесса со способностью сохранить массу или энергию называют 'мощностями'. Они характеризуются, храня энергию в форме потенциальной энергии; например, жидкая гидростатическая энергия, энергия давления и тепловая энергия.

Емкость жидкости- или газовый резервуар для хранения выражена в единицах объема. Эти процессы иллюстрированы в рисунке 1.7. Газовая емкость резервуара является постоянной и походит на электрическую емкость. Жидкая емкость равняется площади поперечного сечения резервуара в жидкой поверхности; если это является постоянным тогда, емкость является также постоянной в любой голове.

Используя рисунок 1.7 рассматривают теперь, что происходит, если у нас есть установившееся условие, где поток в резервуар соответствует потоку через отверстие или клапан с сопротивлением потока R . Если мы изменим приток немного ΔV , то отток повысится, как давление повышается, пока у нас нет нового установившегося условия⁷.

⁶ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 20

⁷ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 21

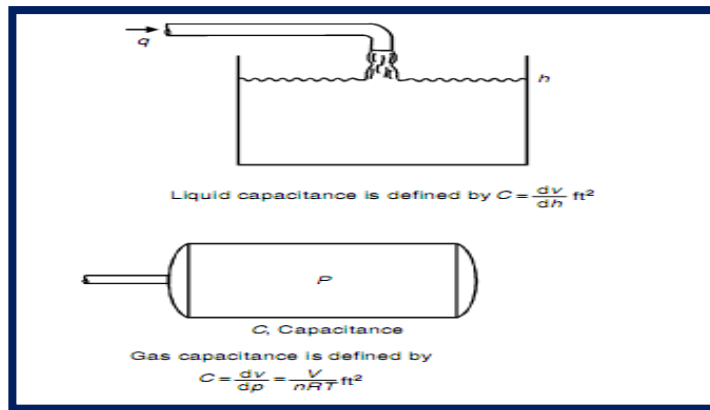


Рис. 1.7. Емкостной жидкого или газового резервуара для хранения , выраженная в единицах площади м, Физическая диаграмма

Для мелочи мы можем взять R , чтобы быть постоянной величиной.

Давление и ответы оттока будут следовать за первой кривой задержки заказа, которую мы видели в рисунке 1.6 и будем даны уравнением $\Delta p = R \Delta V (1 - e^{-t/RC})$ и постоянное время будет *дистанционным управлением*.

Должно быть ясно, что этот динамический ответ следует за теми же самыми законами как те для жидкого примера резервуара в рисунке 1.3 и для электрического кругооборота, показанного в рисунке 1.5.

Просто емкостный элемент процесса может быть иллюстрирован резервуаром с только связью притока такой как показано в рисунках. В таком процессе уровень, при котором повышается уровень, обратно пропорционально пропорционален емкости, и резервуар в конечном счете затопит. Для первоначально пустого резервуара с постоянным притоком уровень s - продукт уровня притока m . и период времени зарядки t разделенный на емкость резервуара C .

Инерционные процессы

Эффекты инерции происходят типично из-за движения вопроса, вовлекающего хранение или разложение кинетической энергии. Они обычно связаны с механическим вовлечением систем движущиеся компоненты, но также важны в некоторых системах потока, в которых жидкости должны быть ускорены или замедлены. Наиболее распространенный пример первой задержки заказа, вызванной кинетическим энергетическим наращиванием,- то, когда вращающаяся масса обязана изменять скорость или когда машина ускорена увеличением мощности двигателя до более высокой скорости, пока ветер и катящиеся сопротивления не соответствуют увеличенной входной мощности.

Например рассмотрите транспортное средство массового M . перемещения в $V = 60$ км/ч, где движущая сила F двигателя соответствует бременю ветра и катящимся силам сопротивления. Если

B - коэффициент сопротивления, устойчивое состояние- $F = VB$, и для мелочи силы ΔF заключительное изменение скорости будет $\Delta V = \Delta F/B$.

Ответом изменения скорости дадут

$$\Delta V = \left(\frac{\Delta F}{B} \right) \times \left(1 - e^{-\frac{tB}{M}} \right)$$

Это уравнение непосредственно сопоставимо с версиями для резервуара и электрического *дистанционного управления* кругооборот. В этом случае, постоянное время дано M/B . Очевидно, выше масса транспортного средства дольше это возьмет, чтобы изменить скорость для того же самого изменения в движущей силе⁸.

Если сопротивление, чтобы ускориться будет высоко, то изменение скорости будет небольшим, и постоянное время будет короче.

Процессы многократного постоянной времени

В многократное время постоянные процессы, скажите, где два резервуара связаны последовательно, процесс будет иметь два или больше две временных задержки, работающие последовательно. Как число увеличений констант времени, кривые ответа системы становятся прогрессивно более отсталыми, и полный ответ постепенно изменяется в кривую реакции S-shaped, как может быть замечен в рисунке 1.8.

Мертвое время или транспортная задержка

Для чистого мертво-разового процесса, что бы ни случилось во входе повторен в продукции qd единицы времени позже, где qd - мертвое время. Это было бы замечено, например, в длинном трубопроводе, если бы жидкая смесь была изменена во входе, или жидкая температура была.

⁸ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 21-22.

⁹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 23-24.

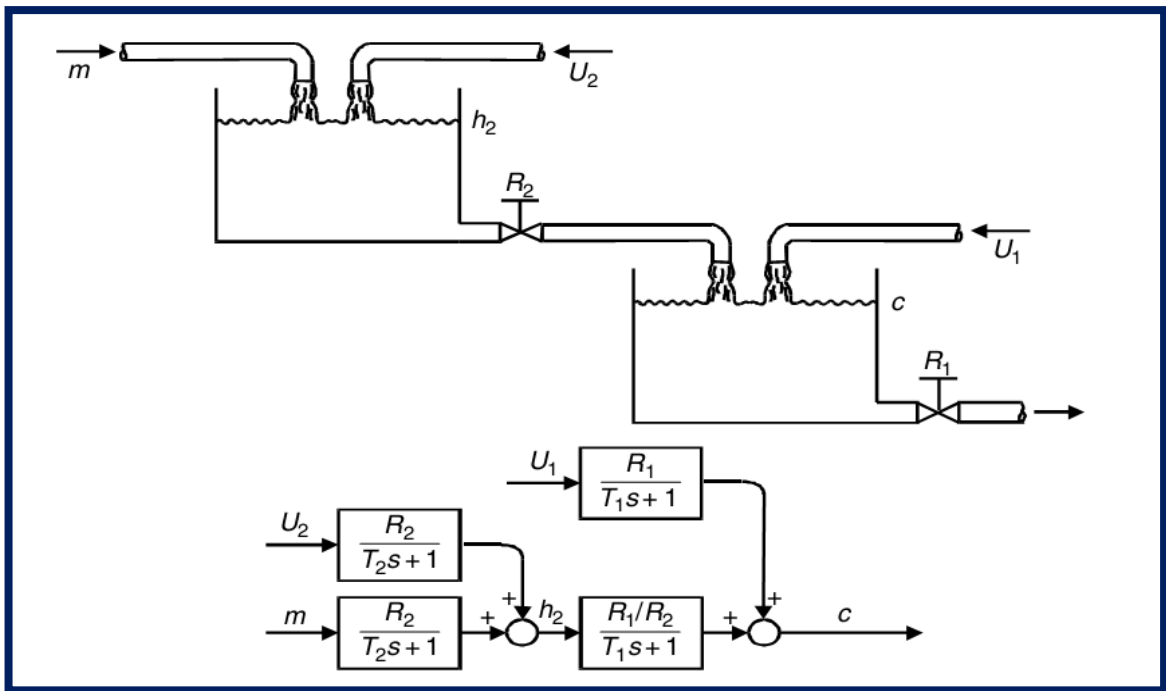


Рис. 1.8. Процессы с константами нескольких времен

Практически, математический анализ безудержных процессов, содержащих временные задержки, относительно прост, но временная задержка, или ряд временных задержек, в пределах обратной связи имеет тенденцию предоставлять себя очень сложной математике.

Вообще, присутствие временных задержек в системах управления уменьшает эффективность диспетчера. В хорошо разработанных системах временные задержки (мертвые времена) должны быть сведены к минимуму.

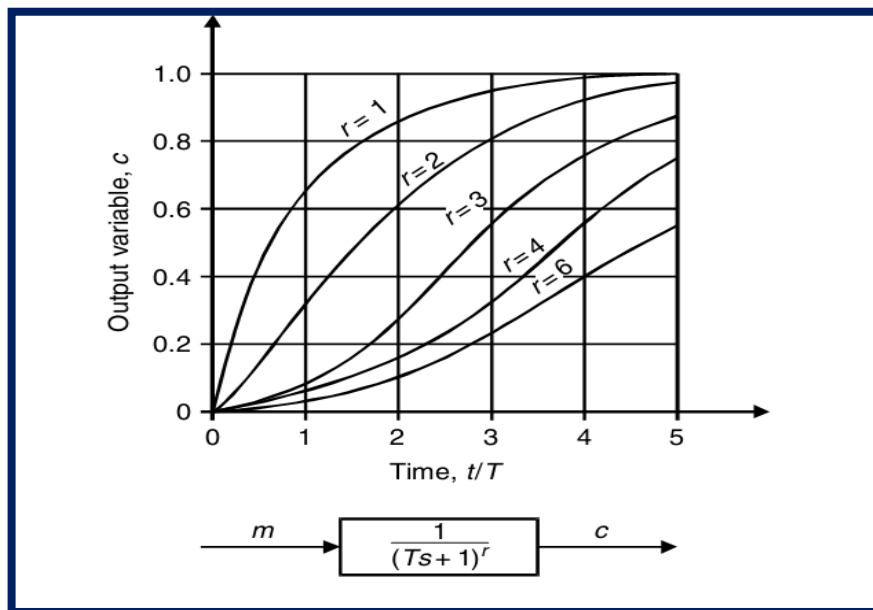


Рис.1.9. Время задержки сигнала.

Функции передачи позволяют блокам моделирования рассматриваться как простые функции это воздействует на входную переменную, чтобы произвести переменную продукции. Они воздействуют только на изменения от установившегося условия, таким образом, они покажут нам профиль ответа времени для изменений шага или беспорядков вокруг установившегося рабочего пункта процесса.

1.3 Использование функции передачи

Практически, отличительными уравнениями трудно управлять в целях контроля. Проблема упрощается при помощи функций передачи.

Функции передачи позволяют блокам моделирования рассматриваться как простые функции это воздействует на входную переменную, чтобы произвести переменную продукции. Они воздействуют только на изменения от установившегося условия, таким образом, они покажут нам профиль ответа времени для изменений шага или беспорядков вокруг установившегося рабочего пункта процесса.

Функции передачи основаны на отличительных уравнениях для ответа времени, преобразовываемого лапласовскими преобразованиями в алгебраические уравнения, которые могут воздействовать непосредственно на входную переменную. Не входя в математику преобразований, достаточно отметить, что переходный оператор (символ S) заменяет дифференциальный оператор, таким образом что $d(\text{переменная})/dt = S^{\circ}$.

Функция передачи сокращена как $G()$, и это представляет отношение лапласовского преобразования C продукции процесса (s) к тому из входа $M()$, как показано в рисунке 1.10.

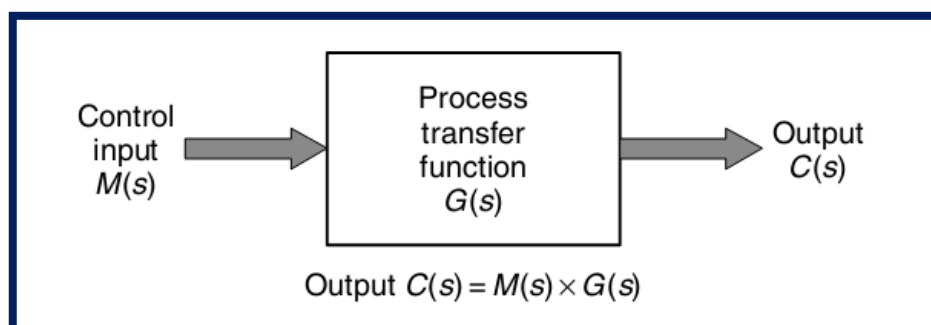


Рис. 1.10. Передаточная функция в блок-схеме

Когда относящийся первая система заказа, мы уже описали функцию передачи, представляющую действие первой системы заказа на

⁹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 24-25.

входном сигнале изменения, как показано в рисунке 1.11, где T -постоянное время.

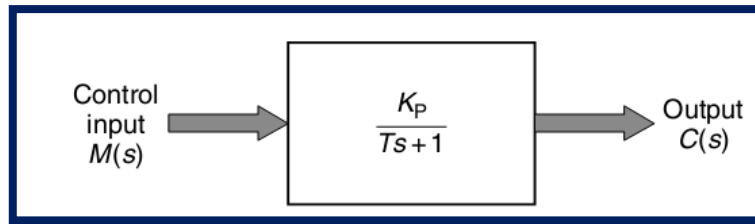


Рис. 1.11. Передаточная функция для первого типа звена

Как мы уже видели, много процессов вовлекают серийную комбинацию двух или больше первых задержек заказа. Они представлены в блоках функции передачи как замечено в рисунке 1.12. Если два блока объединены, умножая функции вместе, они, как может замечаться, формируют вторую систему заказа как показано здесь и как описано в разделе 1.4.5.

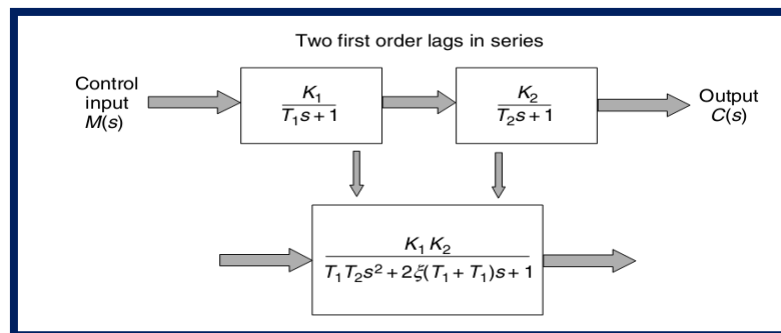
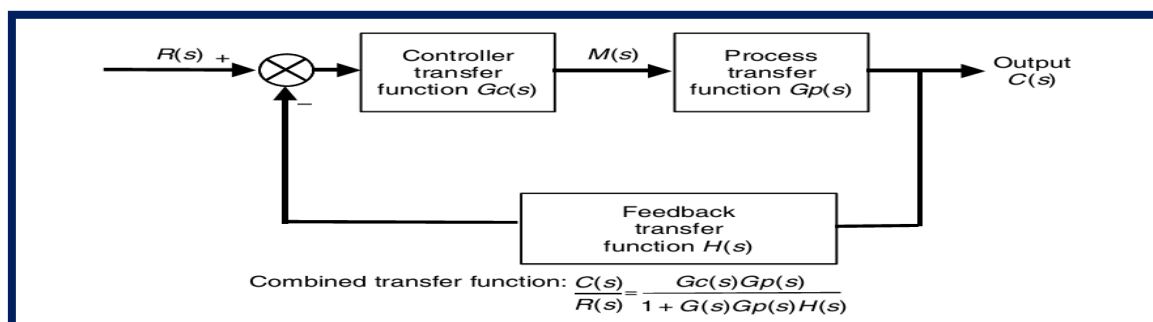


Рис. 1.12. Две задержки в ряду объединяются

Моделирование блок-схемы системы управления продолжается в той же самой манере что касается процесс, и показывают, добавляя диспетчера обратной связи как один или более блоков функции передачи¹⁰. Самое полезное правило для того, чтобы построить функцию передачи петли контроля за обратной связью показывают в рисунке 1.13.



¹⁰ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p. 25.

Рис. 1.13. Блок-схема и передаточная функция типичной системы управления обратной связи

Функция передачи обратной связи $H(s)$ (как правило ответ датчика) и *Сборщик (u) мусора* функции передачи диспетчера объединена в модели, чтобы дать полную функцию передачи, которая может использоваться, чтобы вычислить полное поведение процесса, которым управляют.

Это позволяет системе полного контроля, работающей с ее процессом быть представленной в уравнении, известном как функция передачи замкнутого контура. Знаменатель правой стороны- этого уравнения известен как функция передачи разомкнутого контура. Вы можете видеть, что, если этот знаменатель становится равным нулю, продукция бесконечности подходов процесса и целого процесса, как замечается, непостоянна. Следовательно, управляйте техническими исследованиями, делают большой акцент на обнаружении и уходе от условия, где функция передачи разомкнутого контура становится отрицательной, и система управления становится непостоянной¹¹.

Контрольные вопросы:

1. Построение систем автоматического контроля.
2. Подсистемы ввода и вывода информации.
3. Показатели качества системы управления подвижными объектами.
4. Выбор основных элементов следящей системы.
5. Средства ввода и вывода информации.
6. Тенденция развития систем автоматизации.
7. Методы повышения качества автоматизации систем.
8. Технические средства АСУТП. Связь УВМ с объектом.
9. Структура и функции гибкого автоматизированного производства.

Использованные литературы:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.
2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 c.

¹¹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p. 26.

2-тема. Основные принципы управления технологическими процессами

План

1. Релейное управление
2. Управления с разомкнутым контуром
3. Запоздывания

Ключевые слова: задержка процесса реагирования, колебание процесса, мертвая зона, температура, коэффициент усиления, ступенчатые изменение, входные величины, пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор, алгоритмы, запоздывания, транспортные задержки, замкнутая система управления, открытый контур управления, плавное регулирование.

2.1 Релейное управление

Самая старая стратегия управления заключается в использовании релейного управления, как показано на рисунке 4.1. Это является разрывной формой управляющего воздействия, оно также упоминается как двухпозиционное регулирование. Метод сырой, но может быть дешевым эффективным методом контроля, если достаточно большое отклонение переменной процесса (ПП) является приемлемым.

Двухпозиционный контроллер 'включен' тогда, когда измерение находится ниже заданного значения (ЗЗ) и управляющая переменная (УП) находится на максимальном значении. Выше ЗЗ контроллер "выключается" и значение управляющей переменной является минимальной.

Двухпозиционного регулирования широко используется в промышленных и бытовых устройствах. Большинство людей знакомы с методом, который обычно используется в домашних системах отопления и в бытовых водонагревателях. Рассмотрим действие управления на бытовом газовом котле к примеру. Если температура идет ниже заданного значения, «начинается» подача топлива; если температура поднимается выше заданного значения, «приостанавливается» подача топлива (рис. 2.2).

Существует, как правило, мертвая зона из-за механических задержек в процессе. Она часто вводится намеренно, чтобы уменьшить частоту работы и износ компонентов. Конечным результатом этого способа управления является то, что температура будет колебаться около требуемого значение.

Плавное регулирование

Если выходное значение контроллера может перемещаться по диапазону значений, это плавное регулирование.

Плавное регулирование происходит в пределах определенного диапазона, то есть, он должен иметь верхний и нижний пределы. Плавное регулирование является более гладкой формой контроля¹², чем шаговоерегулирование. Он может быть использован, как и в системе с разомкнутым контуром, так и в системе с замкнутым контуром управления с обратной связью.

Система управления без обратной связи

При управлении с разомкнутым контуром, управляющее воздействие (контроллер выходного сигнала ВС) не является функцией переменной процесса (ПП). Управление не само-корректируется когда ПП дрейфует, и это может привести к значительным отклонениям от оптимального значения ПП¹³.

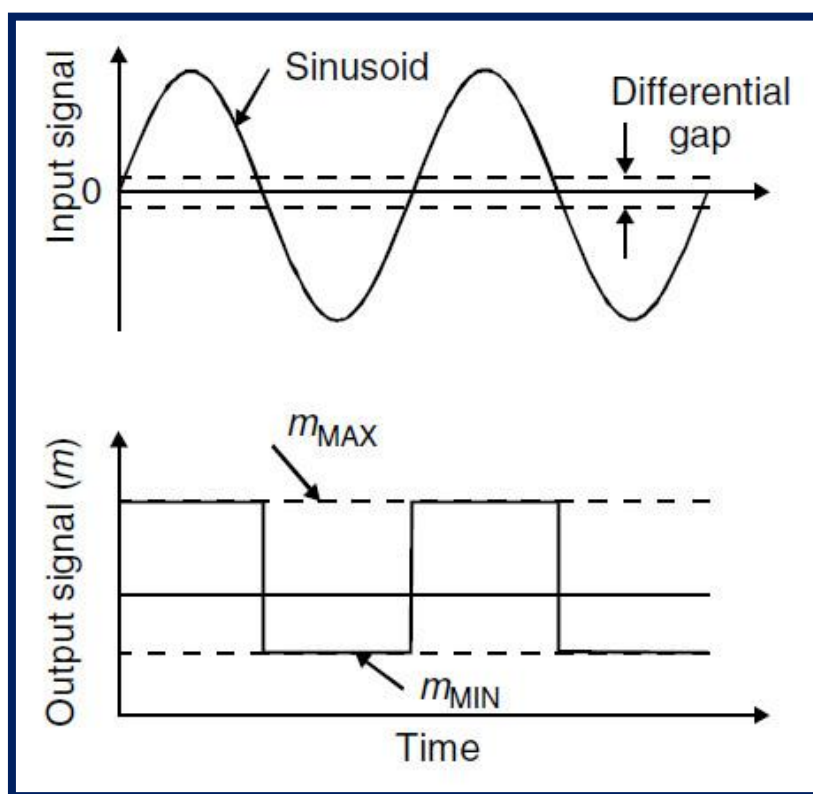


Рис. 2.1. Отклик двухпозиционного контроллера к синусоидальному вводу.

¹² Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p. 91-92.

¹³ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p. 91-92.

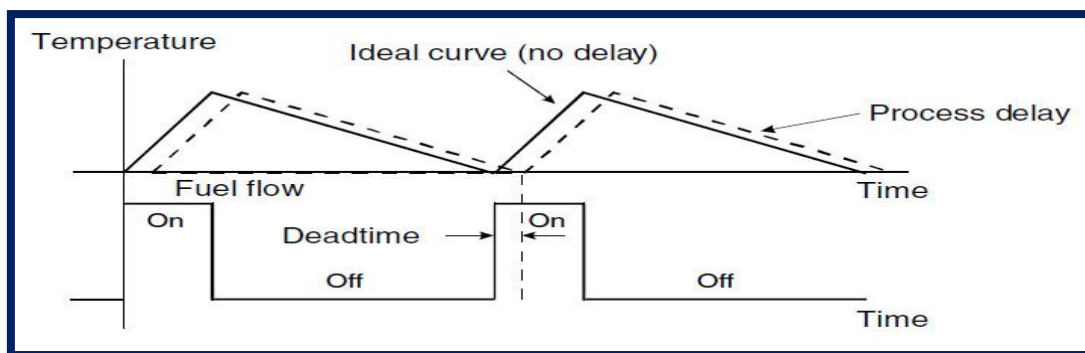


Рис. 2.2. Графический пример релейного регулирования

2.2 Управления с разомкнутым контуром

Этот метод управления часто основывается на измеренных возмущениях при входе в систему. Наиболее распространенный тип управления с разомкнутым контуром является управление с прогнозированием. В данном методе управляющее воздействие основано на состоянии входа возмущения без ссылки на фактическое состояние системы, т.е. выходные значения системы не оказывает никакого влияния на управляющее воздействие, а также входные переменные манипулируются, чтобы компенсировать влияние возмущений процесса.

Функция открытого контура или управления с прогнозированием

Управления с прогнозированием корректируется быстрее, чем управление с обратной связью, но требует значительно больше информации о воздействии возмущения на систему и больше навыков оператора (рис. 2.3).

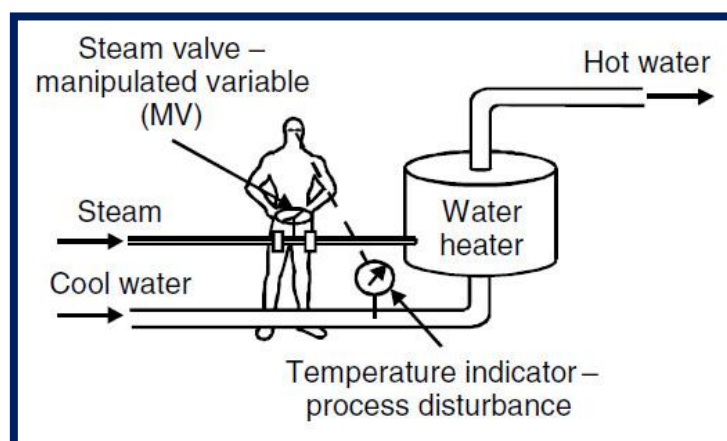


Рис. 2.3. Концепция управления с прогнозированием

Примеры управления с разомкнутым контуром

К примеру данному виду управления можно отнести обычную бытовую стиральную машину. Система предварительно-установлена и действует на временной основе, проходя через циклы стирки,

полоскания и вращения, как и запрограммирована. В этом случае управляющим воздействием является сам оператор, оценивающий нагрузку и настраивающий машину соответствующим образом.

Машина не измеряет выходной сигнал, который является «чистота одежды», поэтому точность процесса, или успех стирки, будет зависеть от калибровки системы¹⁴.

Система управления с разомкнутым контуром плохо оборудована для обработки возмущений, которые будут уменьшены или уничтожены его способностью завершить требуемую задачу. Любая система управления работающая на временной основе, является с открытым контуром. Другим примером этого является светофоры.

Сложно осуществить управление с разомкнутым контуром в чистом виде в большинстве приложениях управления технологическими процессами. Сложность заключается трудности точного измерения возмущений и в предвидении всех возможных нарушений, к которым процесс может быть подвергнут.

Если используемые в модели входные измерения не идеально точные, в чистом виде данное управление будут накапливаться ошибки и в конечном счете, управление будет неадекватным.

Введение в регулирование соотношения

Регулирование соотношения, как следует из названия, является одной из форм управления с прогнозированием, которая имеет цель поддержания соотношения двух переменных при определенном значении.

Например, если требуется контролировать отношение двух переменных процесса X П.В. и Y П.В. переменная PV контролируется а не отдельных ЛВ (X П.В. и Y П.В.). Таким образом: Типичным примером этого является поддержание топлива коэффициентом избытка воздуха k в постоянной печи, независимо от того, поддержание или изменение температуры в печи. Это иногда известно как перекрестное ограничение управления (Рисунок 4.4). Цель состоит в том, чтобы поддерживать постоянную PV , несмотря на нарушения. Для достижения этой цели, блоки FF -контроль и F (контроль) должен изменить PV одним и тем же величина и сроки, но в противоположном направлении то, что нарушение было бы обойтись и без контроль. Тогда принцип предупредительного из компенсирующего возмущение выполнено¹⁵.

Цель:

¹⁴ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 92-93.

¹⁵ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 93-94.

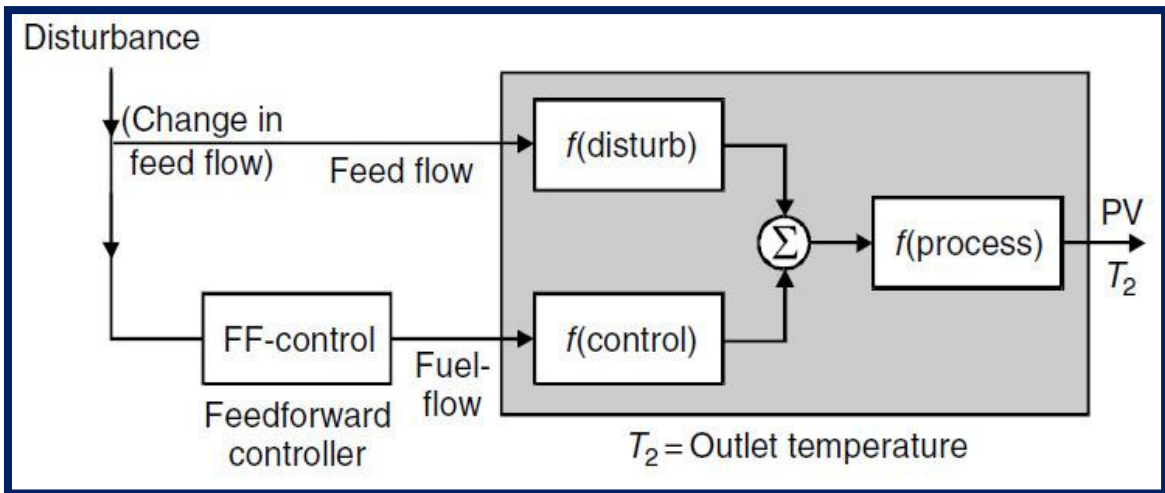


Рис. 2.4. Предуправление блок- схема

Система управления с обратной связью

В замкнутой системе управления, цель управления, ФВ, используется для определения управляющее воздействие. Понятие это показано на рисунке 2.5 и принцип показан на рис 2.6.

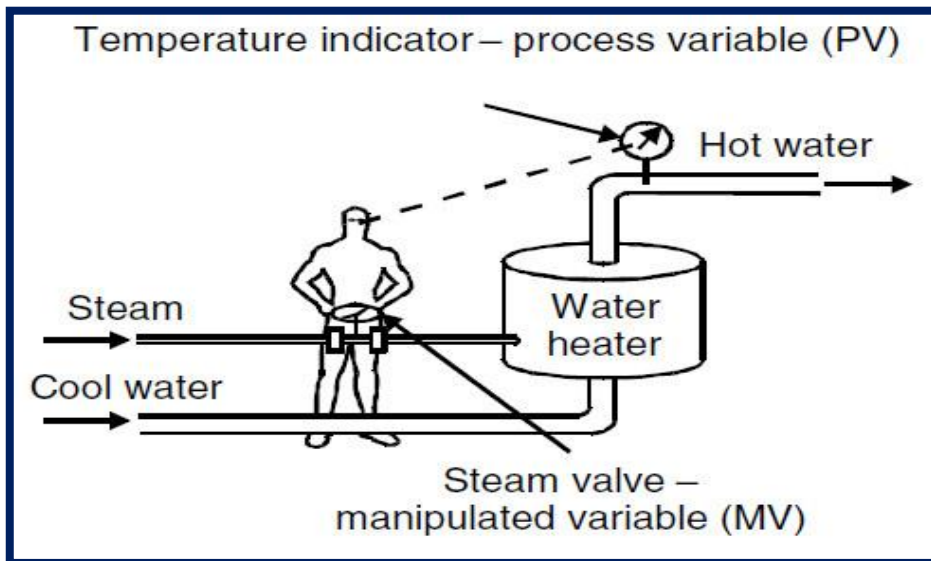


Рис. 2.5. Ручное управление с обратной связью

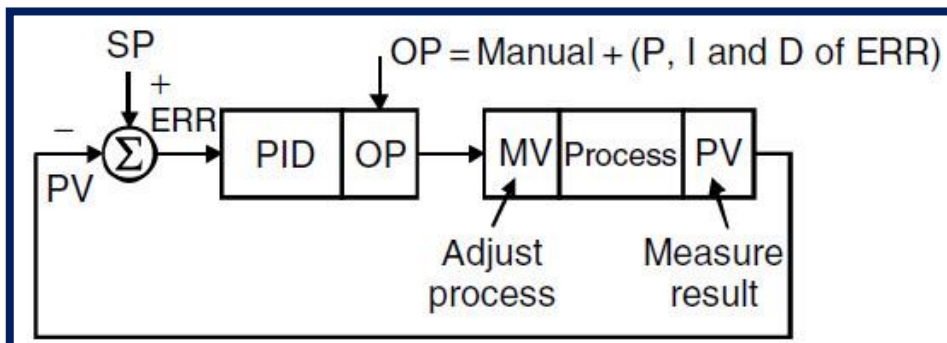


Рис. 2.6. Замкнутая блок- схема

Это также известно как управление с обратной связью и чаще используется, чем упреждением контроль. Замкнутый контур управления предназначен для достижения и поддержания желаемого процесса состояние путем сравнения его с требуемым условием, значение уставки (SP), чтобы получить значение ошибки (ERR).

Реверс или контроллеры прямого действия

Как корректирующие действия контроллера основан на времени магнитудой-в-ошибки (ERR), который является производным от любой SP- PV или PV- SP это не касается P, I или D функции контроллера, какой алгоритм используется, поскольку алгоритмы изменения только знак термина ошибки.

Однако; если мы ссылаемся на рисунке 2.7 (контроль уровня воды), который иллюстрирует контроллер, выполняя ту же функцию, но по-разному:

В случае, если один, мы манипулируем поток на *выходе* через V 2 для регулирования уровня в резервуаре; это *прямое* действие. Где, как PV увеличивается (заполнение бака) в ОП увеличивается (открытие выпускного клапана больше), чтобы слить бак быстрее.

В случае двух, мы контролируем *входной* поток через точку V1, чтобы контролировать уровень в баке, это *обратное* действие. Там, где по мере увеличения PV (заполнение резервуара) ОП уменьшается (закрывает впускного клапана больше), чтобы уменьшить скорость наполнения.

Изменения выходного сигнала регулятора, на ту же величину и знак, на основе полученного значение ошибки и знак.

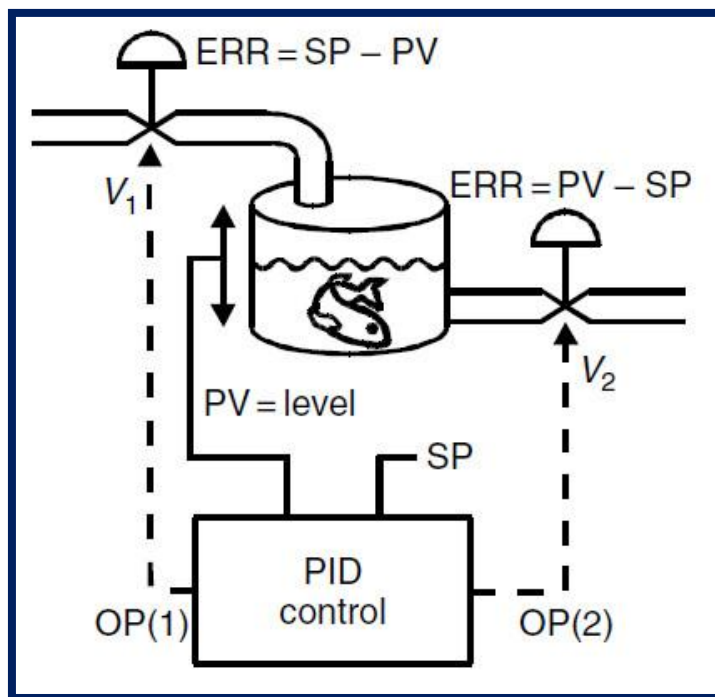


Рис. 2.7. Прямое и обратное действие контроллеры

Режимы управления в управлении с обратной связью

Большинство контроллеров замкнутого контура можно управлять с тремя режимами управления, либо в сочетании или отдельно. Эти режимы, пропорциональный (P), интеграл (I) и производное (D) обсуждаются в глубине в в следующей главе¹⁶.

Иллюстрация понятий открытой и замкнутой системы управления

Диаграммы на рисунках 2.4 и 2.6 иллюстрируют концепции открытого контура и замкнутого контура управления в системе водяного отопления.

- В открытом цикле, с возмущением, например, скорость потока пара изменяется в соответствии до температуры, поступающей в систему холодной воды. Оператор должен есть навыки, чтобы определить, какие изменения положения клапана будет достаточно чтобы довести холодную воду, выбрасываемый в систему до нужной температуры, когда он уходит из системы.

- В замкнутом контуре, например, обратной связи, скорость потока пара изменяется в соответствии с температура нагретой воды на выходе из системы. Оператор должен определить разницу между этим измерением и желанной температуры и изменения положения клапана, пока не будет устранена эта ошибка.

- Возможно, приведенный выше пример для ручного управления, но концепция идентична используемый в автоматическом управлении, что должно позволить большую точность управления.

Сочетание обратной связи и управления с прогнозированием

Преимущества управления с обратной связью являются его относительная простота и его потенциально Успешная работа в случае неизвестных возмущений. Управление с прогнозированием имеет Преимущество более быстрого реагирования на возмущения на входе, которое может привести к значительным экономия затрат в крупномасштабной операции.

¹⁶) Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 94-95.

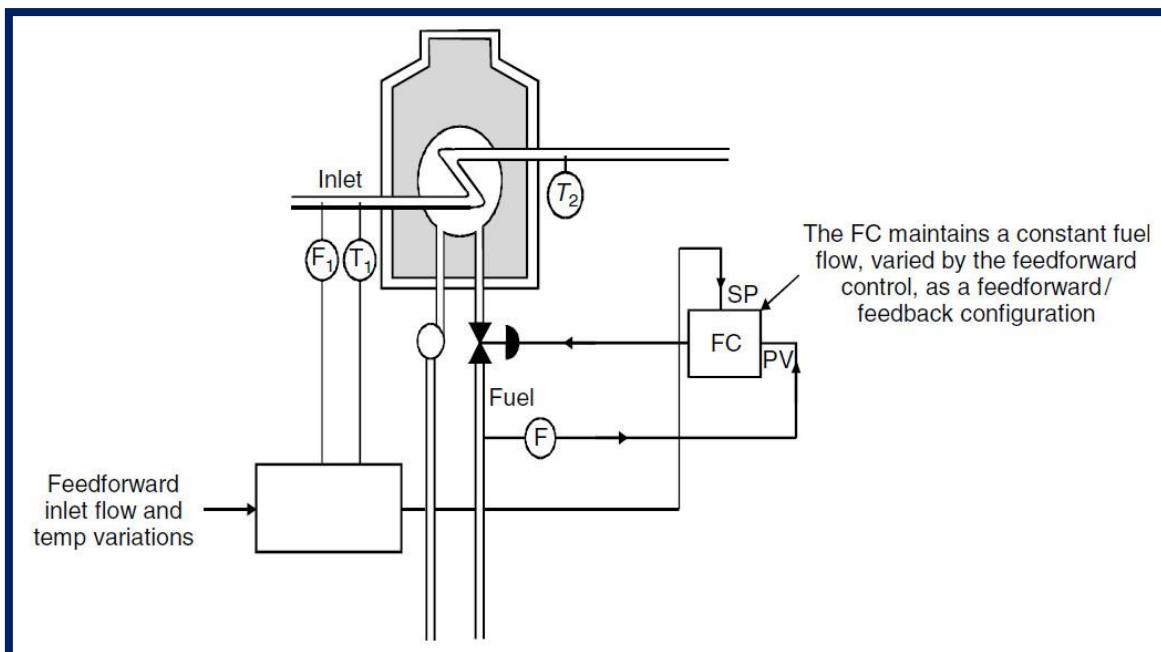


Рис. 2.8. Блок- схема прогнозированием и обратной комбинации

В общем, лучше всего управление производственным процессом может быть достигнуто за счет Сочетание открытых и закрытых элементов управления цикла. Если несовершенной модели с прогнозированием корректирует 90% расстроен, как это происходит, а остальные 10% корректируется смещения, формируемого контуром обратной связи, то компонент упреждением не нажат за его способностей, нагрузка на петли обратной связи уменьшается, и гораздо более жесткий контроль может быть достигнут.

2.3 Запаздывания (DeadTime процессы)

В процессах, связанных с движением масс, Deadtime является существенным фактором в динамика процесса. Это задержка реакции процесса после того, как некоторые переменная изменилась, в течение которых никакой информации не известно о новом состоянии процесса. Это может также известны как отставание транспортировки или времени задержки.

Deadtime является худшим врагом хорошего контроля, и все усилия должны быть направлены на свести его к минимуму. Все кривые отклика процесс сдвигаются вправо наличием DeadTime в процессе (рисунок 2.9). После того, как Deadtime прошло, процесс начинается отвечая с характерной скоростью, называется чувствительность процесса.

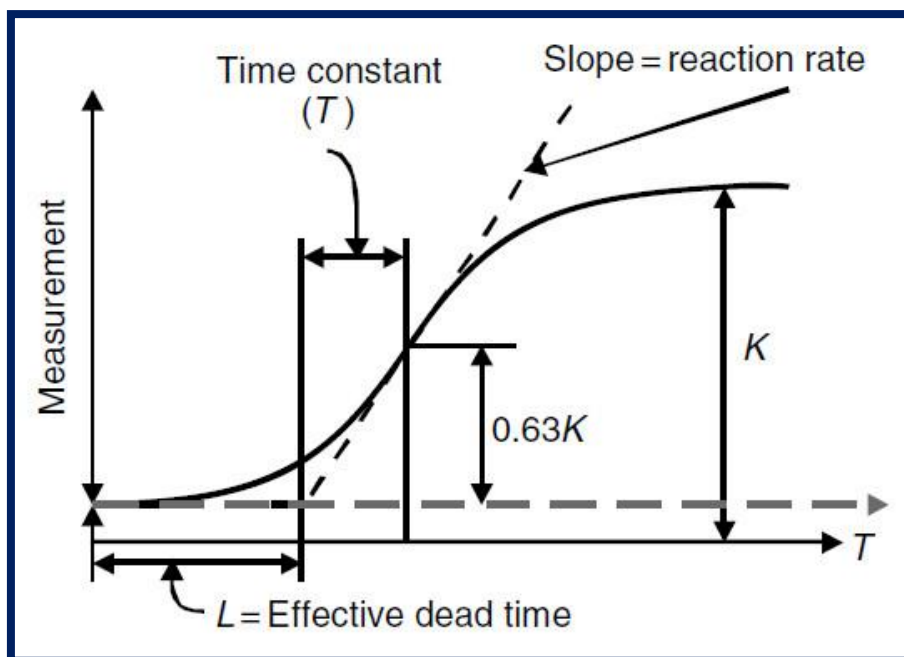


Рис. 2.9. Процесс реакции или кривая отклика, показывая как мертвое и постоянную времени

Уменьшение запаздывания

Цель хорошего управления является сведение к минимуму мертвое и свести к минимуму отношение к мертвую зону постоянная времени. Чем выше этот показатель, тем меньше вероятность того, что система управления будет работать должным образом.

Deadtime может быть уменьшен за счет сокращения транспортных задержек, которые могут быть выполнены с помощью увеличение скорости прокачки или перемешивания, уменьшая расстояние между измерительными инструмент и процесс, и т.д.

DeadTime воздействие на P, I и D и режимах выборки и удержания алгоритмы

Если природа процесса такова, что Deadtime петли превышает постоянную времени то традиционный PID (пропорционально-интегрально-дифференциальный) контроль вряд ли будет работать, и образец и удержания управления используется.

Форма контроля основана на предоставлении возможности контроллера так, что он может совершать периодические корректировки, а затем эффективно переключение вывода в режим удержания состояние и ждет процесс Deadtime, чтобы пройти до повторного включения контроллера вывод.

Алгоритмы, используемые идентичны нормальных управления производственным процессом, за исключением, что они доступны только в течение коротких периодов времени. Рисунок 4.10 иллюстрирует это действие.

Единственная проблема заключается в том, что контроллер имеет гораздо меньше времени, чтобы внести изменения, и поэтому он должен

делать их быстрее. Это означает, что интегральный параметр должен быть увеличен пропорционально уменьшению времени, когда цикл находится в автоматическом режиме.

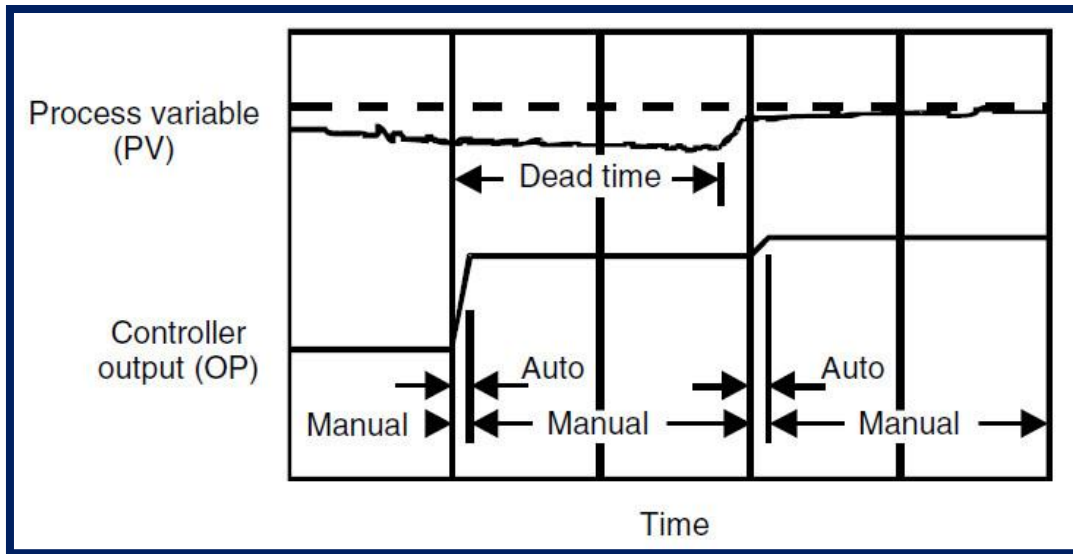


Рис. 2.10. Алгоритмы выборки и хранения используются, когда процесс доминируют крупные deadtimes

Динамический отклик процесса, как правило, можно охарактеризовать тремя параметрами: усиления процесса, Deadtime и задержки процесса (постоянная времени) (рис 2.11)¹⁷.

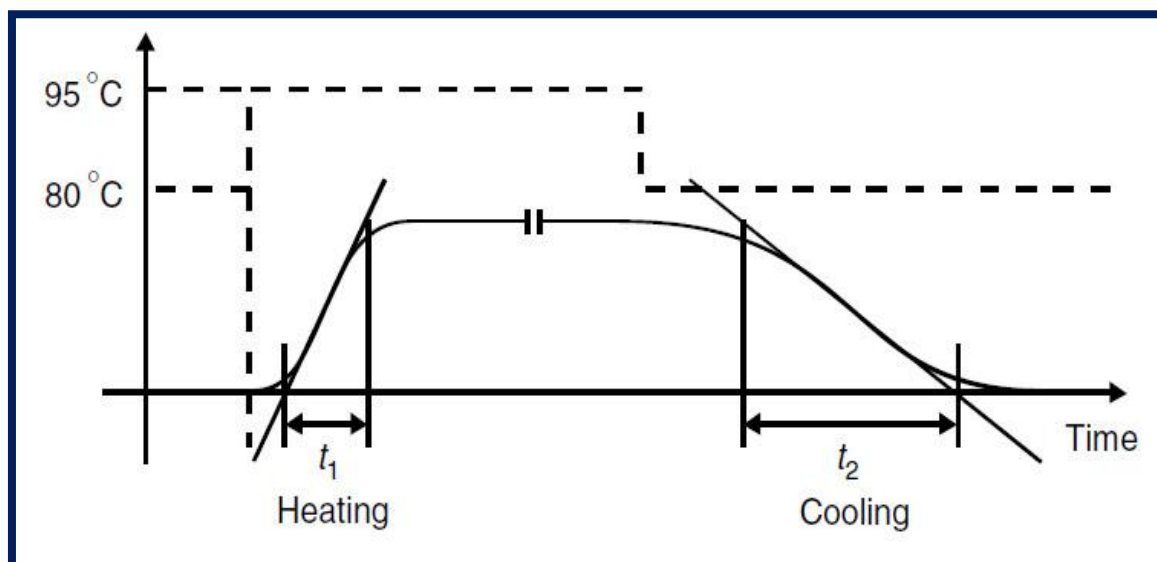


Рис. 2.11. Пример ответа процесса, связанного с ступенчатым изменением входной величины

¹⁷ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 97-98.

Усиления процесса реагирования

Коэффициент усиления процесса является отношение изменения в выходном сигнале (как только оно расположилось на новый устойчивое состояние) к изменению входного сигнала. Это отношение изменения в процессе переменная для изменения управляющей переменной. Он также упоминается как процесс чувствительность как это описывает степень, в которой процесс реагирует на вход.

Медленный процесс является одним с низким коэффициентом усиления, где она занимает много времени, чтобы вызвать небольшое изменение в MV . Примером этого является отопление дома, где она занимает много времени для тепла накапливаются, чтобы вызвать небольшое повышение комнатной температуры. Высокий регулятор усиления следует использовать для такого процесса.

Быстрый процесс имеет высокий коэффициент усиления, то есть увеличивается MV быстро. Это происходит в системах такие как процесс потока или процесса pH вблизи нейтрального, где только капелька реагент вызывают большое изменение pH . Для такого процесса, контроллер низкого усиления необходим.

Мёртвая зона

Мёртвая зона (Deadtime (L)) представляет собой задержку между управляющей переменной видоизменение, заметное изменение переменной процесса.

Deadtime существует в большинстве процессов, так как немногие, если таковые вообще имеются, реальные мировые события мгновенно. Простой пример это система горячей воды. Когда горячий кран включен будет некоторая задержка по времени в виде горячей воды из нагревателя движется вдоль трубы к крану.

Задержка процесса реагирования

Отставание процесс (T) вызывается по инерции системы и влияет на скорость, с которой переменная процесса реагирует на изменения управляющей переменной. Это эквивалентно постоянная времени.

В большинстве практических применений, имеется узкая полоса пропускания из- за механического трения или дуговых электрических контактов, через которые должны пройти ошибки перед включением воли происходят. Это может быть известно как мертвая зона, дифференциальный зазор или нейтральной зоне.

Размер мертвая зона, как правило, 0,5-2% от полного диапазона PV флуктуации, и опоясана заданное значение.

Когда PV находится в пределах мертвой зоны никаких действий управления не происходит, таким образом, его присутствие обычно желательно свести к минимуму цикличность процесса.

Одна из проблем, с двухпозиционным управлением является износ управляющего элемента. Это уменьшается с увеличением пропускной способности. Колебание процесса увеличивается, и, таким образом, частота переключения уменьшается¹⁸.

Контрольные вопросы:

1. Структура и классификация систем автоматизации.
2. Методы оптимизации и критерии оптимальности.
3. Оперативное управления.
4. Следящая система постоянного тока с пропорциональным управлением
5. Адаптивное управление.
6. Выбор усилителя. Назначение усилителей в системах автоматизации.

Использованные литературы:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.
2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 c.

¹⁸ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p. 98-99.

3-тема. Режимы работы систем управления процессом

План:

1. *Канонические формы уравнений.*
2. *Замкнутый контур или контроль за обратной связью*
3. *Введение в каскадный контроль*
4. *Определение преобразователей и датчиков*
5. *Краткий обзор восьми из наиболее основных типов распределительных клапанов*

Ключевые слова: Релейный контур, модуляция контура, разомкнутый контур, замкнутый контур, передаточная система управления, технологический процесс, измерение, состояния процесса, исполнительный механизм, блок-схема, регулирование, ручное управления, контроль, контроллер, внешние воздействие.

3.1 Канонические формы уравнений

Есть пять канонических форм контроля, доступного в управлении процессом:

1. Релейный.
2. Модуляция.
3. Разомкнутого контура.
4. Замкнутый контур.
5. Передаточная (Feedforward).

Релейный контроль. Самое основное понятие контроля- релейный контроль, как найдено в современной технике это- очень сырая форма контроля, который однако нужно рассмотреть как дешевое и эффективное средство контроля, если довольно большое колебание ошибок приемлемы.

Износ элемента управления (соленоидный клапан и т.д.) нуждается в специальном соображении. Поскольку полоса пропускания колебания объема плазмы увеличивается, частота переключения (и таким образом износ) уменьшений элемента управления.

Модуляция контроля

Если продукция диспетчера может переместиться через диапазон ценностей, у нас есть модуляция контроль. Подразумевается, что модуляция контроля имеет место в пределах определенного операционного диапазона (с верхним и более низким пределом) только. Модуляция контроля может использоваться и в системах управления разомкнутого и в замкнутого контура.

Контроль за разомкнутым контуром

Мы имеем контроль разомкнутого контура, если действие контроля (Выходной сигнал Диспетчера ОР) не является а функция

объема ПЛАЗМЫ или изменений груза. Контроль за разомкнутым контуром не самоисправляет, когда эти PVs дрейфуют.

Контроль (Feedforward)

Контроль Feedforward- форма контроля, основанного на предупреждении правильного, которым управляют переменные, необходимые, чтобы поставить необходимую переменную продукции. Это замечено как форма контроля за разомкнутым контуром, поскольку объем плазмы не используется непосредственно в действии контроля. В некоторых заявлениях feedforward управляющий сигнал добавлен к управляющему сигналу обратной связи вести милливольт ближе к его заключительной ценности. В других более продвинутых заявлениях контроля машинная модель процесса используется, чтобы вычислить необходимый милливольт, и это применено непосредственно к процессу как показано в рисунке 3.1.

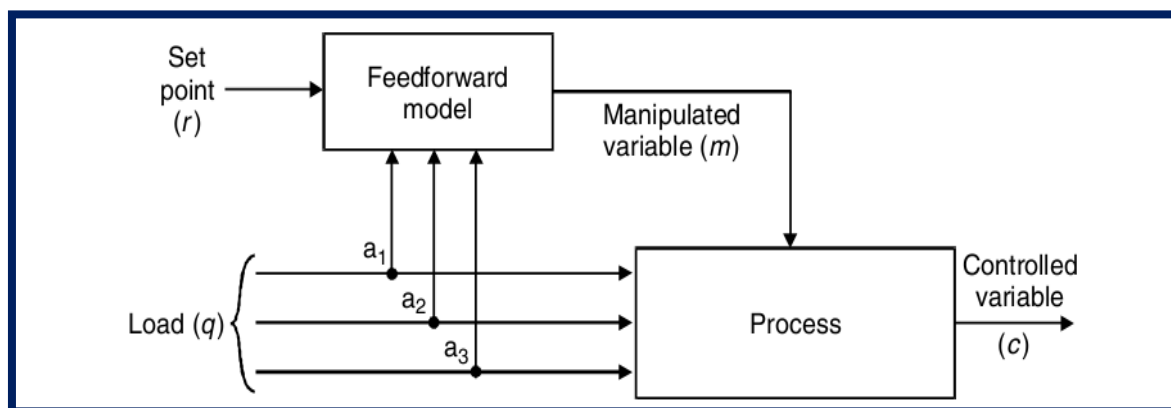


Рис. 3.1. Модель базировал feedforward систему управления

Например, типичное применение этого типа контроля состоит в том, чтобы включить это с обратной связью- или контроль за замкнутым контуром. Тогда имперфект feedforward контроль может исправить до 90 % расстройств, оставляя систему обратной связи, чтобы исправить 10%-оотклонение, оставленное feedforward компонентом.

3.2 Замкнутый контур или контроль за обратной связью

У нас есть система управления замкнутого контура, если ОБЪЕМ ПЛАЗМЫ, цель контроля, привык копределите действие контроля¹⁹. Принцип показывают в рисунке 3.2.

¹⁹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 27-28.

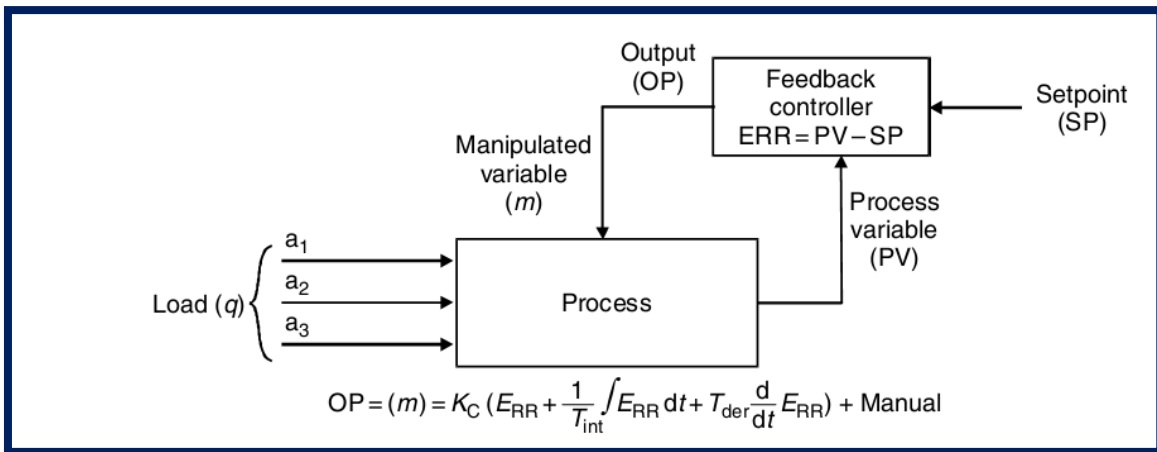


Рис. 3.2. Петля контроля за обратной связью

Диспетчер замкнутого контура и процесс получают вычисления В проектировании и устанавливании практические петли управления процессом, один из самых важных задачи состоит в том, чтобы установить истинные факторы, составляющие выгоду петли и затем вычислить выгоду.

Как правило, составные части всей петли будут состоять из минимума четырех функциональных пунктов:

3.3 Введение в каскадный контроль

Контроллеры, как говорят, 'в каскаде', когда продукция первого или основного диспетчера используемый, чтобы управлять SD другого или вторичного диспетчера. Когда два или больше диспетчера будут литься каскадом, каждому введут его собственное измерение или ОБЪЕМ ПЛАЗМЫ, но только у основного диспетчера могут быть независимая ИСПАНИЯ и только вторичное, или наиболее вниз- поток, у диспетчера есть продукция к процессу.

Каскадный контроль имеет большую ценность, где высокая эффективность необходима перед лицом случайных беспорядков, или где вторичная часть процесса содержит существенную временную задержку или имеет нелинейность.

Основные преимущества каскадного контроля- следующее:

- Беспорядки, происходящие во вторичной петле, исправлены вторичным

диспетчер прежде, чем они смогут затронуть предварительные выборы, или главный, переменный.

- Вторичный диспетчер может значительно уменьшить задержку фазы во вторичном

петля, таким образом улучшая скорость или ответ основной петли.

- Изменения выгоды из-за нелинейности в процессе или привода головок во вторичном

петля исправлена в пределах той петли.

- Вторичная петля позволяет точную манипуляцию потока массы или энергии основным диспетчером.

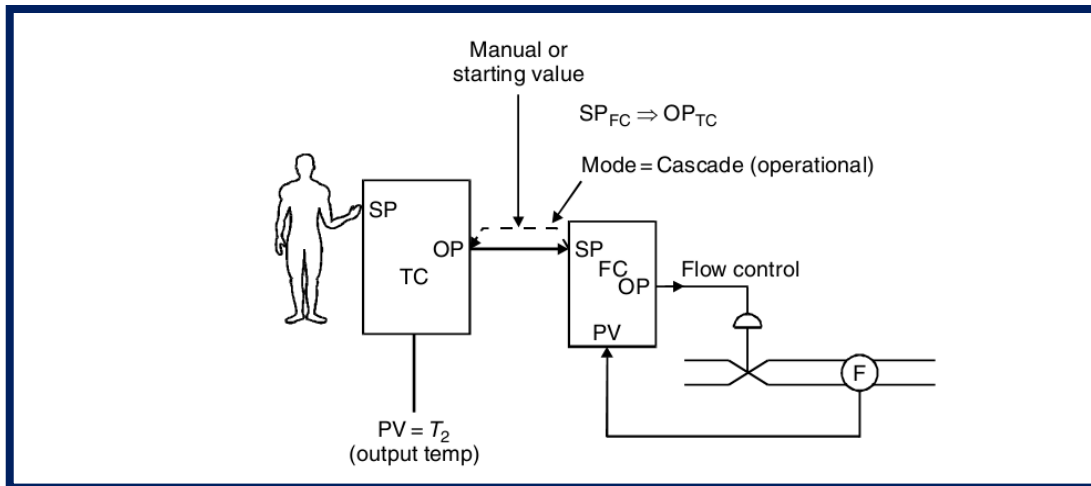


Рис. 3.3. показывает пример каскадного контроля, где основной диспетчер TC

3.4 Определение преобразователей и датчиков

Преобразователь- устройство, которое получает информацию в форме один или более физических количества и возвращает это в электрический выходной сигнал. Преобразователи состоят из двух принципиальных частей, основной элемент измерения, называемый датчиком, и единицей передатчика, ответственной за производство электрической продукции, у которой есть некоторые известные отношения к физическому измерению как основные компоненты.

В более сложных единицах может быть введен третий элемент, который является довольно часто базируемым микропроцессором. Это введено между датчиком и частью передатчика единицы и имеет среди других вещей, функции линеаризования и расположения преобразователь к необходимым эксплуатационным параметрам.

Распечатка общих взвешенных переменных

В порядке убывания частоты возникновения, контроля и управления переменными в системы управления процессом включают: Температуру, давление, расход, состав и уровень продукта.

Общие характеристики преобразователей

Все преобразователи, независимо от их требований измерения, показывают то же самое особенности, такие как диапазон, промежуток, и т.д. Эта секция объясняет и демонстрирует интерпретацию наиболее распространенной из этих особенностей.

Определение ошибки в управлении процессом

Ошибка означает ошибку или нарушение, и является различием между прекрасным измерением и что было фактически измерено в любом

пункте, время и руководство движения процесса в диапазоне измерения процесса²⁰.

Есть два типа точности, *статической* или *установившейся* точности и *динамической* точности.

1. *Статическая точность*- близость подхода к истинному значению переменнойкогда то истинное значение является постоянным.

2. *Динамическая точность*- близость подхода измерения когда истинное значение изменяется, помня, что задержка измерения происходит здесь, то есть к тому времени, когда на чтение измерения действовали, фактический физический взвешенный квант, возможно, хорошо изменился.

В дополнение к термину *точность* подмножество сроков появляется, эти являющиеся *точностью*, *чувствительность*, *разрешения*,*воспроизводимость* и *серийность*, у всех из которых есть отношения и ассоциация с термином *ошибка*.

Точность

Точность- точность, с которой повторенные измерения той же самой переменной могут быть сделанный при идентичных условиях.

В управлении процессом точность более важна чем точность, то есть обычно предпочтительно измерить переменную точно, чем у этого должна быть высокая степень абсолютной точности. Различие между этими двумя свойствами измерения иллюстрировано в рисунке 3.1. Используя жидкость как пример, расплющенная кривая представляет фактическую или реальную температуру. Верхнее измерение иллюстрирует точный, но неточный инструмент, в то время как более низкое измерение иллюстрирует неточный, но более точный инструмент. У первого инструмента есть большая ошибка, у последнего есть большой дрейф. (*Дрейф*: нежелательное изменение в продукции, чтобы ввести отношения в течение времени.)²¹.

²⁰ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 30-31.

²¹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 32-33.

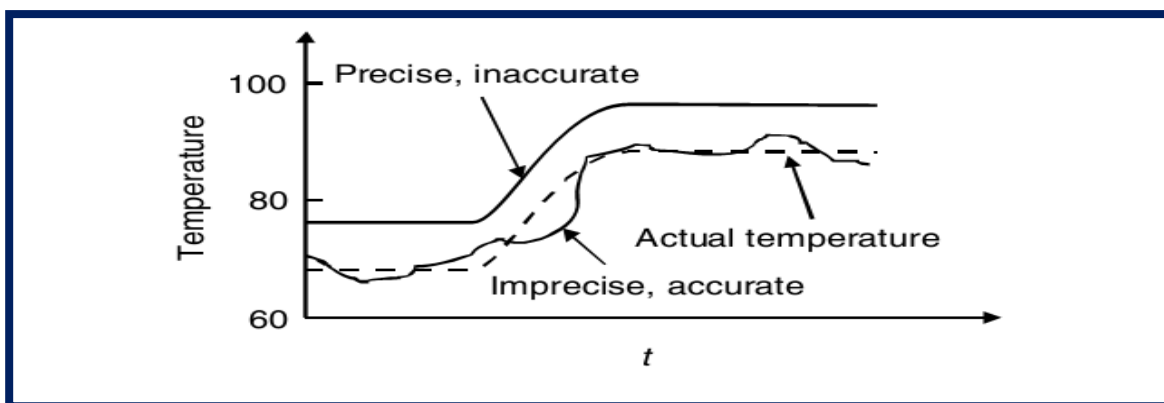


Рис. 3.4. Точность по отношению к типичному температурному измерению

Чувствительность

Вообще, чувствительность определена как количество изменения в выходном сигнале а передающий элемент преобразователя к указанному изменению во входной переменной, измеряемой, то есть это- отношение изменения выходного сигнала изменения во взвешенной переменной и является установившимся отношением или установившейся выгодой элемента. Так, чем больше изменение выходного сигнала от передатчика преобразователя для данного входного изменения, тем больше чувствительность имеющего размеры элемента.

Высокочувствительные устройства, такие как термисторы, может изменить сопротивление на целых 5% на °C, в то время как устройства с низкой чувствительностью, такие как термопары, может производить вывод напряжение, которое меняется всего на $5 \mu\text{V}$ ($5 \times 10^{-6} \text{V}$) в °C.

Второй вид чувствительности, важной для имеющих размеры систем, определен как самое маленькое изменение во взвешенной переменной, которая вызовет изменение в выходном сигнале элемента ощущения.

Во многих физических системах, особенно те, которые содержат рычаги, редактирования и механические детали, есть тенденция для этих движущихся частей, чтобы прикрепить и иметь некоторую свободную игру.

Результат этого состоит в том, что маленькие входные сигналы, возможно, не производят обнаружимого выходного сигнала. Чтобы достигнуть высокой чувствительности, инструменты должны быть хорошо разработаны и хорошо- построенный.

Воспроизводимость

Близость соглашения между многими последовательными измерениями продукции для той же самой ценности входа под идентичными эксплуатационными режимами, приближающимися от того же самого руководства для трансстихов полного спектра, обычно

выражается как воспроизводимость в проценте промежутка. Это не включает гистерезис.

Динамика датчика

Движущие силы процесса были обсуждены в Главе 1, и эти те же самые факторы будут относиться датчик, делающий это важным, чтобы получить понимание динамики датчика. Скорость ответа основного элемента измерения часто- один из наиболее важных факторов в операции диспетчера обратной связи. Поскольку управление процессом является непрерывным и динамичным, уровень, при котором диспетчер в состоянии обнаружить изменения в процессе, будет важен по отношению к полной операции системы.

Быстрые датчики позволяют диспетчеру функционировать своевременно, в то время как датчики с большими константами времени являются медленными и ухудшают полную операцию обратной связи. Из-за их влияния на ответ петли, динамические особенности датчиков нужно рассмотреть в их выборе и установке.

Выбор параметров устройства

Много факторов нужно рассмотреть перед определенным средством измерения процесса переменная (объем плазмы) может быть отобрана для особой петли:

- Нормальный диапазон, по которому объем плазмы может измениться, и если есть какие-либо крайности к этому
 - Точность, точность и чувствительность требуются для измерения
 - Динамика датчика требуется
 - Надежность, которая требуется
 - Вовлеченные затраты, включая установку и эксплуатационные расходы так же как затраты покупки
- Инсталляционные требования и проблемы, такие как размер и ограничения формы,
 - отдаленная передача, коррозионные жидкости, взрывчатые смеси, и т.д.

Методы шумоподавления

Некоторые из более общих методов для того, чтобы уменьшить или даже устранить электрически вызванный шум:

- *Использование передатчиков, то есть для термонар:* сигнал является более здравым к шуму по большим расстояниям. Как правило 4-20 миллиампер.
- *Огражденная/витая пара кабель:* Скручивание сделано, чтобы расцепить провода отвызванные потоки от изменения электрических и магнитных полей, которые могут существовать. Принцип скручивания-

то, что равные напряжения вызваны в каждой петле искривленных проводов, но противоположной фазы, которая заставляет их отменить.

- *Кругообороты AC-индуктивной-нагрузки:* Для AC-индуктивных-нагрузок, используйте должным образом номинального мова через груз параллельно с серийным демпфером дистанционного управления. Эффективный ёмкостно-резистивный кругооборот демпфера состоял бы из 0.1 μF конденсаторов подходящего номинального напряжения, и 47 W 0.5 резистора W.

- *Кругообороты DC-индуктивной-нагрузки:* Для DC-индуктивных-нагрузок, использования диода через груз эффективен, если полярность правильна. Использование ёмкостно-резистивного кругооборота демпфера может быть добавлено как повышение.

Линеаризация сигнала

Когда продукция устройства отвечает при пропорциональном уровне на изменения во входе, тогда устройство линейно и есть постоянная выгода (продукция/ вход) по полному спектру операции, и резолуция остается постоянной. Если ответ или реакция некоторого устройства в системе не линейно тогда, это, возможно, должно быть сделано линейным, потому что есть два основного проблемы, когда устройство не линейно:

1. Изменения выгоды
2. Изменение решения и точности.

В системе управления есть три способа составлять нелинейное оборудование:

1. Основное заявление на самой высокой выгоде
2. Измерьте выгоду в ряде вопросов
3. Измените выгоду как функцию переменной процесса.

Более простой способ преодолеть любую нелинейность состоит в том, чтобы линеаризовать сигнал передвычисления системы управления.

3.5 Краткий обзор восьми из наиболее основных типов распределительных клапанов

В большинстве систем управления процессом заключительный элемент контроля, который везет продукция обработайте контроллер, обычно некоторая форма клапана. Эта глава служит, чтобы представить студента восьми из наиболее распространенных типов распределительных клапанов, устройства удушения потока и основной диапазон приводов головок имели обыкновение управлять ими.

Различные типы рассматриваемых клапанов, запускающихся с краткого обзора и общего описания, типов и различий в пределах их произведенных диапазонов, размеров, проектируют давления и диапазоны

температуры и их серийность. Любые специальные признаки или использование, которое может иметь клапан, также описаны.

Шаровые клапаны

Краткий обзор ротационный шаровой клапан, который имел обыкновение рассматриваться как релейный клапан отключения, теперь используемый вполне экстенсивно в качестве устройства управления потоками. Некоторые из преимуществ включают ниже стоимость и вес, высокую пропускную способность, трудное отключение и безопасные от огня проекты. Шаровой клапан содержит сферический штепсель, который управляет потоком жидкости через корпус клапана. Шар и клапаны клетки близко к линейному с точки зрения процента потока или *резюме*к проценту вращения шара или основы. Три основных типа шарового клапана упомянуты ниже.

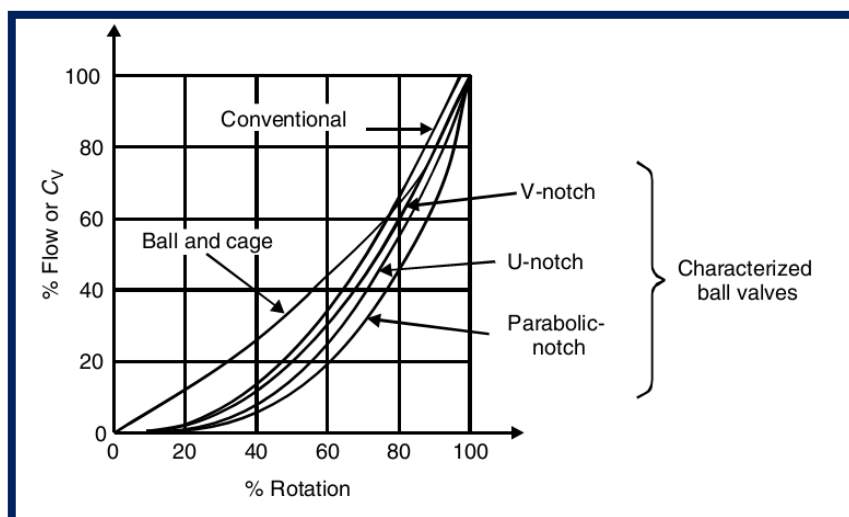
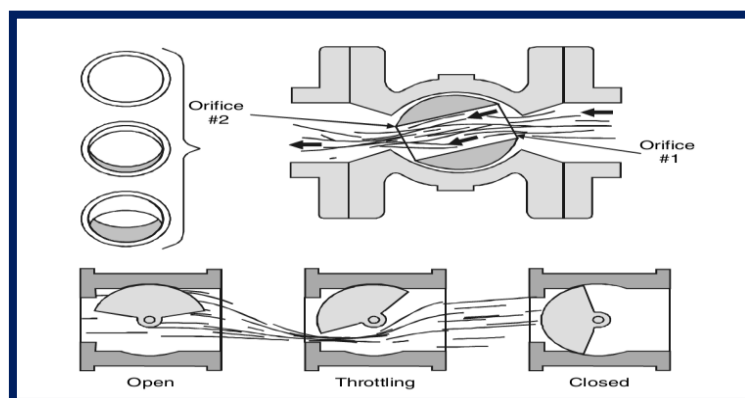


Рис. 3.5. Характеризуемый шаровой клапан с параболической меткой- почти равный процент, в то время как особенности шара и клетки ближе к линейному, когда использующийся на службе водоснабжения. На газовых услугах в критических скоростях характеризуемые линии шарового клапана придвигаются поближе к линейному

Клапаны-бабочки

Это- один из самых старых типов клапанов все еще в использовании, датирующемся с 1920-ых. Это действует как увлажнитель или как клапан дросселя в трубе и состоит из диска, включающего диаметральною ось²². Как шаровой клапан его вращение приведения в действие от полностью закрытого для полностью открытого является 90 °. Вследствие того, что диск может действовать как крыло в главном потоке потока, которым он управляет, забота должна быть осуществлена, чтобы гарантировать, что любое проистекающее увеличение вращающего момента может быть поглощено приводом головок контроля, используемым (рисунок 3.3).

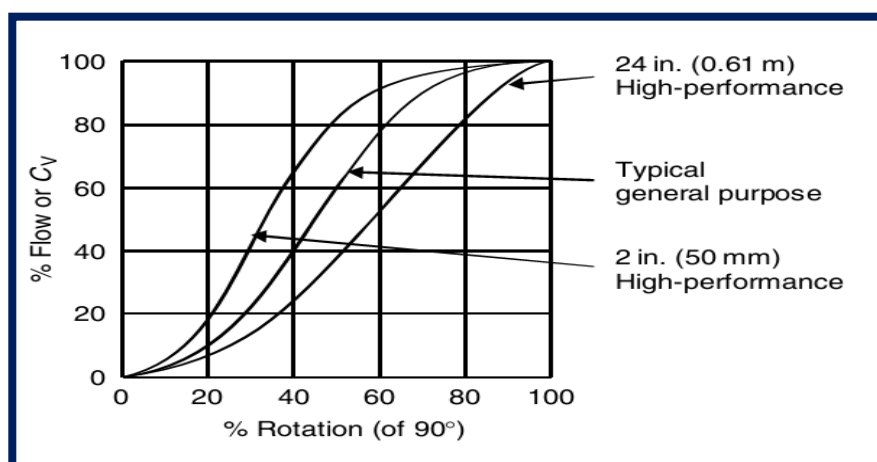
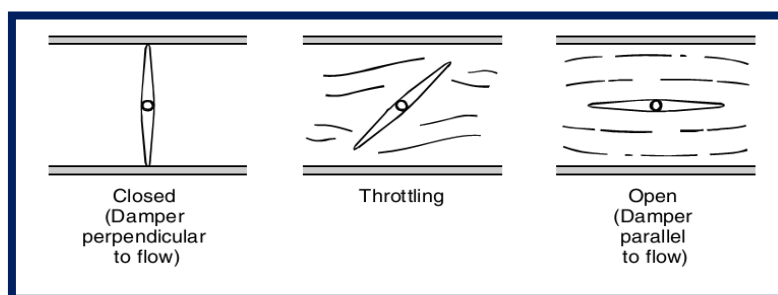


Рис. 3.6. Пластинчатые положения дроссельной заслонки

Цифровые клапаны

Цифровые клапаны включает группу элементов клапана, или порты, собранные в общее коллектор (рисунок 3.5). У каждого элемента есть двойные отношения с его соседом, что означает, что, начинаясь с самого маленького порта, следующий порт- дважды размер предыдущего. Главные преимущества этого типа клапана- своя высокая скорость, высокая точность и фактически неограниченная серийность. Их самое большое неудобство- их высокая стоимость.

²² Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 66-67.

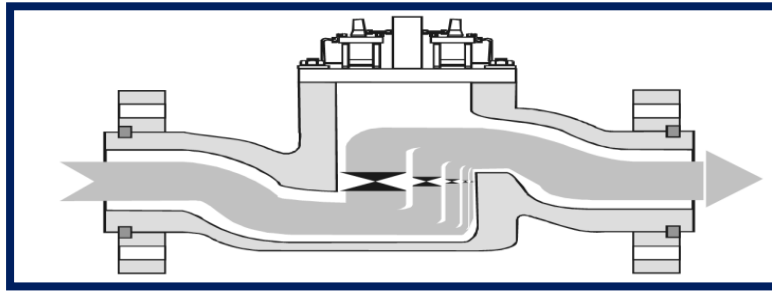


Рис. 3.6. В цифровом клапане

Клапаны диафрагмы Сондерса

Краткий обзор Сондерс или клапан диафрагмы иногда также упоминается как клапан плотины (рисунок 3.6). Этот клапан работает, перемещая гибкую диафрагму к или далеко от плотины. Этот клапан можно рассмотреть как половину клапана повышения, поскольку только одна диафрагма используется, перемещающийся относительно неподвижной плотины; из-за этого однако их особенности потока подобны. У нормального клапана Сондерса есть тело с секцией стороны в форме перевернутой формы U, с диафрагмой, закрывающей отверстие наверху. Тип полной скуки также доступен, у которого есть, когда полностью открытый, полностью округленная скука, которая является важной особенностью щетки шара, убирающей как требуется в заявлениях как пищевая промышленность. Нужно отметить, что механическое повреждение может произойти, открывая этот тип клапана против вакуума процесса²³.

Контрольные вопросы:

1. Определение устойчивости и построение переходного процесса релейной СС.
2. Адаптивное управление.
3. Средства ввода и вывода информации.
4. Выбор основных элементов следящей системы.
5. Структура и функции гибкого автоматизированного производства.

Использованные литературы:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.
2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 c.

²³ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 68-69.

4-ТЕМА. РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Автоматизация кожухотрубных теплообменников

На рисунке 4.1. приведена схема кожухотрубного теплообменника с неизменяющимся агрегатным состоянием веществ.

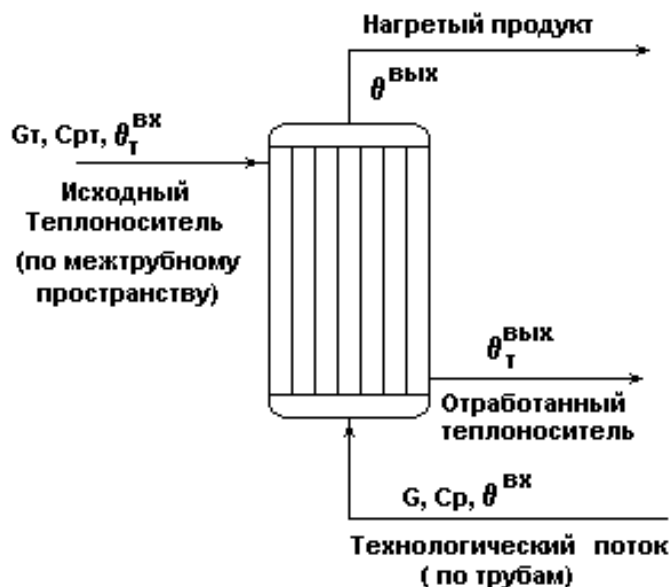


Рис.4.1. схема кожухотрубного теплообменника с неизменяющимся агрегатным состоянием веществ.

- **Технологический процесс:** нагревание технологического потока G до температуры $\theta^{\text{ВЫХ}}$ с помощью теплоносителя G_T с неизменяющимся агрегатным состоянием.
- **Показатель эффективности:** $\theta^{\text{ВЫХ}}$.
- **Цель управления:** поддержание $\theta^{\text{ВЫХ}} = \theta_{\text{зд}}$.

Математическое описание на основе физики процесса.

- Движение теплоносителей осуществляется противотоком при заданных θ_T^{BX} , $\theta_T^{\text{ВЫХ}}$, $\theta^{\text{ВЫХ}}$, θ^{BX} .

- Движущая сила процесса:
$$\Delta\theta_{\text{cp}} = \frac{\Delta\theta_{\text{н}} + \Delta\theta_{\text{к}}}{2} \quad (1)$$

где $\Delta\theta_{\text{н}} = \theta_T^{\text{BX}} - \theta^{\text{ВЫХ}}$, $\Delta\theta_{\text{к}} = \theta_T^{\text{ВЫХ}} - \theta^{\text{BX}}$.

- Тепловая нагрузка аппарата:
$$Q = K * F * \Delta\theta_{\text{cp}} \left(\frac{\text{ДЖ}}{\text{с}} \right)$$

(2)

- Q (дж/с) позволяет определить $G_T^{\text{эфф}}$ и $G^{\text{эфф}}$ на основе тепловых балансов:

$$Q = G_T * c_{pT} * (Q_T^{BX} - Q_T^{BЫX})$$

(3a);

$$G_T^{\text{эфф}} = \frac{Q}{c_{pT} * (Q_T^{BX} - Q_T^{BЫX})}$$

(3б);

$$Q = G * c_p * (Q^{BЫX} - Q^{BX})$$

(4a);

$$G^{\text{эфф}} = \frac{Q}{c_p * (Q^{BЫX} - Q^{BX})}$$

4б).

Эффективное время пребывания:

$$\tau_{\text{преб}}^{\text{эфф}} = \frac{\rho * V}{G^{\text{эфф}}} = T.$$

(5).

Математическое описание на основе теплового баланса.

Уравнение динамики:

$$\rho * V * c_p * \frac{d\theta^{BЫX}}{dt} = G_T * c_{pT} * (\theta_T^{BX} - \theta_T^{BЫX}) - G * c_p * (\theta^{BЫX} - \theta^{BX})$$

(6).

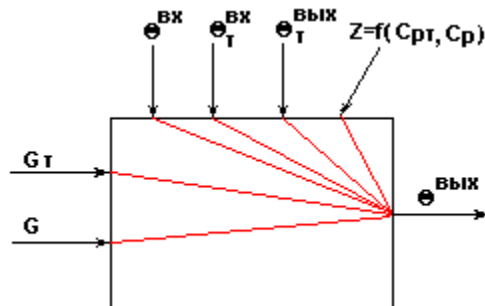
Уравнение статики при $\frac{d\theta^{BЫX}}{dt} = 0$:

$$G_T * c_{pT} * (\theta_T^{BX} - \theta_T^{BЫX}) = G * c_p * (\theta^{BЫX} - \theta^{BX})$$

(7)

На основании (6) и (7) можно принять: $\theta^{BЫX} = f(G_T, G)$.
.. (8).

Информационная схема объекта.



- Возможные управляющие воздействия: G , G_T .
- Возможные контролируемые возмущения: θ^{BX} , θ_T^{BX} , $\theta_T^{BЫX}$.
- Возможные неконтролируемые возмущения: c_p , c_{pT} .
- Возможная управляемая переменная: $\theta^{BЫX}$.

Анализ динамических характеристик объекта.

Уравнение динамики в нормализованном виде.

$$\begin{aligned} \rho * V * c_p * \frac{d\theta^{в\text{ых}}}{dt} + G * c_p * \theta^{в\text{ых}} = \\ = G_T * c_{pT} * (\theta_T^{в\text{х}} - \theta_T^{в\text{ых}}) + G * c_p * \theta^{в\text{х}} \end{aligned}$$

(9).

На основе этого уравнения динамики объект по каналу $G_T - \theta^{в\text{ых}}$ описывается математической моделью апериодического звена 1-го порядка:

$$W(p) = \frac{K_{об}}{T_{об} * p + 1}$$

(10),

$$\text{где: } T_{об} = \frac{\rho * V}{G^0}; \quad K_{об} = \frac{G_T^0 * c_{pT} * (\theta_T^{в\text{х}0} - \theta_T^{в\text{ых}0})}{G^0 * c_p * \theta^{в\text{ых}0}}.$$

Объект имеет транспортное запаздывание:

$$\tau_{тр} = \frac{\rho_T * V_{труб}}{G_T^{в\text{х}}} = \tau_{об}$$

(11),

где $V_{труб}$ - объем трубопровода от Р.О. до входа в аппарат.

Таким образом, в целом динамика объекта по каналу управления описывается математической моделью апериодического звена 1-го порядка с запаздыванием:

$$W(p) = \frac{K_{об}}{T_{об} * p + 1} * e^{-p * \tau_{об}}$$

(12).

Анализ статической характеристики объекта.

Из уравнения статики выразим $\theta^{в\text{ых}}$ в явном виде:

$$\theta^{в\text{ых}} = \frac{G_T * c_{pT} * (\theta_T^{в\text{х}} - \theta_T^{в\text{ых}})}{G * c_p} + \theta^{в\text{х}}$$

(13).

- Статическая характеристика линейна по каналам: $\theta^{в\text{х}}, \theta_T^{в\text{х}}, \theta_T^{в\text{ых}}, G_T - \theta^{в\text{ых}}$.
- Статическая характеристика нелинейна по каналу $G - \theta^{в\text{ых}}$.
- Статическую характеристику можно линеаризовать по отношению к G введением стабилизации соотношения расходов: $G_T = \gamma * G$, тогда получим:

$$\theta^{в\text{ых}} = \frac{\gamma * G * c_{pT} * (\theta_T^{в\text{х}} - \theta_T^{в\text{ых}})}{G * c_p} + \theta^{в\text{х}}$$

(14).

- Линеаризованное представление статической характеристики через разложение в ряд Тейлора:

$$\Delta\theta^{\text{ВЫХ}} = \left(\frac{\partial\theta^{\text{ВЫХ}}}{\partial G_{\text{T}}}\right)^0 * \Delta G_{\text{T}} + \left(\frac{\partial\theta^{\text{ВЫХ}}}{\partial G}\right)^0 * \Delta G + \left(\frac{\partial\theta^{\text{ВЫХ}}}{\partial\theta^{\text{ВХ}}}\right)^0 * \Delta\theta^{\text{ВХ}} +$$

$$+ \left(\frac{\partial\theta^{\text{ВЫХ}}}{\partial\theta_{\text{T}}^{\text{ВХ}}}\right)^0 * \Delta\theta_{\text{T}}^{\text{ВХ}} + \left(\frac{\partial\theta^{\text{ВЫХ}}}{\partial\theta_{\text{T}}^{\text{ВЫХ}}}\right)^0 * \Delta\theta_{\text{T}}^{\text{ВЫХ}}$$

(15).

- Линеаризованное представление приращения выходной переменной через приращения всех возможных входных переменных:

$$\Delta\theta^{\text{ВЫХ}} = K_1 * \Delta G_{\text{T}} + K_2 * \Delta G + K_3 * \Delta\theta^{\text{ВХ}} + K_4 * \Delta\theta_{\text{T}}^{\text{ВХ}} + K_5 * \Delta\theta_{\text{T}}^{\text{ВЫХ}}$$

(16).

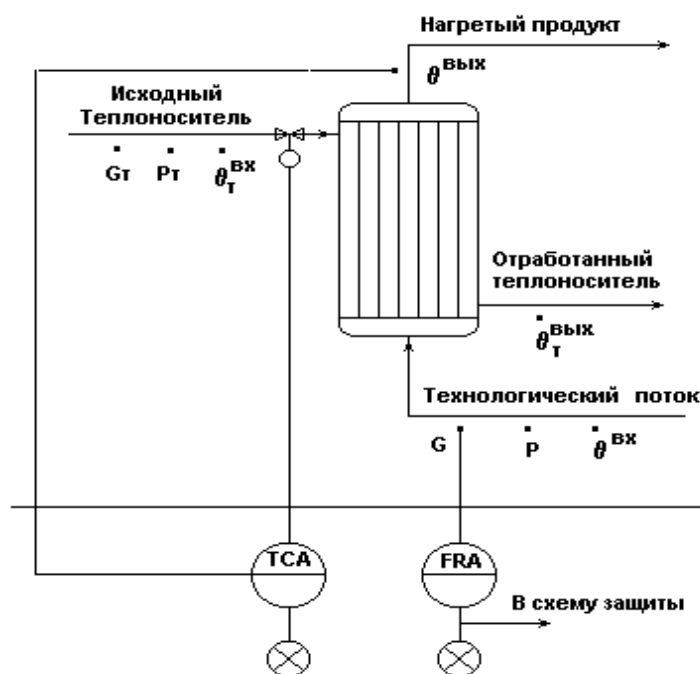


Рис.4.2. Типовая схема автоматизации кожухотрубного теплообменника.

Типовое решение автоматизации.

Типовое решение автоматизации кожухотрубных теплообменников включает в себя подсистемы регулирования, контроля, сигнализации и защиты.

1. Регулирование.

- Регулирование температуры $\theta^{\text{ВЫХ}}$ по подаче теплоносителя G_{T} - как показателя эффективности процесса нагревания в кожухотрубном теплообменнике.

2. Контроль.

- расходы - G_{T} , G ;
- температуры - $\theta_{\text{T}}^{\text{ВХ}}$, $\theta_{\text{T}}^{\text{ВЫХ}}$, $\theta^{\text{ВХ}}$, $\theta^{\text{ВЫХ}}$;

- давление - P_T, P .

3. Сигнализация.

- существенные отклонения $\theta^{в\text{ых}}$ от задания;
- резкое падение расхода технологического потока $G \downarrow$, при этом формируется сигнал «В схему защиты».

4. Система защиты.

По сигналу «В схему защиты» - отключается магистраль подачи теплоносителя G_T .

Схема парожидкостного теплообменника (с изменяющимся агрегатным состоянием теплоносителя).

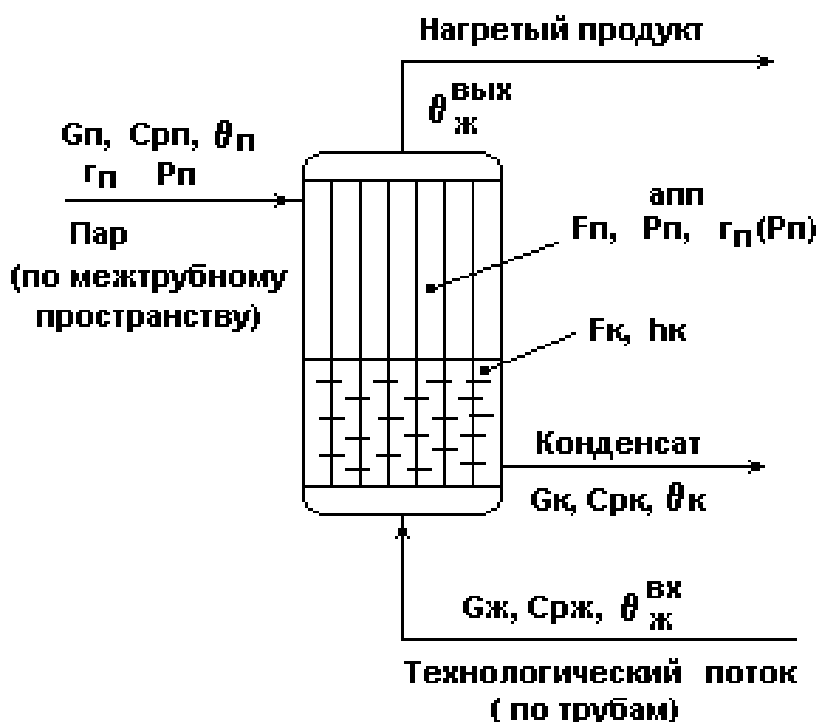


Рис.4.3.

- Технологический поток (нагреваемая жидкость) $G_{ж}$ подается по трубкам теплообменника.
- Теплоноситель с изменяющимся агрегатным состоянием (греющий пар) $G_{п}$ подается по межтрубному пространству.
- Показатель эффективности: $\theta_{ж}^{в\text{ых}}$.
- Цель управления: поддержание $\theta_{ж}^{в\text{ых}} = \theta_{ж}^{в\text{ых.зд}}$.

Математическое описание на основе физики процесса.

- Теплопередача от паровой фазы теплоносителя:

$$Q_{п} = K_{п} * F_{п} * \Delta\theta_{ср}^{п \rightarrow ж}$$

(1),

- Теплопередача от жидкой фазы теплоносителя:

$$Q_k = K_k * F_k * \Delta\theta_{cp}^{k \rightarrow ж}$$

(2),

где: Q_n, Q_k - количество тепла, передаваемое от паровой фазы и конденсата теплоносителя в единицу времени, дж/с;

K_n, K_k - коэффициенты теплопередачи для паровой фазы и конденсата теплоносителя, дж/(м²*К°*с);

F_n, F_k - поверхность теплопередачи для паровой фазы и конденсата теплоносителя, м²;

$\Delta\theta_{cp}^{n \rightarrow ж}, \Delta\theta_{cp}^{k \rightarrow ж}$ - средняя движущая сила при теплопередаче от паровой фазы к жидкому технологическому потоку и от конденсата к жидкому технологическому потоку.

- *Общая тепловая нагрузка* парожидкостного теплообменника:

$$Q = Q_n + Q_k$$

(3).

- Так как $K_n \gg K_k$, то интенсивность теплопередачи от паровой фазы значительно выше, чем от конденсата.
- Поэтому на величину Q влияет величина соотношения F_n / F_k , которая зависит от уровня конденсата:

$$\frac{F_n}{F_k} = f(h_k)$$

(4a).

где $F_k = f(h_k)$ и $F_n = f(H_{\text{труб}} - h_k)$

(4б).

- На основании (4a) общая тепловая нагрузка Q также будет зависеть от уровня конденсата h_k :

$$Q = f(h_k)$$

(4в),

- Q (дж/с) позволяет определить $G_n^{\text{эфф}}$ и $G_j^{\text{эфф}}$ на основе тепловых балансов:

$$Q = G_n * c_{pn} * \theta_n - G_k * c_{pk} * \theta_k$$

(5a);

$$G_n^{\text{эфф}} = \frac{Q + G_k * c_{pk} * \theta_k}{c_{pn} * \theta_n}$$

(5б);

$$Q = G_j * c_{pj} * (\theta_j^{\text{вх}} - \theta_j^{\text{вх}})$$

(6a);

$$G_j^{\text{эфф}} = \frac{Q(h_k)}{c_{pj} * (\theta_j^{\text{вх}} - \theta_j^{\text{вх}})}$$

(6б),

при $h_k = h_{\text{эфф}}$.

- Эффективное время пребывания:

$$\tau_{\text{преб}}^{\text{эфф}} = \frac{\rho_{\text{ж}} * V_{\text{ж}}}{G_{\text{ж}}^{\text{эфф}}} = T_{\text{об}}.$$

(7).

Тепловой баланс парожидкостного теплообменника.

Уравнение динамики:

Полагаем: пар перегретый и конденсат охлаждается $\theta_{\text{п}} > \theta_{\text{н}} > \theta_{\text{к}}$:

$$\rho_{\text{ж}} * V_{\text{ж}} * c_{\text{рж}} * \frac{d\theta_{\text{ж}}^{\text{ВВХ}}}{dt} = G_{\text{п}} * c_{\text{рп}} * (\theta_{\text{п}} - \theta_{\text{н}}) + G_{\text{п}} * r_{\text{п}} + G_{\text{к}} * c_{\text{рк}} * (\theta_{\text{н}} - \theta_{\text{к}}) + G_{\text{ж}} * c_{\text{рж}} * \theta_{\text{ж}}^{\text{ВХ}} - G_{\text{ж}} * c_{\text{рж}} * \theta_{\text{ж}}^{\text{ВВХ}}$$

(8).

Уравнение статики при $\frac{d\theta_{\text{ж}}^{\text{ВВХ}}}{dt} = 0$:

$$G_{\text{ж}} * c_{\text{рж}} * (\theta_{\text{ж}}^{\text{ВВХ}} - \theta_{\text{ж}}^{\text{ВХ}}) = G_{\text{п}} * c_{\text{рп}} * (\theta_{\text{п}} - \theta_{\text{н}}) + G_{\text{п}} * r_{\text{п}} + G_{\text{к}} * c_{\text{рк}} * (\theta_{\text{н}} - \theta_{\text{к}})$$

(9).

На основании (8) и (9) а также (6а) и (4в) можно записать:

$$\theta_{\text{ж}}^{\text{ВВХ}} = f(G_{\text{п}}, G_{\text{ж}}, \theta_{\text{п}}, \theta_{\text{к}}, \theta_{\text{ж}}^{\text{ВХ}}, r_{\text{п}}, h_{\text{к}}, c_{\text{рп}}).$$

(10),

где $r_{\text{п}} = f(P_{\text{п}})$, так как при $P_{\text{п}} \uparrow \theta_{\text{кип}} \uparrow \rightarrow r_{\text{п}} \downarrow$.

Материальный баланс по жидкой фазе для межтрубного пространства.

Уравнение динамики:

$$\rho_{\text{к}} * S_{\text{мтр}} * \frac{dh_{\text{к}}}{dt} = G_{\text{п}} - G_{\text{к}},$$

(11),

Уравнение статики при $\frac{dh_{\text{к}}}{dt} = 0$:

$$G_{\text{п}} = G_{\text{к}}$$

(12)

На основании (11) и (12) $h_{\text{к}} = f(G_{\text{п}}, G_{\text{к}})$ и предпочтительное управляющее воздействие – $G_{\text{к}}$.

Материальный баланс по паровой фазе для межтрубного пространства.

Уравнение динамики:

$$\frac{V_{\text{п}} * M_{\text{п}}}{R * \theta_{\text{п}}} * \frac{dP_{\text{п}}}{dt} = G_{\text{п}} - G_{\text{к}}$$

(14),

где $M_{\text{п}}$ - мольная масса паровой фазы теплоносителя, кг/моль;

$P_{\text{п}}$ - давление паровой фазы теплоносителя, Па;

$\theta_{\text{п}}$ - температура паровой фазы теплоносителя, К,

$V_{\text{п}}$ - объем паровой фазы теплоносителя, м³.

Уравнение статики при $\frac{dP_n}{dt} = 0$:

$$G_n = G_k$$

(15).

На основании (14) и (15) $P_n = f(G_n, G_k)$ и предпочтительное управляющее воздействие - G_n .

Информационная схема объекта.

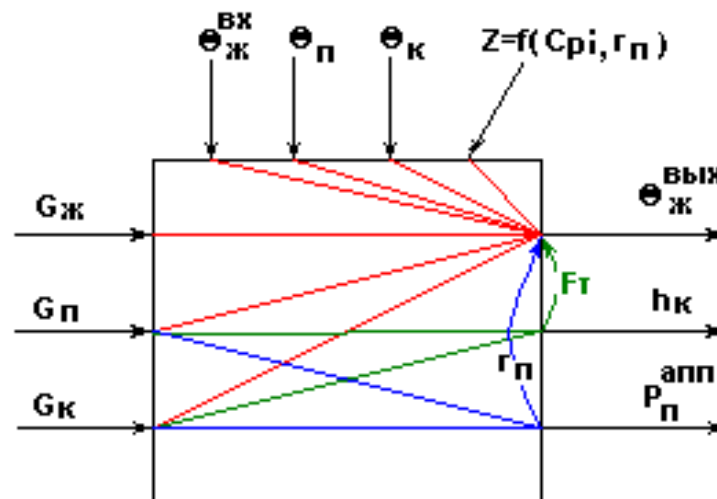


Рис.4.4.

- Возможные управляющие воздействия: $G_{ж}, G_n, G_k$.
- Возможные контролируемые возмущения: $\theta_{ж}^{вх}, \theta_n, \theta_k$.
- Возможные неконтролируемые возмущения: $c_{pi}, r_n(P_n)$.
- Возможные управляемые переменные: $\theta_{ж}^{вых}, h_k, P_n$.
- Наиболее эффективные каналы управления:

$$G_n - \theta_{ж}^{вых}; G_k - h; G_n - P_n.$$

Анализ динамических характеристик парожидкостного теплообменника как объекта управления температурой.

- **Исходные условия:** $\theta_n = \theta_n = \theta_k$ и $Q_n = r_n * G_n$.
- **Уравнение динамики в нормализованном виде.**

$$\begin{aligned} \rho_{ж} * V_{ж} * c_{рж} * \frac{d\theta_{ж}^{вых}}{dt} + G_{ж} * c_{рж} * \theta_{ж}^{вых} = \\ = G_n * r_n + G_{ж} * c_{рж} * \theta_{ж}^{вх} \end{aligned}$$

(17)

- На основе этого уравнения динамики объект по каналу $G_n - \theta_{ж}^{вых}$ описывается математической моделью апериодического звена 1-го порядка:

$$W(p) = \frac{K_{об}}{T_{об} * p + 1} \quad (18),$$

где: $T_{об} = \frac{\rho_{ж} * V_{ж}}{G_{ж}^0}$; $K_{об} = \frac{G_{п}^0 * r_{п}}{G_{ж}^0 * c_{рж} * \theta_{ж}^{вх0}}$.

- Объект имеет транспортное запаздывание:

$$\tau_{тр} = \frac{\rho_{п} * V_{труб}}{G_{п}^0} = \tau_{об}$$

(19),

где $V_{труб}$ - объем трубопровода подачи пара от Р.О. до входа в аппарат.

- Таким образом, в целом динамика объекта по каналу управления описывается математической моделью апериодического звена 1-го порядка с запаздыванием:

$$W(p) = \frac{K_{об}}{T_{об} * p + 1} * e^{-p * \tau_{об}}$$

(20).

Схема испарителя (кожухотрубного теплообменника с изменяющимся агрегатным состоянием теплоносителя и технологического потока).

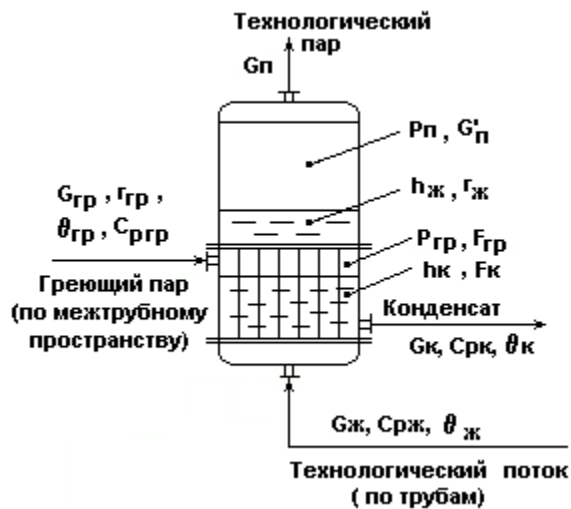


Рис.4.5.

Показатель эффективности: $h_{ж}$ - уровень жидкой фазы в трубах испарителя.

Цель управления: поддержание $h_{ж} = h_{ж}^{зд}$.

Математическое описание на основе физики процесса.

1. Общая тепловая нагрузка испарителя Q :

$$Q = Q_{гр} + Q_{к}$$

(1).

2. На основании уравнения теплопередачи можно записать:

$$Q_{гр} = f(F_{гр}) \quad \text{и} \quad Q_{к} = f(F_{к})$$

(2).

При теплопередаче от греющего пара и конденсата через трубки справедливы соотношения:

$$F_{гр} = f(H_{гр\text{уб}} - h_{к}) \quad \text{и} \quad F_{к} = f(h_{к})$$

(3).

3. Общая поверхность теплопередачи F_T при конденсации греющего пара определится как:

$$F_T = F_{п} + F_{к} \quad (4a),$$

и следовательно на основании (3) и (4a) можно записать:

$$F_T = f(h_{к})$$

(4б).

4. Определение $G_{гр}^{\text{эфф}}$ на основании теплового баланса по греющему пару:

$$Q = G_{гр} * c_{ргр} * \theta_{гр} - G_{к} * c_{рк} * \theta_{к} = G_{гр} * r_{гр}$$

(5a);

$$G_{гр}^{\text{эфф}} = \frac{Q + G_{к} * c_{рк} * \theta_{к}}{c_{ргр} * \theta_{гр}} = \frac{Q}{r_{гр}} \quad ..$$

(5б).

5. Определение $G_{ж}^{\text{эфф}}$ на основании теплового баланса по технологическому потоку:

$$Q = G_{ж} * c_{рж} * \theta_{ж}^{\text{вх}} - G_{п} * c_{рп} * \theta_{п}$$

(6a);

$$G_{ж}^{\text{эфф}} = \frac{Q + G_{п} * c_{рп} * \theta_{п}}{c_{рж} * \theta_{ж}^{\text{вх}}}.$$

(6б).

Выводы из математического описания физики процесса:

- Общая тепловая нагрузка, отдаваемая греющим паром зависит следующих его параметров:

$$Q = f\{G_{гр}, r_{гр}(P_{гр}), \theta_{гр}, F_T(h_{к})\}$$

(7).

- Общая тепловая нагрузка, получаемая технологическим потоком, определяет следующие его параметры:

$$P_{п} = f(Q) \quad \text{и} \quad r_{ж} = f(P_{п})$$

(8);

$$h_{ж} = f(Q)$$

(9).

Математическое описание на основе теплового и материальных балансов процесса.

Тепловой баланс испарителя.

Уравнение динамики:

В развернутом виде при условии $\theta_{гр} > \theta_{гр}^н > \theta_k$ и $\theta_{ж} < \theta_{н}^н = \theta_{н}$:

$$(M_{ж} * c_{рж} + M_{н} * c_{рн}) * \frac{d\theta}{dt} = G_{гр} * c_{ргр} * (\theta_{гр} - \theta_{гр}^н) + G_{гр} * r_{гр} +$$

$$+ G_k * c_{рк} * (\theta_{гр}^н - \theta_k) - G_{ж} * c_{рж} * (\theta_{н}^н - \theta_{ж}) - G_{ж} * r_{ж} - G_{н} * c_{рн} * \theta_{н}$$

(10а).

- т.е. тепло выделяется за счет охлаждения $G_{гр}$ от исходной температуры $\theta_{гр}$ до температуры насыщенного пара $\theta_{гр}^н$, конденсации пара и последующего охлаждения конденсата до θ_k .
- тепло расходуется на нагревание $G_{ж}$ до температуры $\theta_{н}^н$, испарение жидкости и отводится с образующейся паровой фазой.

В свернутом наиболее общем виде выражение (10а) преобразуется к виду:

$$(M_{ж} * c_{рж} + M_{н} * c_{рн}) * \frac{d\theta}{dt} = G_{гр} * c_{ргр} * \theta_{гр} -$$

$$- G_k * c_{рк} * \theta_k + G_{ж} * c_{рж} * \theta_{ж} - G_{н} * c_{рн} * \theta_{н}$$

(10б).

Уравнение статики при $\frac{d\theta_{ж}^{вых}}{dt} = 0$:

$$G_{ж} * c_{рж} * \theta_{ж} - G_{н} * c_{рн} * \theta_{н} = G_{гр} * c_{ргр} * \theta_{гр} - G_k * c_{рк} * \theta_k$$

(10в)

Выводы по тепловому балансу процесса:

- В целом температура в испарителе на основании выражений (8) и (9) зависит от следующих параметров процесса:

$$\theta = f \left\{ \begin{array}{l} G_{гр}(h_k), G_k(h_k), G_{ж}(h_{ж}), G_{н}(h_{ж}), \\ \theta_{гр}, \theta_k, \theta_{ж}, r_{гр}(P_{гр}), r_{ж}(P_{н}), c_{рi} \end{array} \right\}$$

(10г).

- Так как температура в испарителе у поверхности раздела фаз, т.е. в зоне испарения должна быть равна температуре кипения, то можно полагать:

$$\theta = \theta_{ж} = \theta_{н} = \theta_{кип},$$

а температура кипения зависит от давления паровой фазы в испарителе, т.е. при $P_{\text{п}} \uparrow \rightarrow \theta_{\text{кип}} \uparrow$ (при этом $\gamma_{\text{ж}} \downarrow$).

- Поэтому температура не может использоваться как показатель эффективности процесса испарения.
- Однако, на основании (6а, 6б) температура важна для обеспечения расчетной общей тепловой нагрузки Q в испарителе, т.е. теплового баланса в аппарате.
- Из выражения (10г) следует, что основными параметрами, характеризующими данный процесс, являются:
 - уровень $h_{\text{ж}}$ и давление $P_{\text{п}}$ технологического потока в испарителе;
 - уровень $h_{\text{к}}$ и давление $P_{\text{гр}}$ потока греющего пара в кипятильнике;

Материальный баланс по жидкой фазе в испарителе (для технологического потока)

- Уравнение динамики:

$$\rho_{\text{ж}} * S_{\text{амп}} * \frac{dh_{\text{ж}}}{dt} = G_{\text{ж}} - G_{\text{п}},$$

(11),

- Уравнение статики при $\frac{dh_{\text{ж}}}{dt} = 0$:

$$G_{\text{ж}} = G_{\text{п}}$$

(12).

- На основании (11) и (12) можно считать:

$$h_{\text{ж}} = f\{G_{\text{ж}}, G_{\text{п}} (G_{\text{гр}})\}.$$

(13),

- Предпочтительное управляющее воздействие $G_{\text{гр}}$.

Материальный баланс по жидкой фазе в кипятильнике (для конденсата греющего пара).

- Уравнение динамики:

$$\rho_{\text{к}} * S_{\text{мп}} * \frac{dh_{\text{к}}}{dt} = G_{\text{гр}} - G_{\text{к}},$$

(14),

- Уравнение статики при $\frac{dh_{\text{к}}}{dt} = 0$:

$$G_{\text{гр}} = G_{\text{к}}$$

(15).

- На основании (14) и (15) можно считать:

$$h_{\text{к}} = f(G_{\text{гр}}, G_{\text{к}}).$$

(16).

- *Предпочтительное управляющее воздействие является отбор конденсата G_k .*

**Материальный баланс по паровой фазе
для технологического потока в испарителе.**

- *Уравнение динамики:*

$$\frac{V_n * M_n}{R * \theta_n} * \frac{dP_n}{dt} = G_{ж} - G_n$$

(17),
где

M_n - мольная масса паровой фазы технологического потока, кг/моль;

P_n - давление паровой фазы технологического потока, Па;

θ_n - температура паровой фазы технологического потока, К,

V_n - объем паровой фазы технологического потока, м³.

- *Уравнение статики при $\frac{dP_n}{dt} = 0$:*

$$G_{ж} = G_n$$

(18).

- *На основании (17) и (18) можно считать:*

$$P_n = f(G_n, G_k)$$

(19),

Предпочтительное управляющее воздействие G_n .

Материальный баланс по паровой фазе для кипятильника.

- *Уравнение динамики:*

$$\frac{V_{гр} * M_{гр}}{R * \theta_{гр}} * \frac{dP_{гр}}{dt} = G_{гр} - G_k$$

(20),

где $M_{гр}$ - мольная масса паровой фазы греющего пара, кг/моль;

$P_{гр}$ - давление паровой фазы греющего пара, Па;

$\theta_{гр}$ - температура паровой фазы греющего пара, К,

$V_{гр}$ - объем паровой фазы греющего пара, м³.

- *Уравнение статики при $\frac{dP_{гр}}{dt} = 0$:*

$$G_{гр} = G_k$$

(21).

На основании (20) и (21) можно считать:

$$P_{гр} = f(G_{гр}, G_k)$$

(22).

Предпочтительное управляющее $G_{гр}$.

Информационная схема испарителя на основе материального баланса.

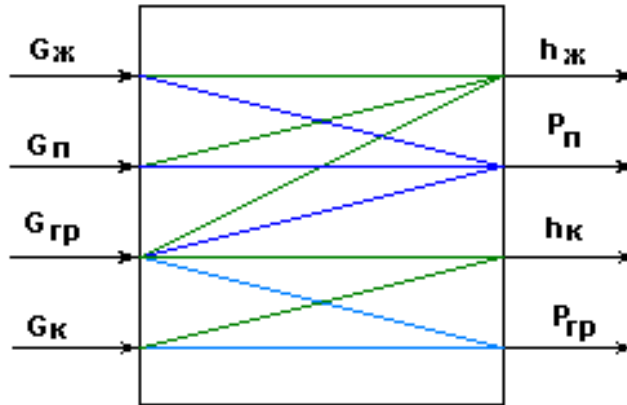


Рис.4.6.

- Возможные управляющие воздействия:
 $G_{ж}, G_{п}, G_{к}, G_{гр}$.
- Возможные управляемые переменные:
 $h_{ж}, h_{к}, P_{п}, P_{гр}$.

Информационная схема испарителя для типового решения автоматизации.

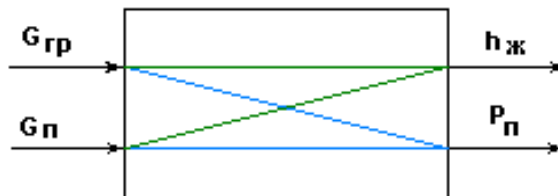


Рис.4.7.

- В типовом решении автоматизации испарителей объект рассматривают как односвязный для основных каналов управления рис.3.
- Однако, на основании схемы рис.3. объект можно рассматривать как многосвязный.
- *Многосвязность объекта* с позиций физики процесса можно объяснить следующим образом:
 - ☞ При $G_{п} \uparrow \rightarrow P_{п} \downarrow, h_{ж} \uparrow$; т.к. при $P_{п} \downarrow \rightarrow \theta_{кип} \downarrow, r_{ж} \uparrow$
 - ☞ При $G_{гр} \uparrow \rightarrow P_{п} \uparrow, h_{ж} \downarrow$; т.к. при $P_{п} \uparrow \rightarrow \theta_{кип} \uparrow, r_{ж} \downarrow$

Типовая схема автоматизации испарителей.

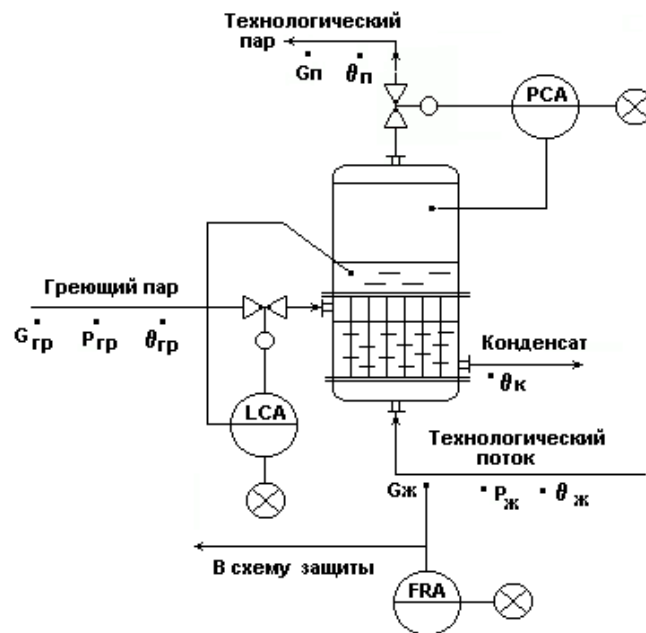


Рис.4.8.

Типовое решение автоматизации испарителей.

1. Регулирование.

- Регулирование уровня $h_{ж}$ по подаче греющего пара $G_{гр}$ - как показателя эффективности процесса нагрева в испарителе.
- Регулирование давления $P_{п}$ по отбору паровой фазы из испарителя - для обеспечения материального баланса по паровой фазе и стабилизации $r_{ж}=f(P_{п})$.

2. Контроль.

- расходы - $G_{гр}, G_{п}, G_{ж}$;
- температуры - $\theta_{гр}, \theta_{к}, \theta_{ж}, \theta_{п}$;
- давление - $P_{гр}, P_{ж}, P_{п}$;
- уровень - $h_{ж}$

3. Сигнализация.

- существенные отклонения $h_{ж}$ и $P_{п}$ от заданий;
- резкое падение расхода технологического потока $G_{ж}$, при этом формируется сигнал «В схему защиты».

4. Система защиты.

По сигналу «В схему защиты» - отключаются магистрали подачи греющего пара $G_{гр}$ и отбора пара для технологических нужд.

Контрольные вопросы:

1. Построение систем автоматического контроля.
2. Подсистемы ввода и вывода информации.
3. Показатели качества системы управления подвижными объектами.
4. Выбор основных элементов следящей системы.
5. Средства ввода и вывода информации.
6. Тенденция развития систем автоматизации.
7. Методы повышения качества автоматизации систем.
8. Технические средства АСУТП. Связь УВМ с объектом.
Структура и функции гибкого автоматизированного производства

Использованные литературы:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.
2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 с.

IV. МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

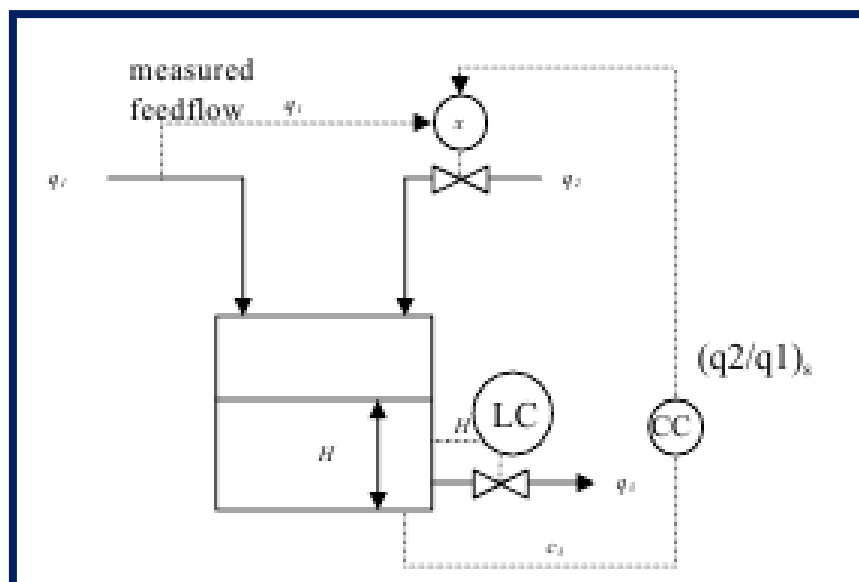
1-практическое занятие:

Управления технологическими процессами

Цель работы: Изучения автоматического регулирование уровня

Постановка задачи: Автоматизировать объект регулирование уровня

- 1) Манипулирование переменных (входы): q_2, q_3 ;
- 2) Контролируемые переменные (выходы): c_3, H (уровень);
- 3) Основное нарушение: неуправляемые воздействия: q_1 ,
неуправляемые незначительные воздействия: c_1 ;
- 4) Измеряемые параметры: (q_1, c_1)



Матричное отображение процесса (от входов к выходам)

	q_2	q_3
c_3	-	0
H	+	-

Обратите внимание, что q_3 не оказывает никакого влияния на c_3 .²⁴

3) Структуры управления

а.) управление с обратной связью

В данном случае довольно очевидно, так как единственный вход (управляющая переменная), что влияет на c_3 , это q_2 . Поэтому мы контролируем концентрацию c_3 путем манипулирования потоком q_2 . Уровень H затем, управляется с помощью q_3 . Таким образом, мы имеем следующие циклы обратной связи

$$q_2 \leftrightarrow c_3$$

$$q_3 \leftrightarrow H$$

Поскольку измерение c_3 идет медленно, мы ожидаем, что медленное регулирование неудовлетворительное для качества управления.

б) контроль прямой связью

Основное возмущение q_1 в этом измерении использует прямой контроль. Это позволяет нам противодействовать воздействию, прежде чем он достигнет максимума процесса и поэтому обеспечивает более быстрое управление.

Цель состоит в том, чтобы поддерживать константу c_3 , что соответствует поддержанию постоянной q_2/q_1 .

Таким образом

²⁴ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (ст. 268)

1. Создайте модель системы для управления (а,б)
1. Рассчитайте параметры регулятора в среде MATLAB
2. Определите стабильность системы.

Контрольные вопросы:

1. Датчики. Классификация и основные характеристики.
2. Определение реле. Статическая характеристика реле.
3. Электронное реле времени.
4. Сельсины. Режимы работы.
5. Назначение управляемого выпрямителя.

Использованные литературы:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.
2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 с.
3. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: Darslik. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.-576 b.

2-практическое занятие:

Основные принципы управления технологическими процессами

Цель работы: Применения режимов работы систем управления.

Постановка задачи: Регулировать основных параметров производства.

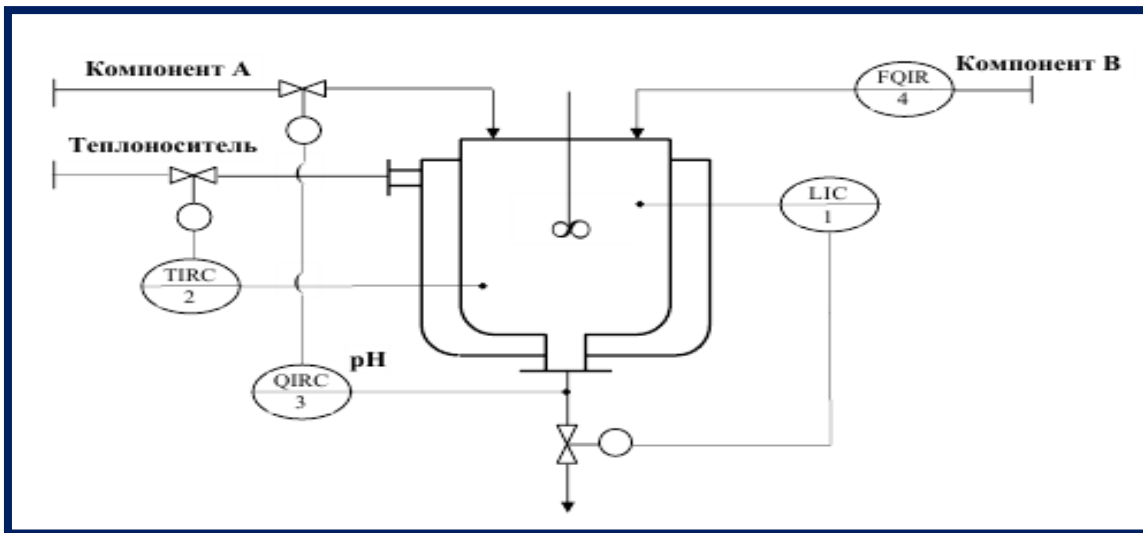
В емкостном аппарате непрерывного действия с мешалкой и рубашкой происходит смешивание двух потоков (компонент А, компонент

В). Смешение должно происходить при температуре 65 °С для чего в рубашку аппарата подается теплоноситель. Готовый продукт, рН которого должен находится в границах $5,5 \pm 0,5$ ед. рН, отбирается снизу аппарата.

Предусмотрено:

- регулирование уровня раствора в аппарате $1 \pm 0,1$ м за счет изменения продукта из аппарата (контур 1);
- регулирование температуры в аппарате 65 ± 3 °С за счет изменения подачи теплоносителя в рубашку (контур 2);
- регулирование рН продукта $5,5 \pm 0,5$ ед. рН за счет изменения подачи компонента А (контур 3);
- контроль суммарного расхода компонента В на аппарат (контур 4).²⁵

²⁵ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (ст. 260)



Емкостной аппарат с мешалкой

Перечень контролируемых и регулируемых параметров для системы автоматизации емкостного аппарата

Таблица 1

№	Наименование параметра, место отбора измерительного импульса	Заданное значение параметра, допустимые отклонения	Отображение информации				Регулирование	Наименование регулирующего воздействия, место установки регулирующего органа. Условный проход трубопровода	Характеристика среды в местах установки			
			показание	регистрация	суммирование	сигнализация			датчиков		регулирующих органов	
									агрессивная	пожаро- и взрывоопасная	агрессивная	пожаро- и взрывоопасная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Уровень раствора в аппарате	$1 \pm 0,1$ м	+	-	-	-	+	Изменение отбора раствора из аппарата	да	нет	нет	нет
2	Температура раствора в аппарате	$65 \pm 3^\circ$ С	+	+	-	-	+	Изменение подачи теплоносителя в рубашку	да	нет	нет	нет
3	рН готового продукта	$5,5 \pm 0,5$ ед рН	+	+	-	-	+	Изменение подачи компонента А	да	нет	нет	нет
4	Расход компонента В на аппарат	$2 + 2,5$ м ³ /ч	+	+	+	-	-	-	нет	нет	-	-

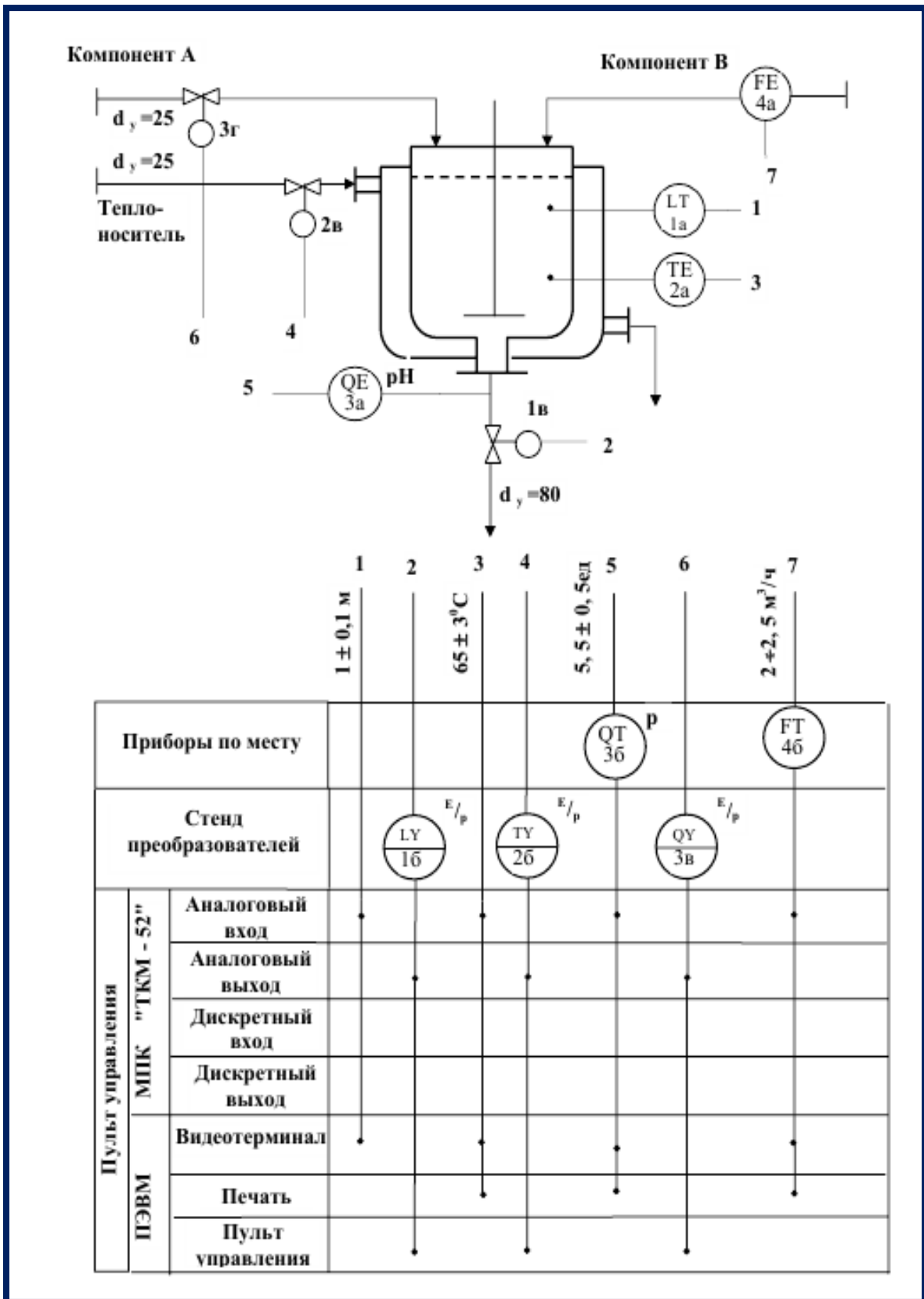


Рис. 22. Схема автоматизации емкостного аппарата

Таблица 2

Но- мер пози- ции	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип прибора	Ко- личе- ство	Приме- чание
Технологический контроллер моноблочный ТКМ – 52 , работающий совместно с ПЭВМ				
1а	Датчик для измерения гидростатического давления, выход токовый унифицированный	Метран -100 ДГ	1	
2а	Датчик температуры	ТСП Метран 205	1	
3а	Датчик рН - метра	ДМ – 5М	1	
3б	Промышленный измерительный преобразователь	рН - 4120	1	
1б, 2б, 3в	Электропневмопреобразователь	ЭП - 1324	3	
1в, 2в, 3г	Клапан регулирующий с пневматическим исполнительным механизмом, нормально закрытый	25 нж 50 нж (НЗ)	3	

Контрольные вопросы:

1. Назначение преобразователя частоты.
 2. Операционный усилитель. Реализация сложения и интегрирования.
 3. Логические элементы “ИЛИ”, “И”, “НЕ”, “ИЛИ - НЕ”, “И - НЕ”.
 4. Основные логические операции. Законы де Моргана.
 5. Конструирование логических управляющих устройств на основе логических выражений. Привести примеры конструирования.
 6. Получение логических функций по заданным таблицам истинности.
- Пример.
6. Система автоматического регулирования угловой скорости электродвигателя постоянного тока.

Использованные литературы:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.
2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 c.
3. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: Darslik. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.-576 b.

3-практическое занятие: Режимы работы систем управления процессом

Цель работы: Применения режимов работы систем управления.

Постановка задачи: Регулировать основных параметров производства.

Реактор нейтрализации сульфобутилолеата водным раствором аммиака (периодического действия)

Процесс протекает в три стадии (рис. 1). 1 стадия: загрузка 1636 кг воды (1 контур), включается мешалка; загрузка 772 кг раствора аммиака (2 контур); создание вакуума (3 контур); загрузка 2697 кг сульфомассы (4 контур). 2 стадия: перемешивание в течении 10 минут; температура при перемешивании (50 ч 55 °С) регулируется за счет изменения подачи хладоагента (7 контур); контроль (0 ч 5 м) уровня (8 контур); измерение рН смеси (6 контур), при достижении 6,5 ед. рН процесс заканчивается. 3 стадия: выгрузка. Составить обзор современных счетчиков – расходомеров на жидкие среды.²⁶

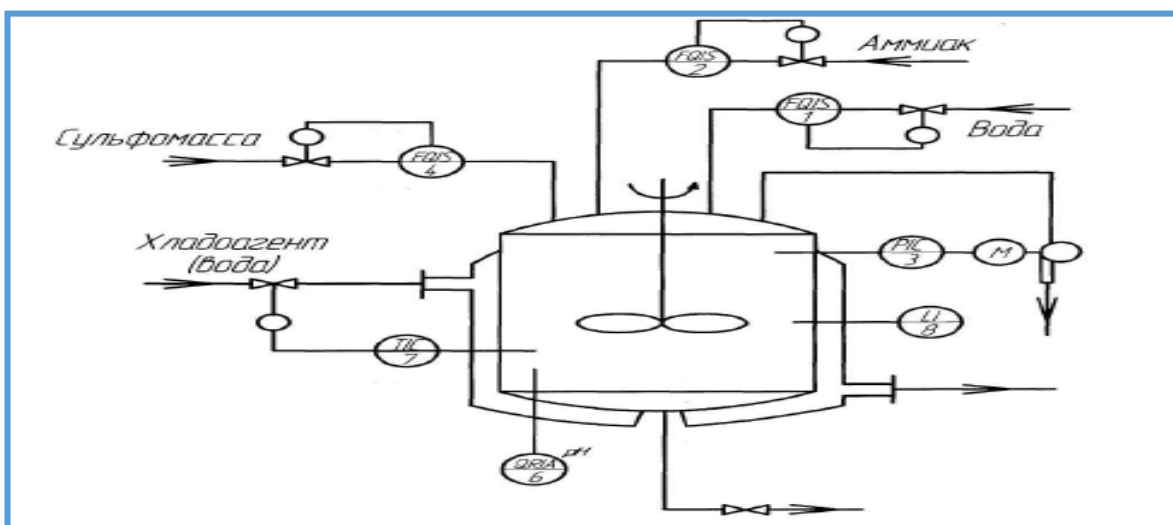


Рис. 1. Реактор нейтрализации

²⁶ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (стр. 275)

Задание 1

Режимы устойчивости и управления закрытых цепей

Предусмотрено (рис. 2):

- регулирование температуры расплавленного битума перед поступлением в смеситель ($157 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) за счет управления обогреваемым кабелем (1 контур);
- регулирование и контроль скорости движения шнека (0 ч 10 м/мин) за счет управления двигателем – М1 шнека (2 контур);
- контроль уровня сыпучего материала (0 ч 1 м) в бункере (3 контур).

Составить обзор современных датчиков, контролирующих линейную скорость движения (для шнеков, транспортеров и т.д.).

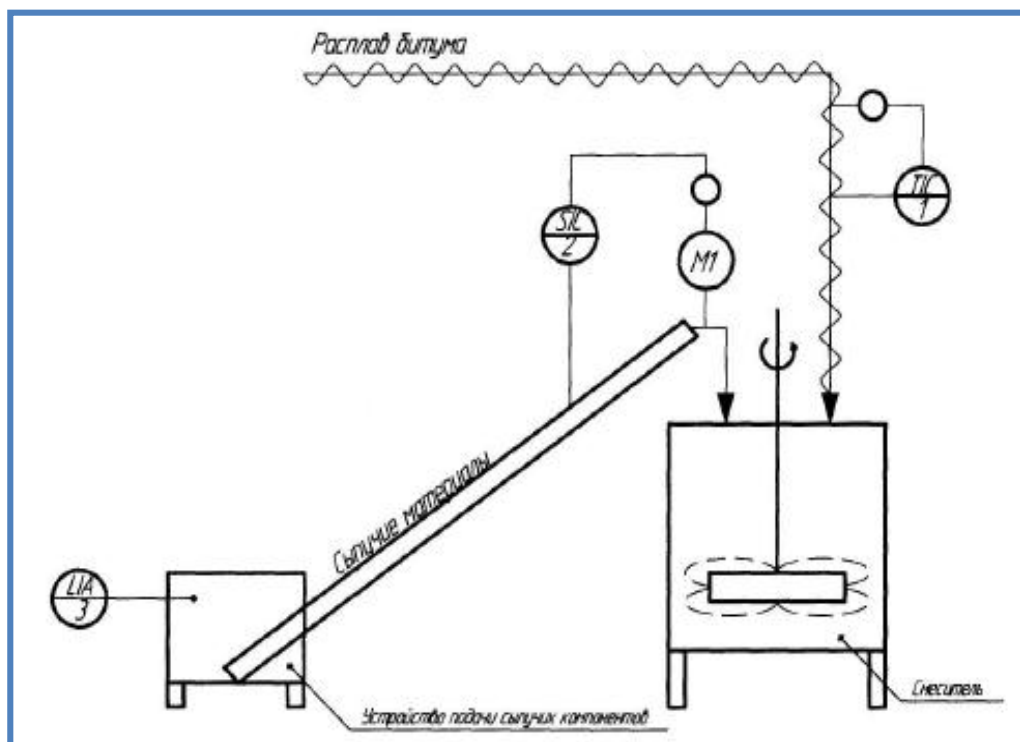


Рис. 2. Процесс получения материала ВИЗОМАТ

Контрольные вопросы:

1. Задачи автоматизации компрессорных установок.
2. Параметры, контролируемые в компрессорной установке.
3. Последовательность действий, выполняемая аппаратурой автоматизации при автоматическом пуске и остановке компрессора.
4. Функциональная схема системы автоматического регулирования давления компрессорной станции. Назначение отрицательной обратной связи по давлению.
5. Процесс бурения как объект автоматического управления. Методы нахождения целевой функции.

6. Система автоматического управления процессом бурения на базе управляющей ЭВМ.

Использованная литература:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.
2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 c.
3. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: Darslik. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.-576

4-практическое занятие: Цифровые принципы контроля

Цель работы: Формирования навыков регулирования **цифровых принципов контроля**

Постановка задачи: Регулирование основных параметров производства.

Топочно-горелочное устройство

Природный газ (рис. 4) после ГРУ – газораспределительного устройства поступает в топку, на горелочное устройство, где смешивается с воздухом в пропорции 1:14. Так же в топку поступает поток воздуха для нагрева до 800 °С; а затем этот воздух поступает в аппарат БГС (сушильный барабан) для сушки аммофосной пульпы.

Предусмотрено: регулирование соотношения газ: воздух на горение в пропорции 1:14 (1 контур); контроль расхода воздуха 0 ч 9800 м³/час (2 контур); контроль расхода газа 0 ч 700 м³/час (3 контур); отсечка подачи газа при отклонении давления разрежения на выходе нагретого воздуха от регламентных значений- 39 ч- 176 Па (4 контур); регулирование температуры в топке 800 ± 10 °С за счет изменения подачи газа (5 контур); контроль за температурой газа 0 ч 40 °С (6 контур); контроль за давлением газа 588 ч 32000 Па (7 контур); регулирование расхода воздуха на нагрев 15000 ± 50 м³/час (8 контур).

Составить обзор современных датчиков давления разрежения.

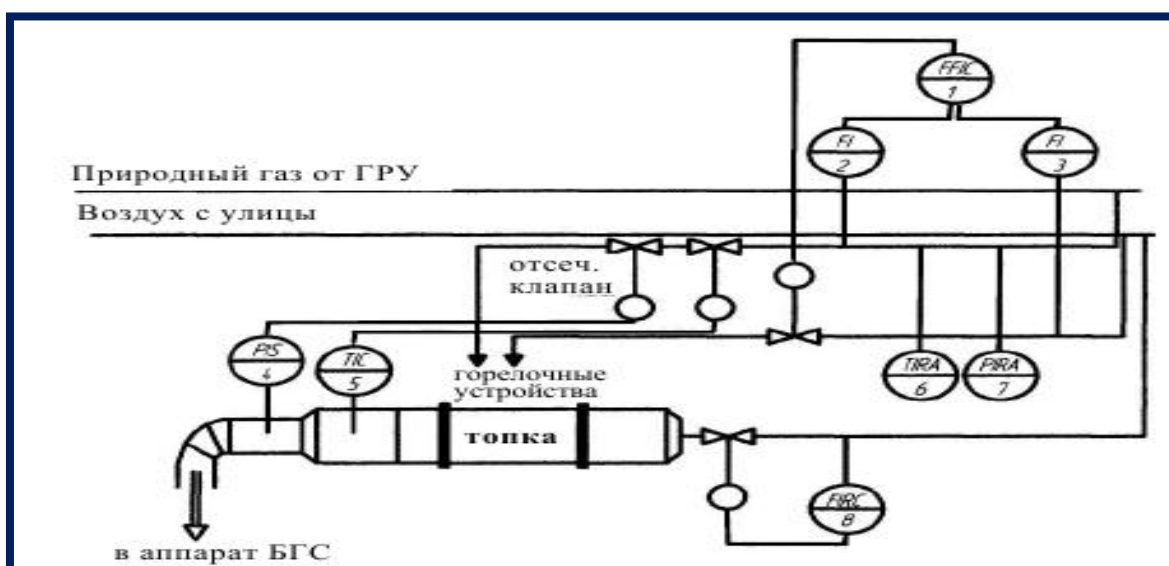


Рис. 4. Топочно-горелочное устройство

занятие №1

1. По уравнению состояния

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix},$$

описывающему многомерную

систему, определить характеристическое уравнение системы.

Ответ:

$$s^2 + s + 1 = 0.$$

2. По уравнению состояния

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -\frac{1}{3} & -3 & -4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{2}{3} \\ 0 \\ \frac{4}{3} \end{bmatrix} \cdot u,$$

описывающему многомерную

систему, определить характеристическое уравнение системы.²⁷

Ответ:

$$s^3 + 4\frac{1}{3}s^2 + 4\frac{1}{3}s + 1 = 0.$$

3. По уравнению состояния

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix},$$

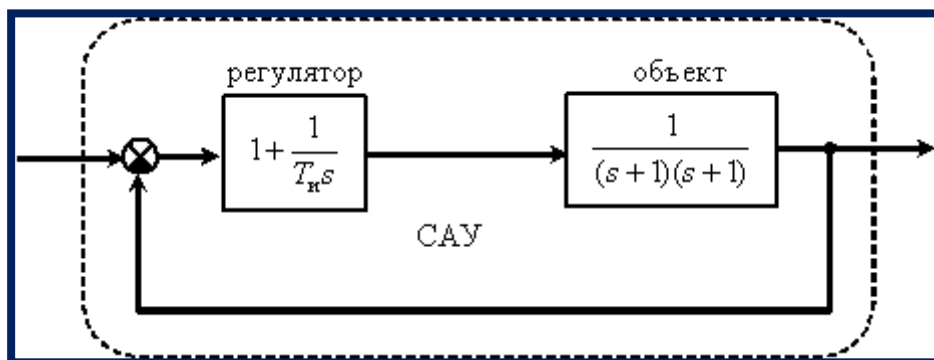
описывающему многомерную

систему, определить матрицу передаточных функций системы.

Ответ:

$$\begin{bmatrix} 0 & \frac{s+1}{s^2+s+1} \\ \frac{s}{s^2+s+1} & 0 \end{bmatrix}.$$

4. Определите параметр регулятора системы управления, обеспечивающий минимум квадратичной оценки



Ответ:

Параметр пропорционально-интегрального регулятора $T_n = 1$ с.

²⁷ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (стр. 274)

Контрольные вопросы:

1. Структурные схемы. Правила преобразования структурных схем. Передаточные функции замкнутой системы.
2. Понятие о характеристическом уравнении системы. Методы нахождения характеристического уравнения замкнутой системы автоматического управления.
3. Понятие устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных систем автоматического управления.
4. Понятие о точности систем автоматического управления. Статические и астатические системы.
5. Показатели качества переходных процессов.
6. Последовательность действий, выполняемая системой автоматического пуска водоотливной установки.
7. Функциональные схемы систем автоматического управления скоростью подъемного сосуда. Назначение отрицательной обратной связи по скорости подъемного сосуда.

Использованные литературы:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.
2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 c.
3. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: Darslik. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.-576 b.

V. БАНК КЕЙСОВ

Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления

Вид кейса научно-исследовательский кейс

Тип кейса исследовательский кейс

Ситуация. По окончании 3 курса студенты направляются на производственную практику, получив индивидуальное задание по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления». Это задание увязывается с темой курсового проекта по данной дисциплине, выполняемое студентами на 4 курсе.

Вопрос: Ваше видение деятельности предприятия в ракурсе изучения дисциплины «Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления»: Какие технологические процессы реализуются на предприятии? Какое электрооборудование при этом используются? Где предусмотрен автоматический режим работы электрооборудования?

Задание 1: Охарактеризуйте технологический процесс, производимый на данном предприятии в соответствии с выбранным индивидуальным заданием и обосновав выбор темы курсового проекта. Создайте презентацию, отразив в ней все стороны задания, представьте ее на занятии дисциплины «Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления» при распределении тем курсовых проектов.

На первом этапе задания, на одном из последних занятий по дисциплине (3 курс) преподаватель предлагает студентам примерный перечень тем курсовых проектов. Этот список содержит укрупненные объекты сельскохозяйственного назначения, например: свиноводческий комплекс; животноводческая ферма; птицефабрика; элеватор и т.п., т.е. предполагается выполнения множества технологических процессов на одном объекте. В зависимости от места практики, где студенты проходят практику организуются группы студентов. Преподаватель фиксирует студентов в каждой группе, выдает задание студентам на практику в соответствии с деятельностью с/х предприятия. Студентам дается задание составить перечень частые проблемы в работе электрооборудования для каждой группы: т.к. материал охватывает весь курс дисциплины, то студенты могут обращаться к конспекту лекций. После обсуждения и выявления «слабых» мест в схемах управления электрооборудования соответствующего технологического процесса, каждая группа представляет и защищает свою работу (дискуссия). С учетом предложений других групп составляется карта задания на производственную практику, результатом которого будет индивидуальная презентация студента, которая отражается в дневнике по практике в разделе «индивидуальное задание» и составляется карта критерием оценки задания.

На втором этапе выполнения задания – одно из первых занятий по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления» (4 курс) по окончании производственной практике студенты каждой группы, выбрав одну из презентаций, или объединив несколько, представляют выполнения задания, полученного на 3 курсе. Форма занятия – круглый стол с приглашением представителей производства. Каждой группе выставляется рейтинговая оценка в соответствии с критериями: самооценка, оценка каждой группы, оценка преподавателя, оценка представителей производства (работодателей).

Методические рекомендации к кейсу.

1. Проанализируйте предложенный преподавателем конспект лекций по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления».
2. Изучите технологические процессы на предприятии, отдавая приоритет электрооборудованию, работающему в автоматическом режиме. Выберите технологический процесс, по которому Вы будете выполнять курсовое проектирование.
3. Изучите электрическую принципиальную схему управления выбранным электрооборудованием, запишите алгоритм ее работы, данные установки; выявите «слабые» места в ее автоматизации (для доработки и исправления их в курсовом проекте) или выявите морально устаревшее электрооборудование, с целью полной замены на более современное в процессе курсового проектирования.
4. Ознакомьтесь с аналогичным оборудованием, предложенным на сайтах предприятий сельскохозяйственной деятельности, научно-исследовательских институтах, выделив новизну в схемах управления.
5. Создайте презентацию, отразив в ней действующее электрооборудование, инновации для схемы управления аналогичными установками сельскохозяйственного производства.
6. По окончании практики представьте свою презентацию на занятии дисциплины «Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления».

Задание 2: Разработать функциональную схему автоматизации техпроцесса кондитерского производства.

Уточнение задания

- Проанализировать задание и техпроцесс
- Выбрать контролируемые и регулируемые параметры
- Выбрать способ выполнения ФСА
- Выбрать приборы и средства измерения
- Начертить схему в соответствии с ГОСТ

Задание-3. Разработка схемы автоматизации

- перечень отделений (цехов), агрегатов или установок – кондитерский цех

- стадийность проектирования – одностадийное

- способ выполнения схемы – адресный или безадресный развернутый
исходные материалы:

· технологическая схема производства отливных глазированных конфет;

· перечень контролируемых и регулируемых параметров:

· температура в установке ускоренной выстойки

· температура в глазировочной машине

· уровень в отливочной машине

· температура в охлаждающем шкафу

· -расход конфетной массы на отделение

-управление приводами.

VI. ГЛОССАРИЙ

Term/ Термин	Пояснение на русском	Description in English
Агент/ Agent	Агент представляет собой компонент автоматизации СА Процесс, который позволяет выполнять операторы на хосте агента или на удаленном хосте, доступном хосте агента через соединение SSH.	An agent is a CA Process Automation component that allows you to execute operators on the agent host or on a remote host that is accessible by the agent host through an SSH connection.
Алгоритм/ Algorithm	Набор (математических) инструкций или процедур для выполнения конкретной задачи, такие как определение меры, принимаемые системой автоматизации.	A set of (mathematical) instructions or procedures for carrying out a specific task such as defining the steps taken by an automation system.
Базовая линия/ Baseline	Базовая линия представляет собой версию объекта автоматизации, что дизайнер контента предназначается для сохранить в виде статической версии, например, версия для перехода к производству. Вы не может изменить или сохранить изменения в базовой версии. Вы можете иметь несколько исходных условий версии, но только один текущая версия.	A baseline is a version of an automation object that the content designer intends for save as a static version, for example, a version for transitioning to production. You cannot edit or save changes to a baseline version. You can have multiple baseline versions, but only one current version.
Барьер/ Barrier	Перегорodka или разделение, используемый для изоляции или изоляции электрического схемы или электрические дуги (как определено в NEMA Standard Pub. No. ICS 2,	A partition or separation used for the insulation or isolation of electric circuits or electric arcs (as defined in NEMA Standard

	1988).	Pub. No. ICS 2, 1988).
Бод/ Baud	Единица скорости передачи сигналов равно числу дискретных состояний или сигнала событий в секунду. Там, где один бит кодируется на каждой сигнализации события, число бод совпадает с числом бит/ с. См дибит (стр).	A unit of signaling speed equal to the number of discrete conditions or signal events per second. Where one bit is encoded on each signaling event, the number of baud is the same as the number of bit/s. See dibit (page).
БКС/ BCC	Блок- контрольный символ. 2 в дополнение к 8- битовой суммы (по модулю 256 арифметическая сумма) всех байтов данных в блоке передачи. Это обеспечивает средство проверки точности каждой передачи сообщений.	Block-Check Character. The 2's complement of the 8-bit sum (modulo-256 arithmetic sum) of all data bytes in a transmission block. It provides a means of checking the accuracy of each message transmission.
Булева алгебра/ Boolean algebra	Алгебраический метод манипулирования логических уравнений.	An algebraic method of manipulating logic equations.
Газоанализатор/ Analyzer	Прибор, предназначенный для получения информации о значении концентрации измеряемого компонента или суммы компонентов в анализируемой газовой смеси.	An instrument designed to obtain information about the value of the concentration of the measured component or the amount of components in the test gas mixture.
Группы приложений (СА ЕЕМ)/ Application group	Группа приложений является продуктом конкретной группы, которые могут быть назначены для	An application group is a product-specific group that can be assigned to a global user. Standard

	<p>глобального пользователя.</p> <p>Стандартные группы приложений predetermined для CA Process Automation являются PAM Админы, Проектировщики, Производство пользователей.</p> <p>Определенные пользователем группы приложений должны быть добавлены в соответствующие политики доступа и предоставленные соответствующие действия</p>	<p>application groups predefined for CA Process Automation are PAMAdmins, Designers, Production Users. User-defined application groups must be added to appropriate access policies and granted appropriate actions</p>
<p>Гибкая система управления/ Flexible control system</p>	<p>Перенастраиваемая в широком диапазоне система управления, создаваемая на базе электронно-вычислительных машин с комплектом программ управления, адресующих сигналы управления приводным механизмам для обеспечения заданных законов движения исполнительных звеньев.</p>	<p>Readjusted in a wide range of control system, created on the basis of electron-computers with a set of control programs, the address driving mechanisms of control signals for the given laws of motion actuators.</p>
<p>Гибкий производственный модуль (ГПМ)/ Flexible manufacturing cell</p>	<p>Автоматизированная единица технического оборудования с программным управлением, обладающая автономностью и приспособленная к взаимодействию с другими модулями и системами управления.</p>	<p>Automated unit technical equipment with program management, having autonomy and adapted to interact with the other modules and control systems.</p>

Датчик/ Sensor	Средство измерения, преобразующее ту или иную физическую величину (например, температуру, скорость, давление, электрическое напряжение и др.) в сигнал для регистрации, передачи, обработки, хранения этой информации.	Measuring instrument, transforming one or another physical quantity (eg, temperature, velocity, pressure, voltage, and others.) Into a signal for recording, transmission, processing and storage of this information
Двоичный/ Binary	Базовая- 2 система нумерации (используя только цифры 0 и 1).	A base-2 numbering system (using only the digits 0 and 1).
Двигатель/ Engine	Машина, преобразующая какой либо вид энергии в механическую энергию.	Machine that converts any type of energy into mechanical energy
Действительная производительность/ Actual performance	Это производительность действующих автоматов и автоматических линий. Реальный уровень технологической, цикловой и фактической производительности характеризует степень реализации замысла проектировщиков линии и может значительно отличаться от проектных значений, а также быть переменным во времени эксплуатации.	This is the performance of existing machines and automatic lines. The actual level of the process, the cycle and the actual performance characterizes the degree of realization of the designers design the line and may significantly differ from the design values, as well as to be variable in the time of operation
Деформация/ Deformation	Изменение взаимного расположения множества частиц тела, которое приводит к изменению формы и размеров тела или его частей и вызывает изменение сил взаимодействия между	A plurality of change in the relative location of the body of the particles, which leads to a change in body shape and size, or portions thereof, and causes a change in the interaction forces

	частицами, т. е. возникновение напряжений механических.	between the particles, ie. e. the occurrence of mechanical stresses.
Динамическая погрешность/ Dynamic error	Это добавочная погрешность измерительного преобразователя, возникающая при измерение изменяющего во времени параметра	This extra error transducer that occurs when measuring changes over time parameter.
Динамической характеристики/ Dynamic properties	Такой элемента называется зависимость изменения во времени выходной величины (X вых) в переходном режиме при определенном изменении входной величины.	This element is called the dependence of the change in the output value of time (X out) in transition mode for a certain change in the input variable.
Долговечность/ Durability	Это свойство систем и элементов сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта.	A property of systems and components to keep employers the ability to limit state with the necessary breaks for maintenance and repair.
Единичное производство/ A single production	Неопределенное множество не повторяющихся операций выполняемых одним исполнителем, Кзо больше 40.	Undefined set of non-recurring transactions carried out by a contractor, for more than 40 QSOs.
Жесткая система управления/ Push rod system	Не переналаживаемая или переналаживаемая в узких пределах система управления, создаваемая на базе кинематических цепей машин и механизмов, обеспечивающих	Not readjusted or readjusted in a narrow range management system, created on the basis of the machinery of the kinematic chain, providing a predetermined laws of

	заданные законы движения исполнительных звеньев.	motion actuators.
Живой труд/ Living labor	Физический и интеллектуальный труд человека.	The physical and intellectual human labor.
Завод/ Factory	Объединение цехов и участков по видам совместно выпускаемой продукции.	Combining shops and sites by type of co-products.
Задняя часть двигателя/ Back of a motor	В задней части двигателя конец, который несет сцепления или ведущий шкив (NEMA). Это иногда называют конец привода (Д.Э.) или со стороны шкива (Р.Е.)	The back of a motor is the end that carries the coupling or driving pulley (NEMA). This is sometimes called the drive end (D.E.) or pulley end (P.E.).
Запасная батарея/ Battery backup	Батарея или набор батарей, которые будут обеспечивать питание памяти только тогда, когда основной источник питания выключен.	A battery or set of batteries that will provide power to memory only when the main power source is off.
Интегрированный производственный комплекс (ИПК)	Автоматизированные средства технологического оснащения (СТО) и системы аппаратных и программных средств, используемые на всех стадиях создания и производства изделия (исследования, конструкторская и технологическая подготовка производства, организация и управление), и совместно осуществляющая автоматизированный производственный процесс.	Automated tools, jigs and fixtures (SRT) and the system hardware and software used at all stages of development and production of products (research, design and technological preparation of production, organization and management), and jointly carrying out an automated production process.
Канал/ Channel	Путь для сигнала. Несколько каналов могут	A path for a signal. Several channels may

	совместно использовать общую связь.	share a common link
Комбинационная логика/ Combinational logic	Логика, в котором состояние каждого выхода контролируется только состояниями входы и задержки переключения переходов, возникающие в логическом пути. Сравнить последовательной логики	Logic in which the state of each output is controlled only by the states of inputs and the switching-transition delays encountered in the logic path. Compare sequential logic
Компаундирование (многопоточность)/ Compounding (multithreading)	Параллельная установка машин, механизмов и их узлов для совместной эксплуатации: несколько двигателей на летающем аппарате, несколько насосов на одну напорную сеть, несколько одинаковых приводных механизмов в одной машине, многоместные приспособления, многошпиндельные станки и т.п.	Parallel installation of machines and their components for the joint operation : several motors on a flying machine, several pumps the pressure on one network, many of the same drivers in the same car, many- device, multi-spindle machines, etc.
Конкурентоспособность/ competitiveness	Это совокупность показателей качества и стоимости товаров, определяющая их предпочтительность для потребителя.	This set of indicators of the quality and value of the goods is determined by their preference for the consumer.
Линия/ Line	Расположение оборудования в порядке выполнения операций.	The location of the equipment in the order of operations
Маршрут технологический/ Route Technology	Последовательность прохождения заготовки, детали или сборочной единицы по цехам и производственным участкам предприятия при выполнении технологического процесса изготовления или ремонта.	Passing sequence blanks, parts or assembly unit in workshops and production sectors in the performance of technological process of manufacturing or repair.
Маршрутное описание	Сокращенное описание	Short description of all

технологического процесса/ Route description of the process	всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.	process steps in the route map in order of their performance without transitions and technological modes.
Массовое производство/ Mass production	Одна операция выполняется одним или несколькими исполнителями в течении всего отчетного периода, меньше 1.	One operation is performed by one or more performers during the reporting period, the is less than 1.
Метод регулирования/ Control method	Заключается в достижении точности замыкающего звена за счет регулирования одного или нескольких составляющих звеньев.	It is to achieve the accuracy of the closing level by adjusting one or more of the constituent units.
Механизация/ Mechanization	применение энергии неживой природы в производственных процессах, управляемых людьми.	The use of inanimate nature of energy in the production process, controlled by people.
Модуль адаптера/ Adapter module	Модуль в шасси ввода/ вывода, которая обеспечивает интерфейс связи между сканером и модулями ввода/ вывода в этом шасси ввода/ вывода. Она считывает входные данные от входных цепей и передает его на сканер. Он получает выходные данные от сканера и записывает его в выходной цепи.	A module in an I/O chassis, that provides a communication interface between a scanner and the I/O modules in that I/O chassis. It reads input data from input circuits and transmits it to the scanner. It receives output data from the scanner and writes it to output circuits.
Модуль двунаправленной ввода/ вывода/ Bidirectional I/O module	Модуль ввода/ вывода, чья связь со сканером или процессор двунаправленная и поэтому использует как входные и выходные участки изображения.	An I/O module whose communication with the scanner or processor is bidirectional and therefore uses both input and output image

		areas.
Модифицирование/ Modification	Приспособление изделия к новым условиям работы без изменения конструкции: хладостойкие материалы, антикоррозионные материалы, дополнительные системы и способы подготовки рабочего тела, специальные покрытия, уплотнения и т.п.	Device products to the new conditions of work without changing the design : cold-resistant materials, anti-corrosion materials, additional systems and methods for the preparation of the working fluid, special coatings, seals, etc.
Объекты автоматизации/ Automation objects	Объекты автоматизации являются объектами СА Process Automation, что дизайнеры используют контент для создания контента. Объекты автоматизации включают в себя календарь, пользовательский значок, пользовательский оператор, набор данных, форма запроса взаимодействия, упаковка, процесс, процесс часы, ресурсы, график, и начать форму запроса.	Automation objects are the CA Process Automation objects that content designers use to create content. Automation objects include calendar, custom icon, custom operator, dataset, interaction request form, package, process, process watch, resources, schedule, and start request form.
Пропускная способность/ Bandwidth	Диапазон частот, в которой система предназначена для работы. пропускная способность выражается в Герцах между самой высокой и самой низкой частоты.	The range of frequencies over which a system is designed to operate. The bandwidth is expressed in Hertz between the highest and lowest frequencies.
Привод/ Actuator	В электротехнике термин привод относится к механизму, который вызывает устройство для быть превращена или выключить, отрегулировать или	In electrical engineering, the term actuator refers to a mechanism that causes a device to be turned on or off, adjusted or moved, usually in

	<p>перемещены, как правило, в ответ на электрический сигнал. В некоторых литературе термины актер или эффектор также используются. Термин "эффектор" является предпочтительным программисты, в то время как инженеры отдают предпочтение "привод." Примером привода является электродвигатель, который закрывается жалюзи в ответ на сигнал от датчика солнечного света. Приводы позволяют компьютерам управлять сложными производственными процессами без вмешательства человека или надзор.</p>	<p>response to an electrical signal. In some literature the terms actor or effector are also used. The term "effector" is preferred by programmers, whereas engineers tend to favor "actuator." An example of an actuator is a motor that closes blinds in response to a signal from a sunlight detector. Actuators enable computers to control complex manufacturing processes without human intervention or supervision.</p>
Плата (карта)/ Board (card)	<p>1) печатная плата. 2) Узел печатных печатных плат – в ощущение, что (печатная) плата физически основным компонентом Печатная плата в сборе.</p>	<p>1) A printed-circuit board. 2) A printed-circuit-board assembly — in the sense that the (printed-circuit) board is physically the main component of a printed-circuit-board assembly.</p>
Пустой блок пространства/ Blank unit space	<p>Блок пространство не оборудован, чтобы принять будущий блок (как определено в NEMA Стандартный Pub. Нет. ИКС 2, 1988).</p>	<p>Unit space not equipped to accept a future unit (as defined in NEMA Standard Pub. No. ICS 2, 1988).</p>
Раздвоенный/ Bifurcated	<p>Что-то, что ответвляется в 2-х ветвей (например,</p>	<p>Something that branches off into 2</p>

	раздвоенная терминал).	branches (e.g., a bifurcated terminal).
Точка остановки/ breakpoint	Точки останова отладки помощи, которая приостанавливает выполнение запущенного процесса на Операторы, которые устанавливаются с точки останова. Точек останова позволяет дизайнерам контента просмотрите данные и схема последовательности операций процесса для проверки правильного поведения до завершения их изменения.	A breakpoint is a debugging aid that pauses the execution of a running process at the operators that are set with a breakpoint. A breakpoint lets content designers inspect the data and flow of a process to validate the correct behavior before finalizing their changes.

VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш оstonасида. - Т.:“Ўзбекистон”, 2011.
2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2019.
5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муасасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимида бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4391- сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5763-сон [фармони](#).
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги

“Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли [фармони](#).

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

Основные литературы:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p.

2. Ad Damen Modern Control Theory Prentice Hall 2002 460 c.
3. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: Darslik. –Toshkent: O'qituvchi, 2011.-576 b.
4. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.И., Фуломов Ш.М. Технологик жараёнларни бошқариш системалари: Дарслик. – Тошкент: Ўқитувчи, 1997.- 704 б.
5. Иванова Г.В. Автоматизация технологических процессов основных химических производств. Методические материалы по курс лекций.- С.Пб.: Петербургский ГТУ, 2008.- 238с.
6. Шувалов В.В. Огаджанов Г.А., Голубятников В.А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности: Учебное пособие.- М.: Химия, 2001.-480с.
7. Кафаров В.В., Макаров В.В. Гибкие автоматизированные системы в химической промышленности: Учебник.- М.: Химия, 1990.- 320с.
8. Автоматизация технологических процессов легкой промышленности: Учеб. пособие/ Под ред. Л.Н. Плужникова.- М.: Легпромбытиздат, 1993.- 398с.

Ресурсы интернета:

1. www.ziyonet.uz
2. <http://www.allbest.ru>
3. www.knowledge.allbest.ru
4. www.twirpx.com
5. www.e-lib.kemtipp.ru
6. www.newlibrary.ru
7. www.priapp.ru
8. www.knigafund.ru
9. www.ozon.ru
10. www.elibrary-book.ru
11. www.studfiles.ru