

**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
ПРОИЗВОДСТВ”**

**направления
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

Тошкент – 2016

**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 ПРОИЗВОДСТВ»

Направление

**«АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»**

Разработал:

**к.т.н. доц. Раджабова М.А..
Рузиев У.А.**

ТАШКЕНТ-2016

Данный учебно-методический комплекс разработан на основании учебного плана и программы утвержденного приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан № 137 от 6 апреля 2016 года

Разработал: М.А Раджабова - к.т.н. доцент кафедры
«Автоматизация производств» ТГТУ

У.А Рузиев – старший преподаватель кафедры
«Автоматизация производств» ТГТУ

Рецензент: Izabella Putz, PhD, Project manager, Siemens AG,
Германия

Данный учебно-методический комплекс рекомендован к изданию Советом Ташкентского государственного технического университета (протокол № _____ от _____ 2016 года).

СОДЕРЖАНИЕ

I.	Рабочая программа.....	5
II.	Интерактивные методы обучения, используемые в модуле.....	11
III.	Теоретические материалы.....	14
IV.	Практические материалы.....	76
V.	Банк кейсов.....	91
VI.	Темы для самостоятельного обучения.....	93
VII.	Глоссарий.....	95
VIII.	Список литературы	106

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ВВЕДЕНИЕ

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 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 производств» 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 «Технологические измерения и приборы», «Теория управления» и «Интеллектуальные системы управления и принятие решений».

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 модуля.

№	Темы	Учебная нагрузка, час					
		Общие	Итого	Аудиторная учебная нагрузка			
				Теоритические	Практические	Внеаудиторное	Самостоятельная работа
1.	Современное состояние управления технологическим процессом	4	4	2	2		
2.	Основные принципы управления	6	6	2	4		

	технологическими процессами						
3.	Режимы работы систем управления процессом.	6	4	2	2		2
4.	Режимы устойчивости и управления закрытых цепей	8	8	2	2	4	
5.	Цифровые принципы контроля	6	4	2	2		2
Общие		30	26	10	12	4	4

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 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 процессом

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: Режимы устойчивости и управления закрытых цепей

Режимы устойчивости и управления закрытых цепей. Промышленный процесс на практике. Динамическое поведение нагревателя подачи. Пропорциональное управление. Интегральное

управление. Регулирование по первой производной. Типичные выходы контроллера ПИД. структура работы регуляторов.

5- тема: Цифровые принципы контроля

Определить и описать математическую форму самого важного звена блока используются в промышленном контроле. Указать, какова оперативная программа. Чтобы лучше всего понять, что алгоритмы контроля использовали в промышленном контроле, это соответствующий, чтобы посмотреть на стандартные блоки сначала. Общие стандартные блоки. Регулирование по отклонению. Цифровые принципы контроля.

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 технологическими процессами

В емкостном аппарате непрерывного действия смешивание компонентов. Температурное смещение. Принцип управления технологическим процессам.

3-практическое занятие:

Режимы работы систем управления процессом

Исследование регулятора. Анализ расчета параметров регулятора. Автоматического режим переключения.

4-практическое занятие:

Режимы устойчивости и управления закрытых цепей

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

5-практическое занятие:

Цифровые принципы контроля

Регулирование давления. Управление и контроль технологических процессов. Обзор современных датчиков, контролирующих линейную скорость движения (для шнеков, транспортеров и т.д.).

Внеаудиторные занятия

Знакомство слушателей с разработками фирм Узбекистана в области автоматизация технологических процессов:

ООО “Химавтоматика” (2 часа),

ГАК «Uzprommashimpeks» (2 часа),

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.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

№	Критерии оценки	Распределение баллов	Максимальный балл
1	Кейс	1,5 балла	2,5
2	Самостоятельная работа	1 балл	

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 заполненные 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 регулировании 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,ПИД</p>	<p style="text-align: center;">Практическое задания Технологические требования к проектируемой системе управления не 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?</p>

Метод «Дискуссия»

Дискуссия – это процесс обсуждения слушателям 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
<p>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 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>Покупатели- географическое положение, демографические характеристики, социально- психологические характеристики, отношение покупателей к продукту Поставщики- стоимость поставляемого товара, гарантия качества, временной график поставок, пунктуальность и обязательность выполнения условий поставщиком Конкуренты- выявление слабых и сильных сторон</p>	<p>Кадры фирмы, их потенциал, квалификация, интересы Организация управления Производство, включая организационные, операционные и технико- технологические характеристики и научные 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 временем.
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

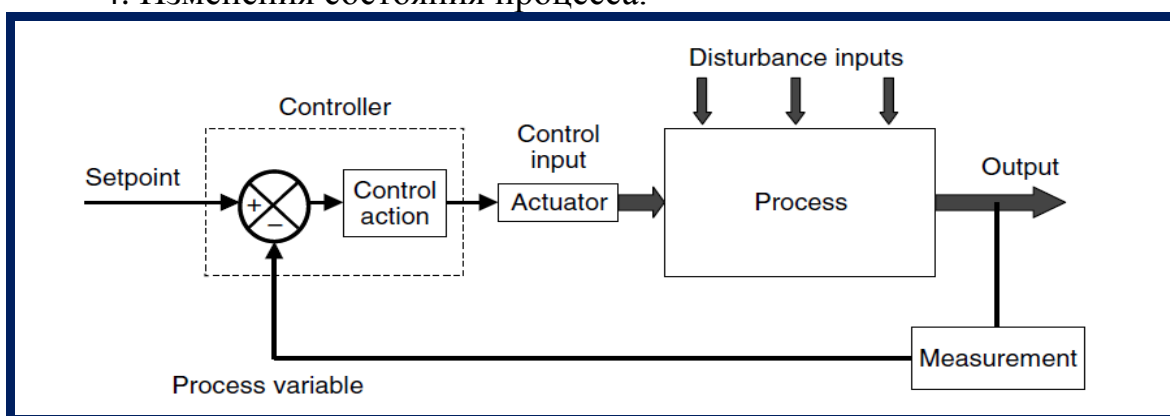


Рис. 1.1. Блок-схема, показывающая элементы контура управления технологическим процессом

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

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

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.

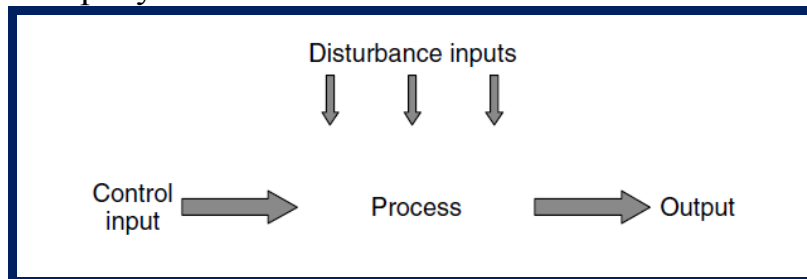


Рис. 1.2. Базовый блок-схема для управляемого процесса

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

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 ИПизменение входного сигнала. Выходной сигнал также может зависеть от других условий в процессе или от внешних воздействий, таких как изменения давления питания или в качестве материаловиспользуется 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 переменная 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, основанные на физических и химических законах, влияющих на процесс. Например, на рисунке открытый резервуар с площади 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 в 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 напора, разделенное на сопротивление потоку R .

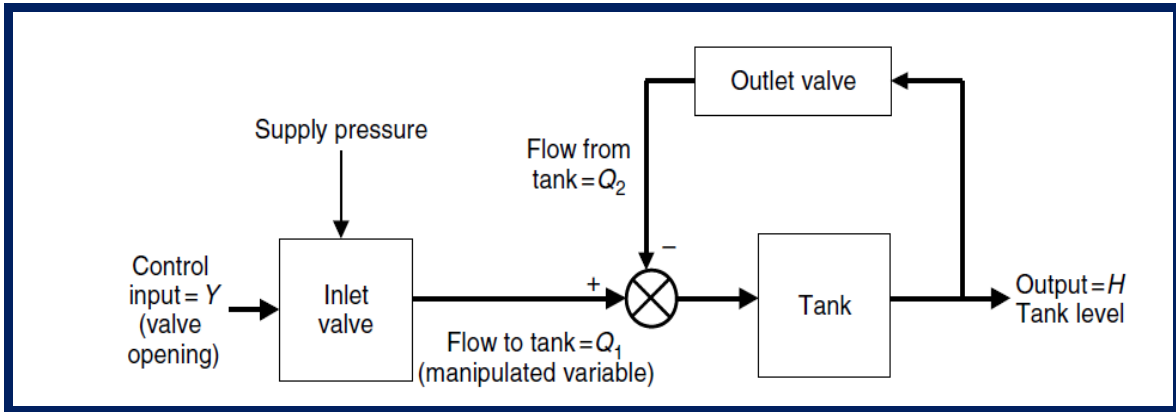


Рис. 1.3. Элементарный блок-схема процесса бака

Поучительная Примечание: Для турбулентного режима потока в выходном трубопроводе и клапана, эффективное сопротивление потоку R действительно изменяется пропорционально корню квадратному из падение 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 Q_2 влинейное дифференциальное уравнение

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

который выполнен в стандартной форме, как

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

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

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

очень часто видели много физических процессов. Их иногда называют емкостные и резистивные процессы, и включают в себя такие примеры, как зарядка конденсатора через цепь сопротивления (рис. 1.4) и нагрев хорошо перемешанной баки горячей воды⁴ снабжения (см. рисунок 1.5).

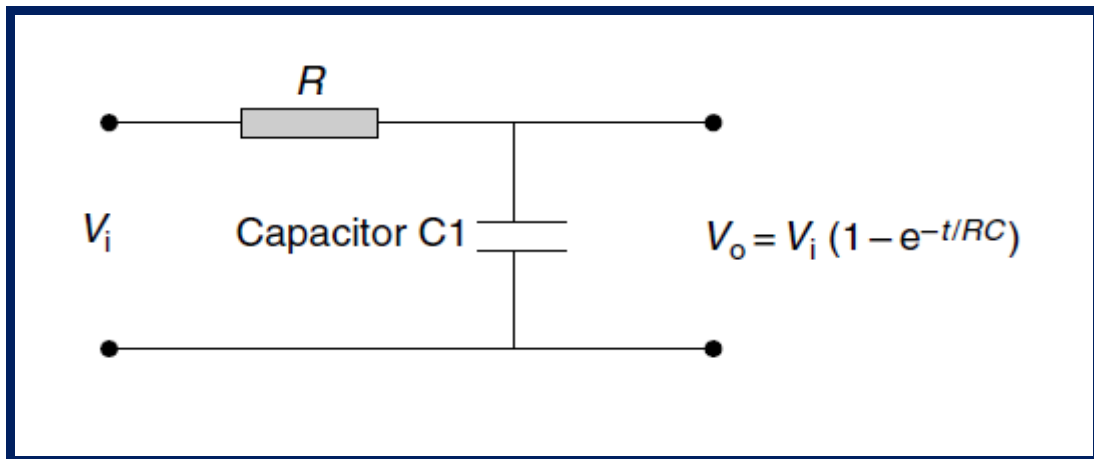


Рис. 1.4. Сопротивление цепи и конденсатор с первым ответом заказа

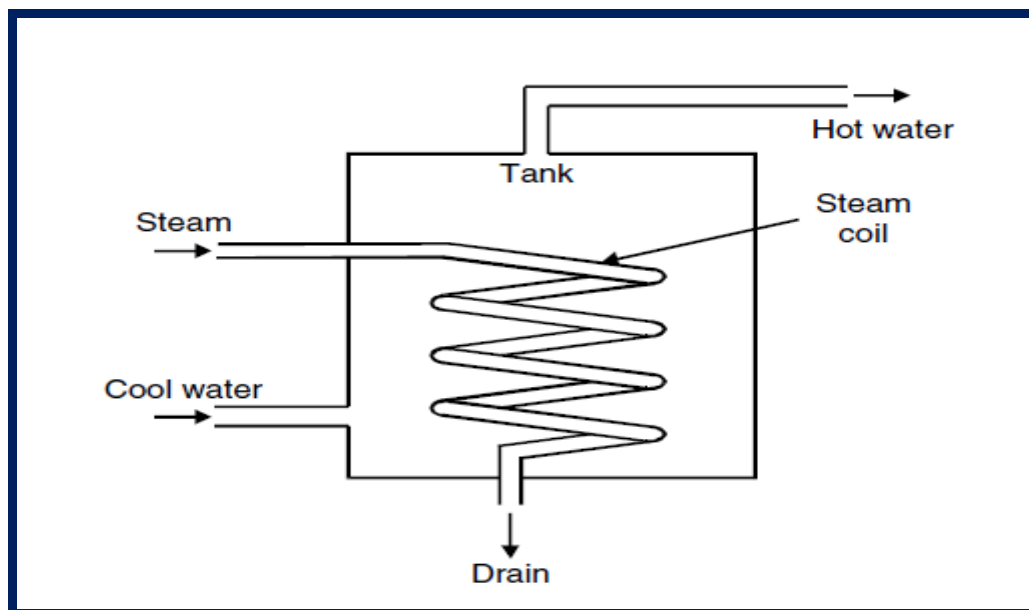


Рис. 1.5. Сопротивления и емкости эффекты в водонагревателе

Динамика процесса и постоянные времени Сопротивление, емкость и инерции являются, пожалуй, наиболее важные эффекты в промышленных процессах, включающие теплообмен, массообмен и операции потока жидкости. Самые важные характеристики первого и второго порядка систем приведены ниже, и они могут быть использованы для идентификации постоянной времени и реакции на него многих процессов, а также механические и электрические системы. В частности, следует отметить, что наиболее измерение параметров

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

процесса инструменты будут демонстрировать определенное количество динамического запаздывания, и это должно быть признано в любой системе 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 первого порядка является линейным дифференциальным уравнением:

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

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 вводить шаг изменения по сравнению с классическим. Экспоненциальный рост, как показано на рисунке 1.7.

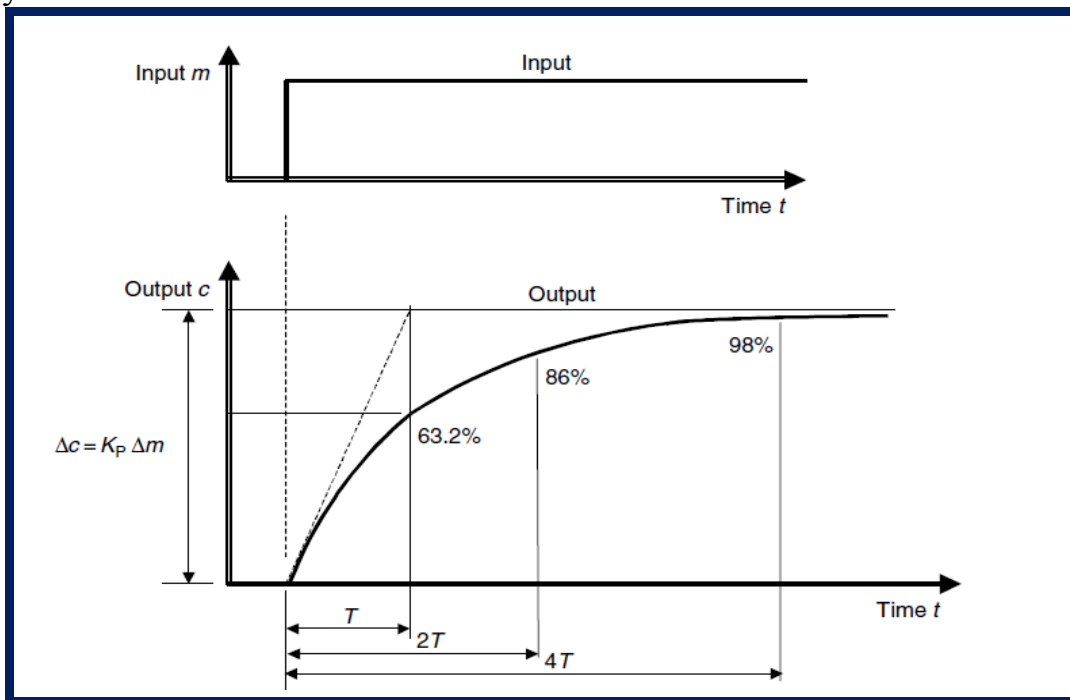


Рис. 1.6. Первый ответ заказа

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. Окончательное изменение стационарного выпуска продукции является установившийся коэффициент усиления. Начальная скорость нарастания выходного сигнала будет K_p/T .

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

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 аккумулярование 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, химический, 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 высоте.

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.

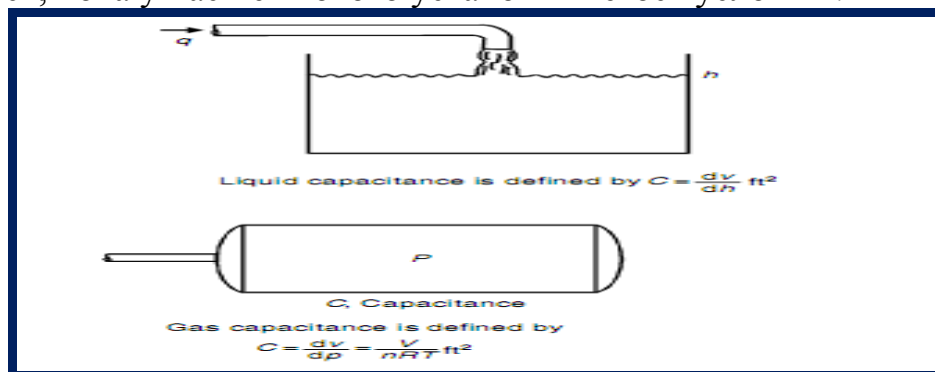


Рис. 1.7. Емкость жидкого или газового резервуара для хранения, выраженная в единицах площади м, Физическая диаграмма

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

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 автомашина 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* кругооборота. 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 $q\delta$ единицы времени позже, где $q\delta$ - мертвое время. Это было бы замечено, например, в длинном трубопроводе, если бы жидкая смесь была изменена во входе, или жидкая температура была.

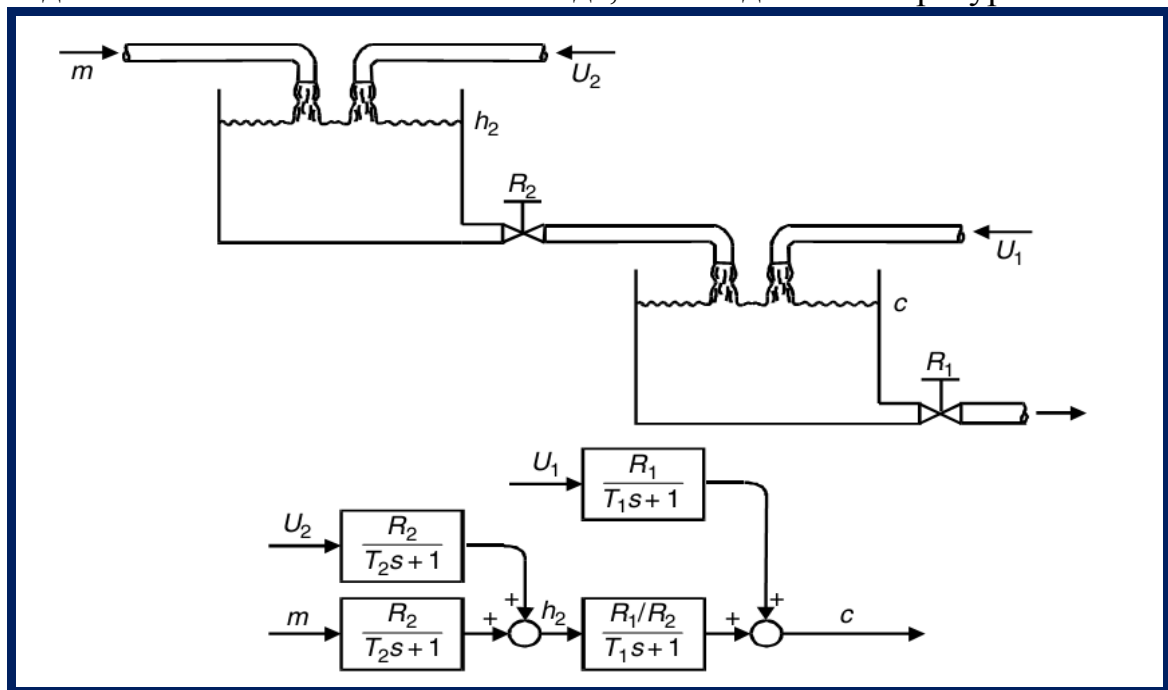


Рис. 1.8. Процессы с константами нескольких времен

Практически, математический анализ безудержных процессов, содержащих временные задержки, относительно прост, но временная

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.

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.

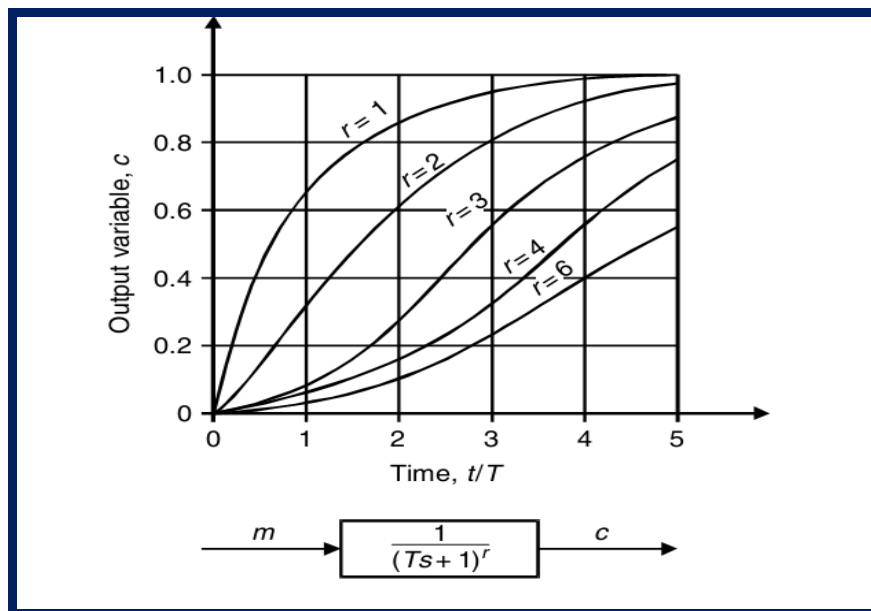


Рис.1.9. Время задержки сигнала.

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 (переменная)/ $dt = S^9$.

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

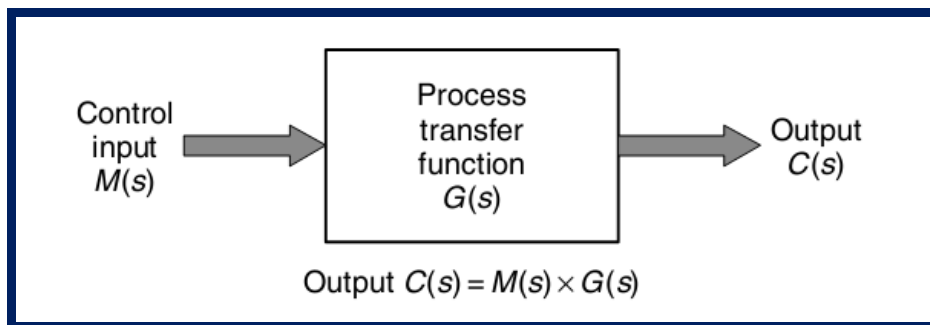


Рис. 1.10. Передаточная функция в блок-схеме

Когда относящийся первая система заказа, мы уже описали функцию передачи, представляющую действие первой системы заказа на входном сигнале изменения, как показано в рисунке 1.11, где T - постоянное время.

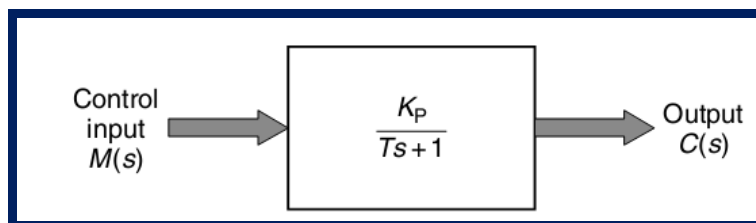


Рис. 1.11. Передаточная функция для первого типа звена

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.

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

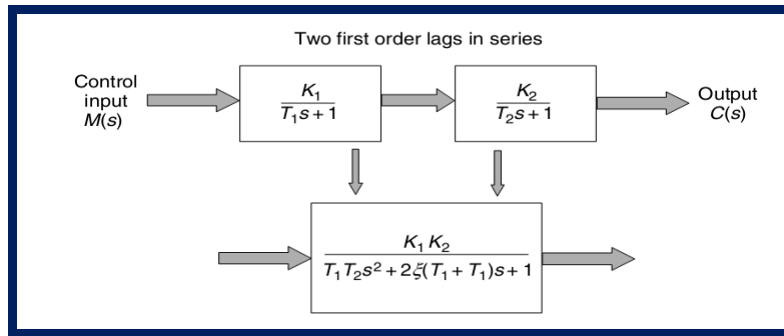


Рис. 1.12. Две задержки в ряду объединяются

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.

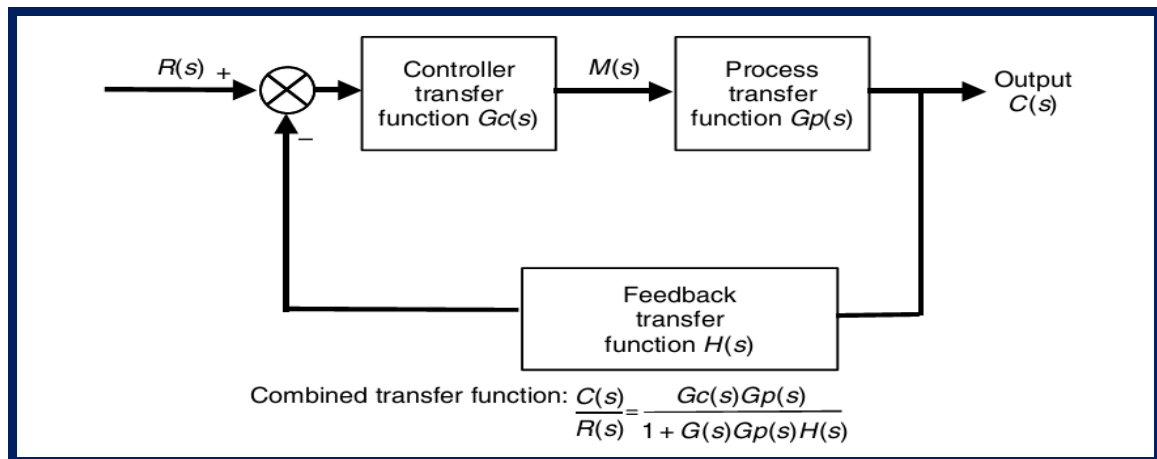


Рис. 1.13. Блок-схема и передаточная функция типичной системы управления обратной связи

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

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

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.

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.

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 простой, но может быть дешевым и 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 значения.

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.

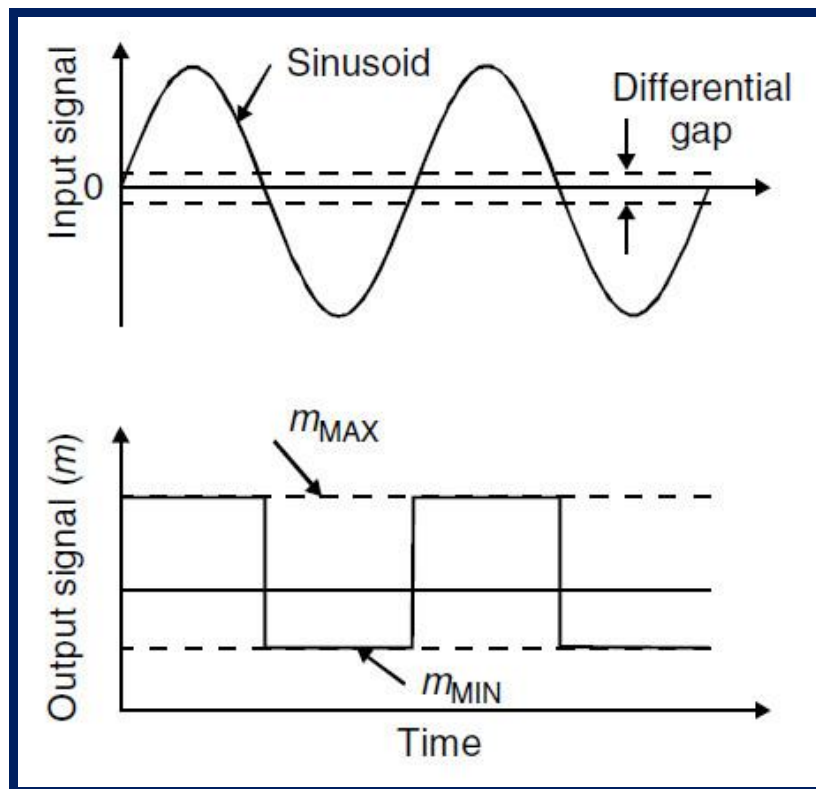


Рис. 2.1. Отклик двухпозиционного контроллера к синусоидальному вводу.

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.

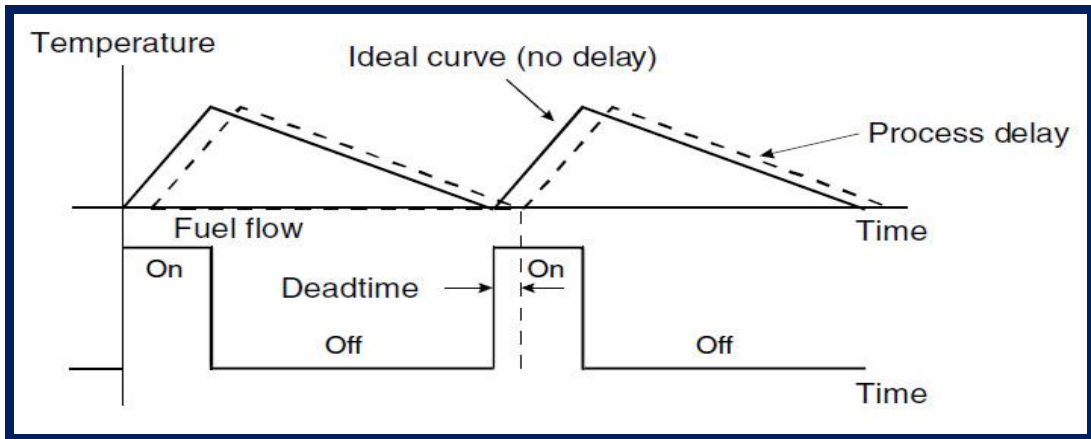


Рис. 2.2. Графический пример релейного регулирования

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).

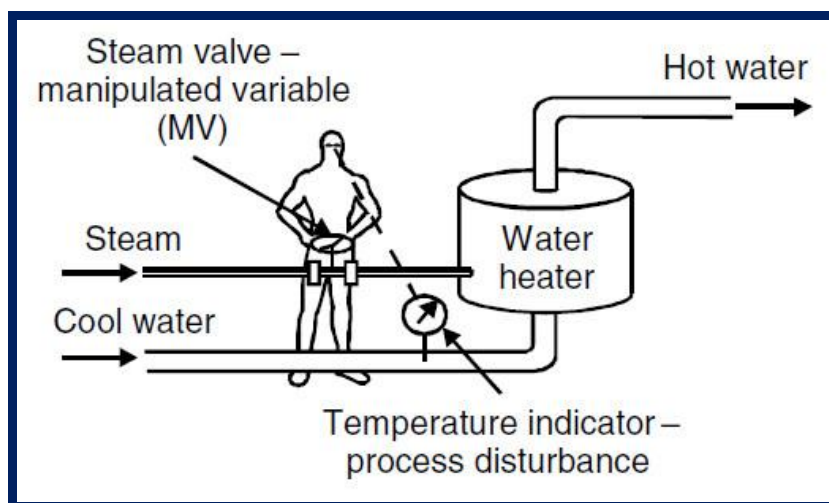


Рис. 2.3. Концепция управления с прогнозированием

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 нагрузки 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 способность 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

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

было бы обойтись и без контроля. Тогда принцип предупредивления из компенсирующего возмущение выполнено¹⁵.

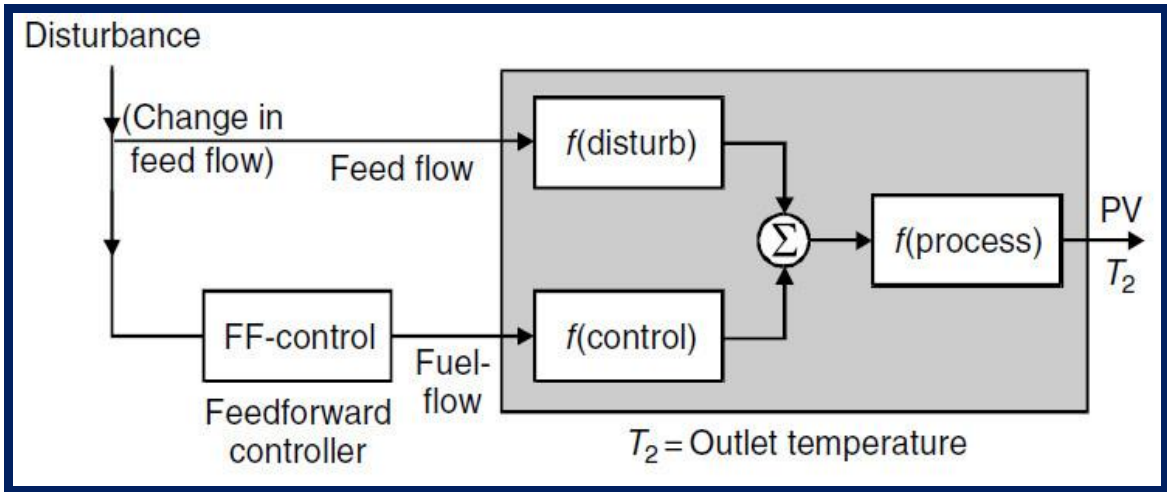


Рис. 2.4. Предуправление блок- схема

Система управления с обратной связью

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

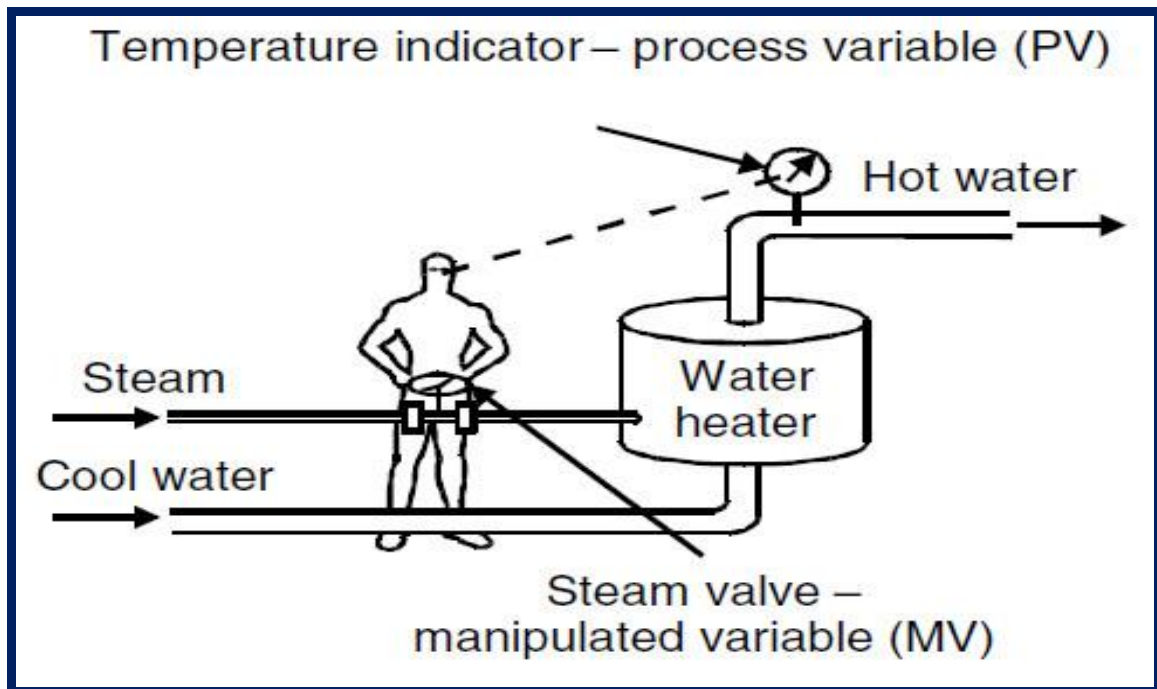


Рис. 2.5. Ручное управление с обратной связью

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

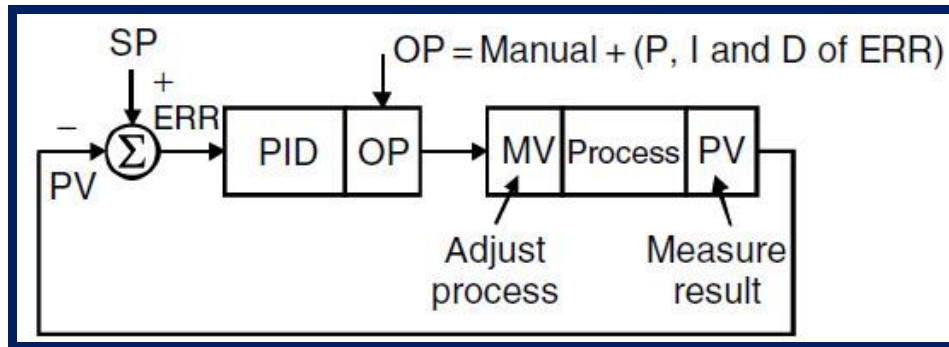


Рис. 2.6. Замкнутая блок- схема

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 V_1 , чтобы контролировать уровень в баке, это *обратное* действие. Там, где по мере увеличения PV (заполнение резервуара) ОП уменьшается (закрытия впускного клапана больше), чтобы уменьшить скорость наполнения.

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

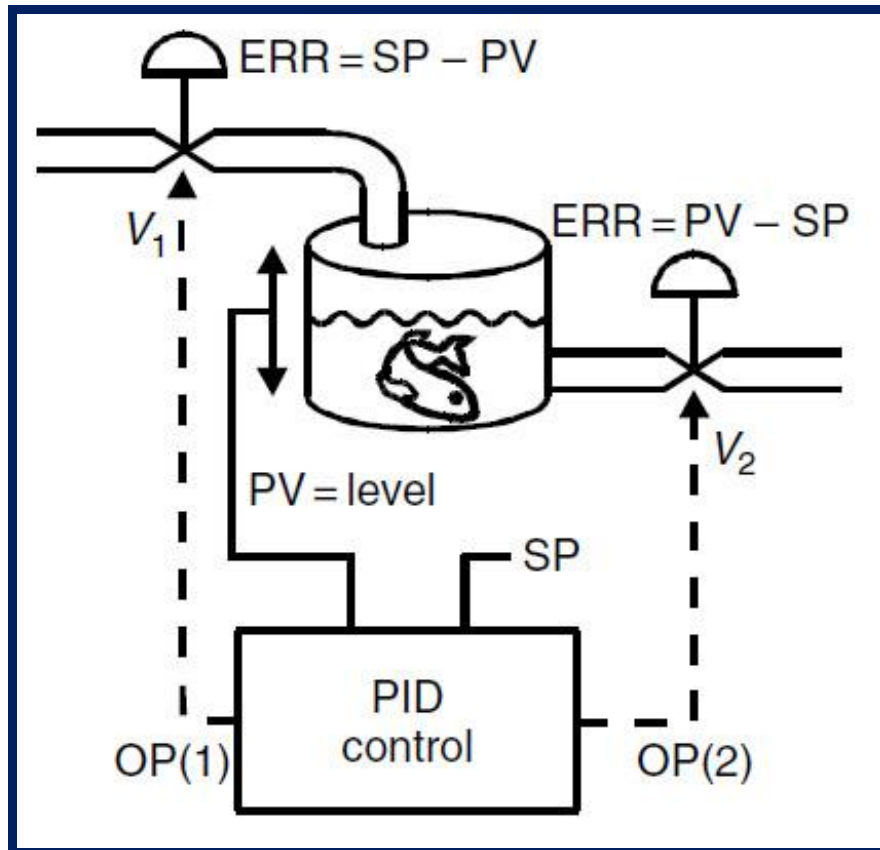


Рис. 2.7. Прямое и обратное действие контроллеры

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 далее 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 иметь 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

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

измерением и желанной температуры и изменения положения клапана, пока не будет устранена эта ошибка.

- Возможно, приведенный выше пример для ручного управления, но концепция идентична используемой 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.

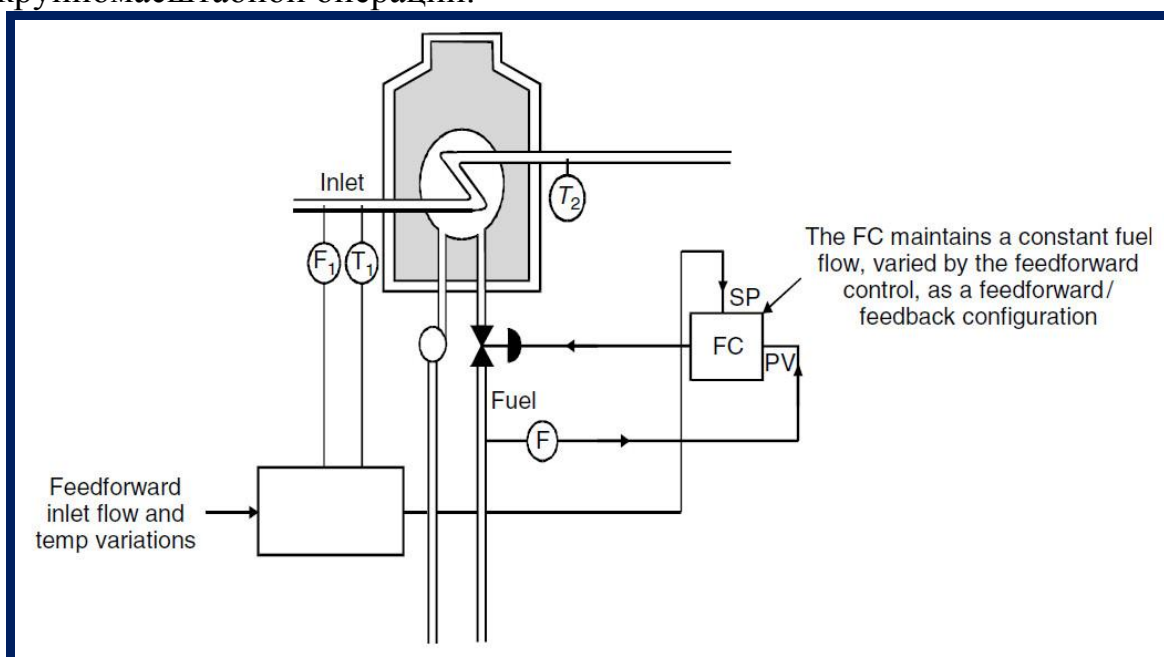


Рис. 2.8. Блок- схема прогнозированием и обратной комбинации

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 с упреждением не нажат за его способностей, нагрузка на петли обратной связи уменьшается, и гораздо более жесткий контроль может быть достигнут.

2.3. Запаздывание (DeadTime процессы)

В процессах, связанных с движением масс, Deadtime является существенным фактором в динамика процесса. Это задержка реакции

процесса после того, как некоторая переменная изменилась, в течение которых никакой информации не известно о новом состоянии процесса. Это может также известно 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.

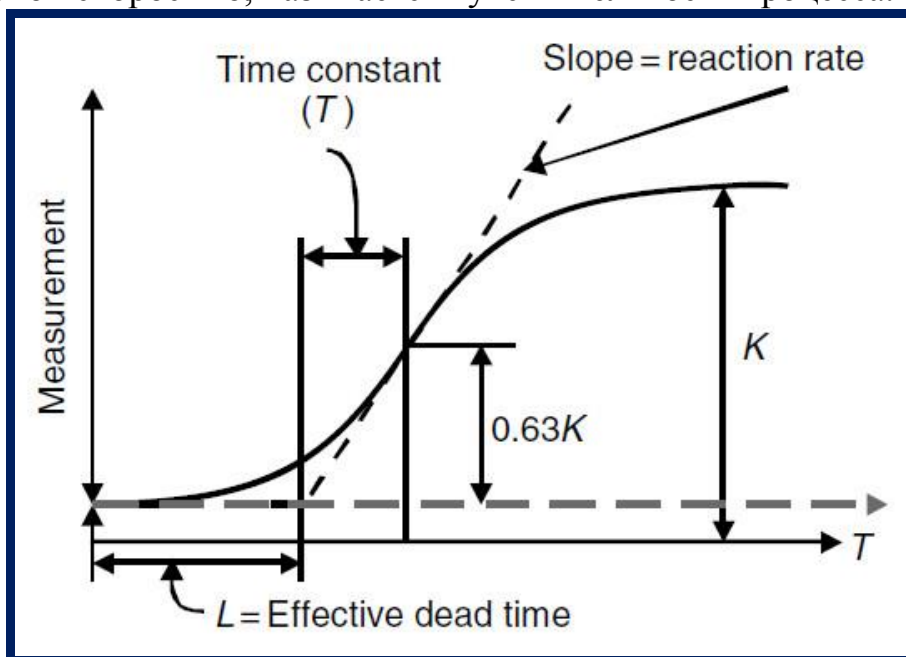


Рис. 2.9. Процесс реакции или кривая отклика, показывая, как мертвое и постоянную времени

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 используется удержание управления.

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.

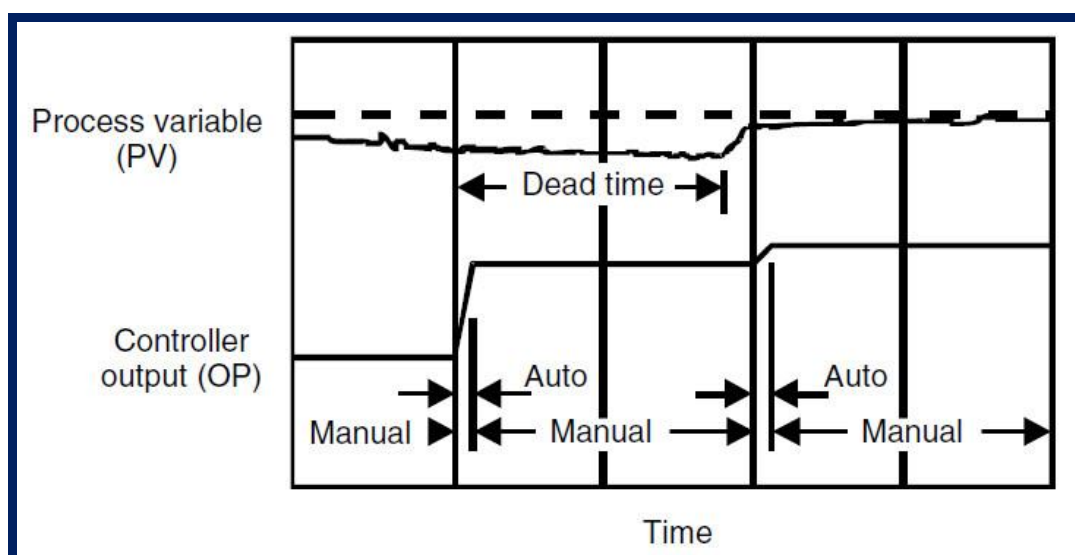


Рис. 2.10. Алгоритмы выборки и хранения используются, когда процесс доминируют крупные deadtimes

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

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

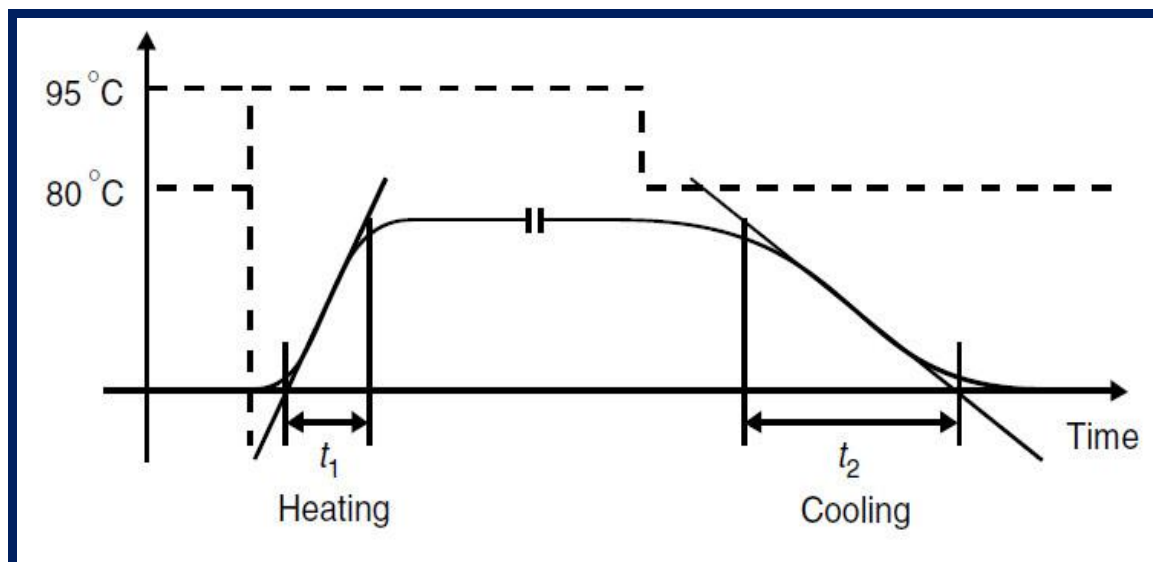


Рис. 2.11. Пример ответа процесса, связанного с ступенчатым изменением входной величины

Усиления процесса реагирования

Коэффициент усиления процесса является отношение изменения в выходном сигнале (как только оно расположилось на новое 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 отопления 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 капля 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 постоянной 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.

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 с.

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.

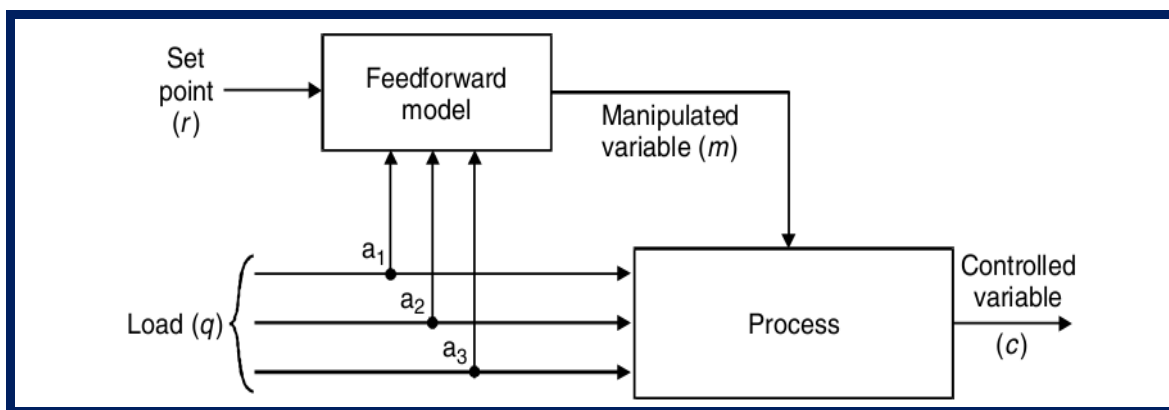


Рис. 3.1. Модель базировал feedforward систему управления

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.

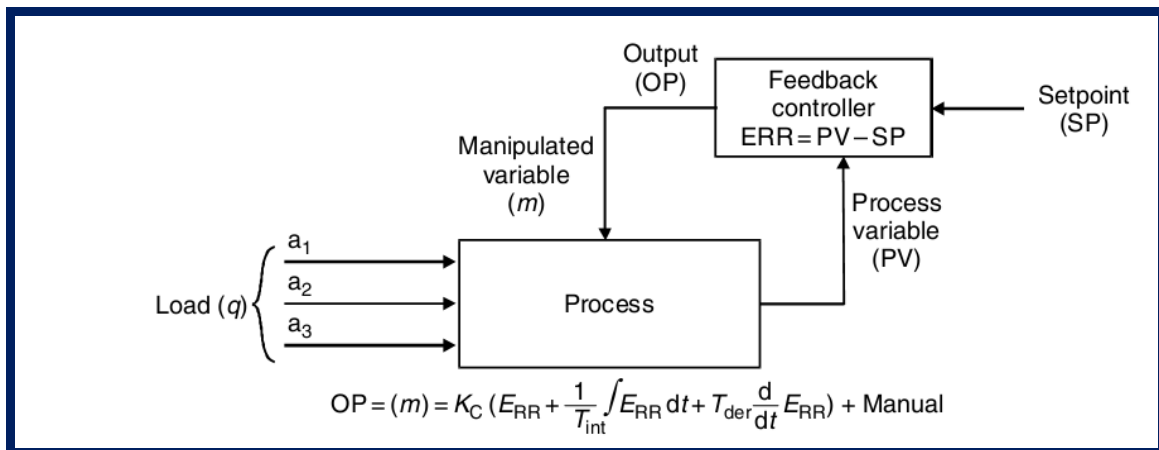


Рис. 3.2. Петля контроля за обратной связью

Диспетчер замкнутого контура и процесс получают вычисления в проектировании и устанавливании практические петли управления процессом, один из самых важных задач 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.

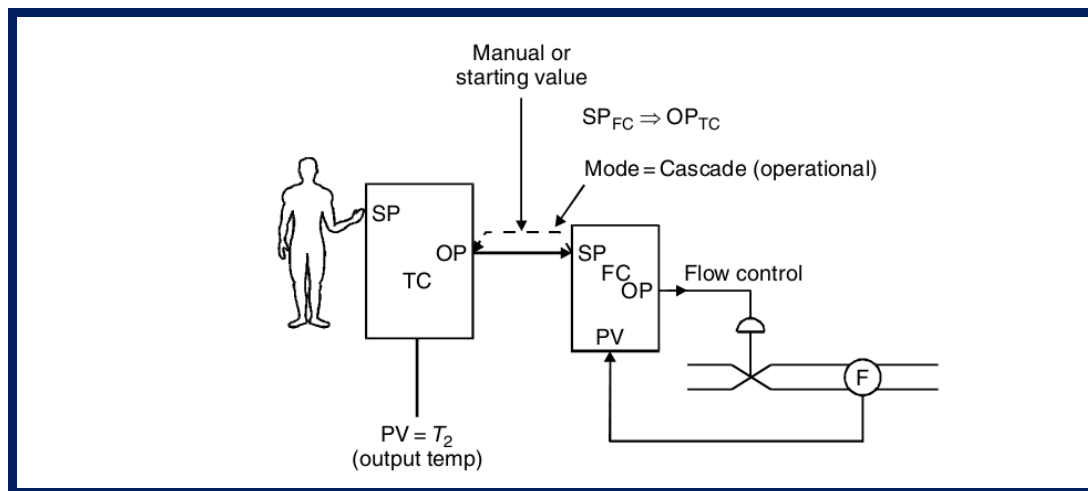


Рис. 3.3. показывает пример каскадного контроля, где основной диспетчер TC

3.4. Определение преобразователей и датчиков

Преобразователь- устройство, которое получает информацию в форме один или более физических количества и новообращённые 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 измерение 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*, *резолуция*, *ивоспроизводимость* 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.

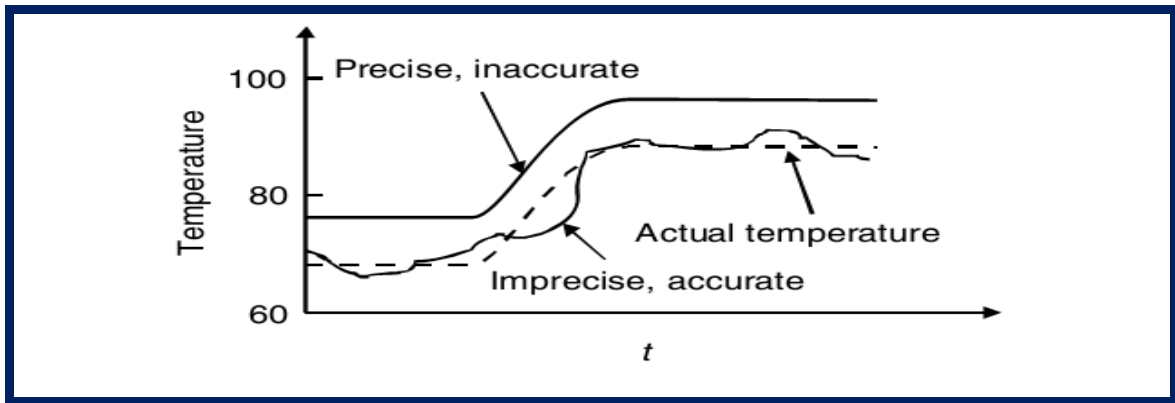


Рис. 3.4. Точность по отношению к типичному температурному измерению

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 °С, 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 °С.

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 отображена 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 от вызванных 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 резолюция 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.

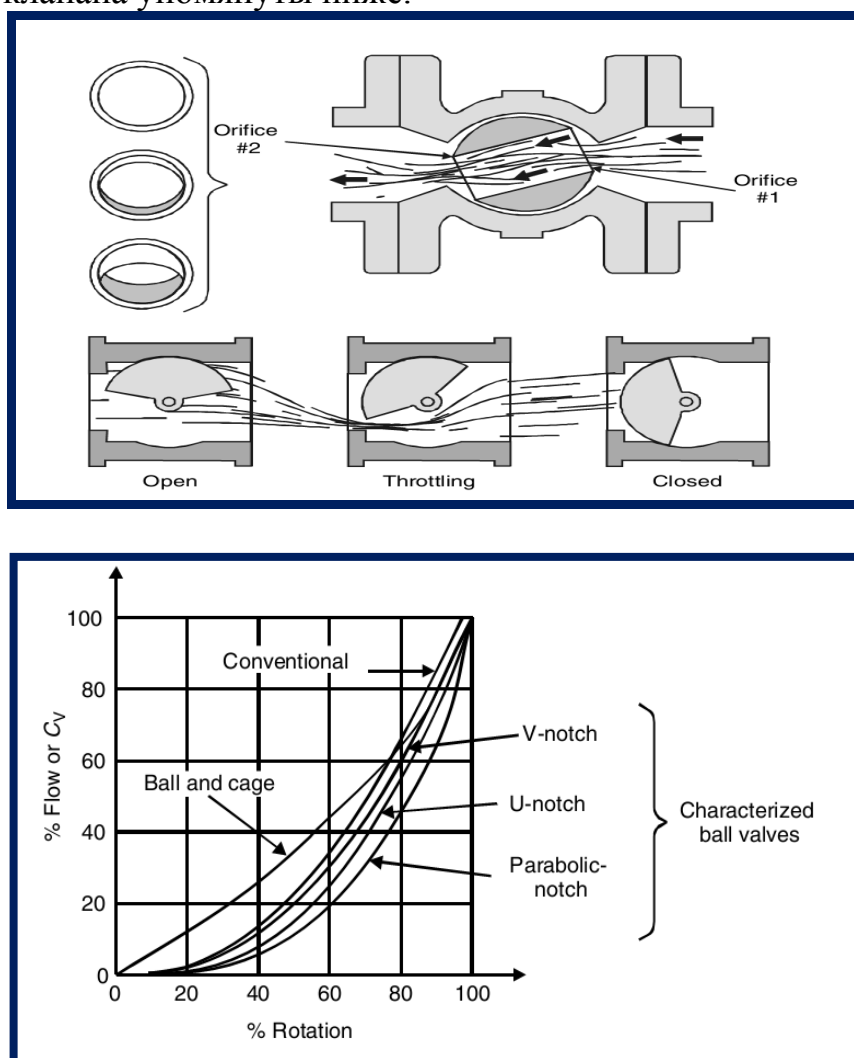


Рис. 3.5. Характеризуемый шаровой клапан с параболической меткой- почти равный процент, в то время как особенности шара и клетки ближе к линейному, когда использующийся на службе водоснабжения. На газовых услугах в критических скоростях характеризуемые линии шарового клапана придвигаются поближе к линейному

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 диаметральной 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).

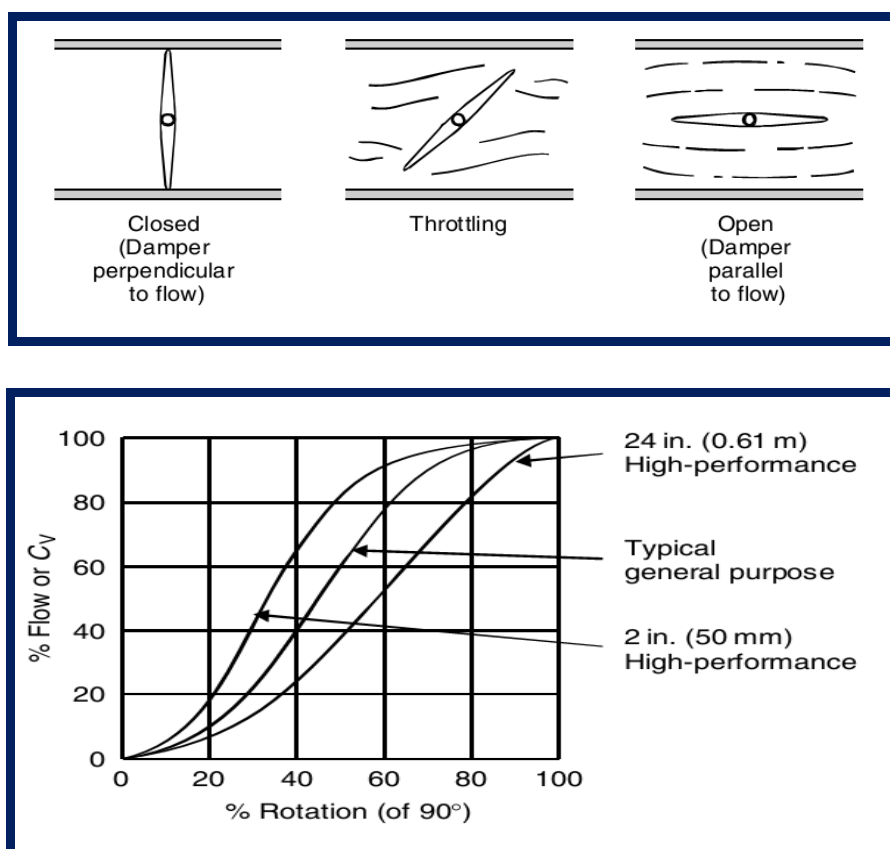


Рис. 3.6. Пластинчатые положения дроссельной заслонки

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

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

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.

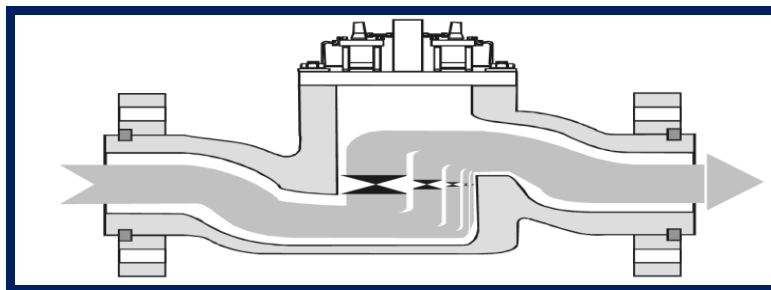


Рис. 3.6. В цифровом клапане

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.

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

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.

4-тема. Режимы устойчивости и управления закрытых цепей

План:

1. *Динамическое поведение нагревателя подачи*
2. *Пропорциональные, интегральные и производные режимы*
3. *Применение режимов управления технологическими процессами*

Ключевые слова: *Интегральное управление, Производная формула, Пропорциональный и дифференциальный режим, Интегральный режим, система управления, технологический процесс, измерение, состояния процесса, исполнительный механизм, блок-схема, регулирование.*

4.1. Динамическое поведение нагревателя подачи

Мы уже видели, основные принципы управления с обратной связью в предыдущей главе. Контрольное действие вычислено, исходя из отклонения PV от заданной величины управления, определяется через SP ($ERR = PV - SP$).

Мы должны учитывать производственный процесс, как это работает в реальном мире. В качестве примера, будем рассматривать нагреватель подачи, который используется для нагрева материала перед его подачей в дистилляционную колонну (см рисунок 4.1).

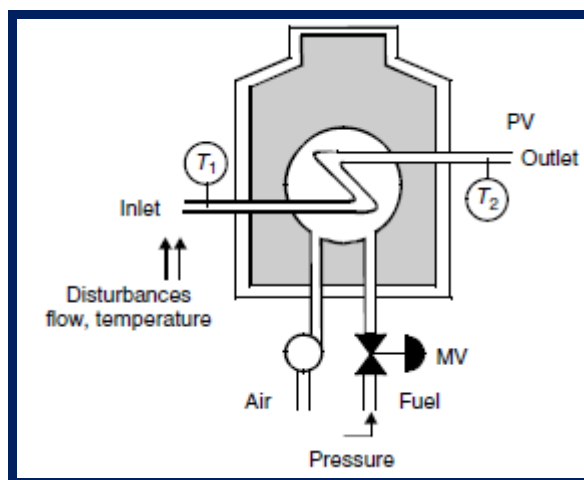


Рис. 4.1. Контроль температуры в нагревателе подачи

Целью системы является контроль температуры на выходе (T_2), которая должна поддерживаться на постоянном уровне. Управляющей переменной является положение топливного клапана²⁴.

Следует отметить, что по экономическим и экологическим причинам, обычно требуется перекрестное управление ограничением горения, чтобы свести к минимуму выход окиси углерода. В этом примере для простоты мы будем пренебрегать полностью перекрестным управлением ограничения и манипулировать положением клапана непосредственно.

Этот пример контроля подачи нагревателя будет служить примером для нас, чтобы заглянуть в практическое значение стабильности, различных режимов управления, стратегии управления и практических упражнений. По этой причине мы будем сначала более подробно рассматривать основное динамическое поведение и наиболее распространенные нарушения процесса, которые влияют на эту систему контроля.

Динамическое поведение нагревателя подачи

Есть два основных типа систем лаг, контроля и нарушения, которые влияют на динамическое поведение этой системы отопления.

Отставание в управлении

Лаг между позиционированием топливного клапана и температуры на выходе существует. Главной причиной такого отставания можно увидеть в силу того факта, что не весь подаваемый материал в нагревателе будет нагреваться в то же самое время, после изменения положения топливного клапана. Некоторая часть подаваемого материала в нагревателе в момент смены топлива клапана будет оставлять нагреватель вскоре после того, и некоторые другие части позже. Незначительное время запаздывания также является частью реакции управления.

Отставание по возмущению

Воздействие возмущений от температуры на выходе также имеет действие помех. Каждое возмущение имеет свою собственную постоянную времени запаздывания. Большинство нарушений имеют незначительное запаздывание по времени.

²⁴ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 95-96.

Примечание: Нет измеримой разницы между двумя задержками высокого порядка, у которых один с временем запаздывания, а другой без.

Основные возбуждения нагревателя подачи

Существуют четыре *основные* нарушения, которые могут и будут рассматриваться как имеющие решающее значение для стабильной работы системы, эти существа.

Изменения давления потока топлива

Повышение давления увеличивает расход топлива и приводит к более высокой температуре на выходе (T_2) и наоборот.

Изменения подачи потока

Так как нагреватель подачи служит другому (непредсказуемого) процессу ниже от него, нет способа поддержания постоянного потока. Изменение потока зависит полностью от материала с помощью следующего процесса. Увеличение потока (диктуются вниз по течению процесса) снижает температуру на выходе и наоборот.

Подача изменения давления на входе

Если исходный материал находится в форме газа, это становится важным вопросом. Важно знать массовый расход, а не объемный расход подаваемого материала. С повышением давления мы увеличиваем поток массы, что приводит к уменьшению выхода температура и наоборот.

Поток на входе изменения температуры

Чем выше температура на входе, тем меньше мы должны нагревать. Увеличение входного отверстия температуры приводит к увеличению температуры на выходе и наоборот.

Стабильность

У нас есть стабильность в замкнутой системе управления с обратной связью, если мы не имеем непрерывного колебания. Мы не должны путать проблемы и различные эффекты, приводящие к нарушениям, сигналам шума и нестабильности в системе. Шумный и нарушенный сигнал может отображаться как в той или иной тенденции,

но его никогда не следует путать с цепью неустойчивости. Критерии устойчивости:

1. Коэффициент усиления для критической частоты < 1
2. Фазовый сдвиг петли для критической частоты $< 180^\circ$.

Усиление контура для критической частоты

Рассмотрим ситуацию, когда общее усиление контура для сигнала с этой частоты имеет в общей сложности фазы цикла сдвигом на 180° . Сигнал с этой частотой разлагается по величине, если коэффициент усиления для этого сигнала ниже 1^{25} . Другие две альтернативы:

1. Непрерывные колебания, которые остаются стабильными (коэффициент усиления контура = 1)
2. Непрерывные колебания, которые увеличиваются или ухудшаются (петлевое усиление > 1).

Фазовый сдвиг для контура критической частоты

Рассмотрим ситуацию, когда общий сдвиг фазы для сигнала с частотой, которая имеет общий коэффициент усиления петли 1. Сигнал с этим сдвигом фазы на 180° будет генерировать колебания, если коэффициент усиления контура больше 1. Эта ситуация показана на рисунке 4.2.

Примечание:

- Увеличение коэффициента усиления или сдвиг фаз дестабилизирует замкнутый контур, но и делает его более отзывчивее или чувствительнее.
- Уменьшение коэффициента усиления или сдвиг фазы стабилизирует замкнутый контур за счет этого делает его более медленным.
- Коэффициент усиления контура (K_{LOOP}) определяет величину коррекции контроллера и коррекция изменяется при изменении заданного значения.

²⁵ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 99-100.

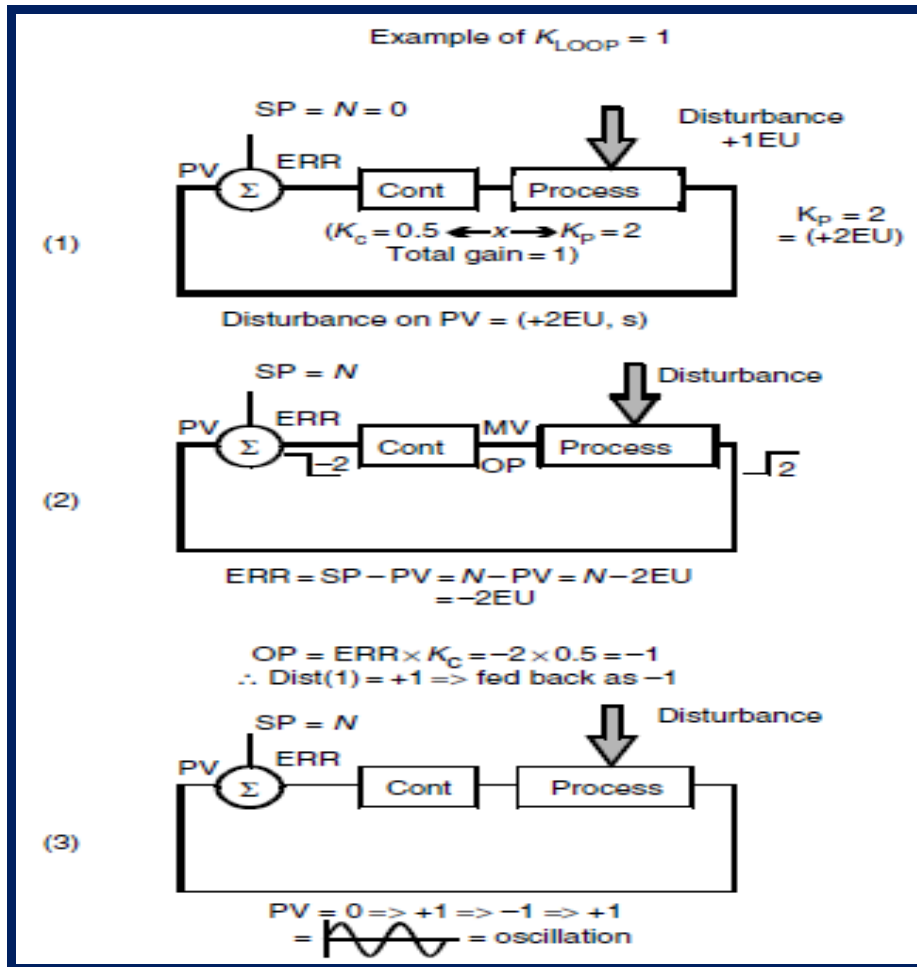


Рис. 4.2. Повышение нестабильности с 180° фазовым сдвигом (и усиление =>)

4.2. Пропорциональные, интегральные и производные режимы

Пропорциональное управление.

Это является основным средством контроля. Автоматический контроллер должен исправлять контроллеры ОП, с пропорциональностью на ERR. Коррекция начинается от ОП значения в начале автоматического управляющего воздействия.

Ошибка пропорциональности и ввод значения вручную

Мы будем называть это руководством начального значения²⁶. В прошлом это было передано как 'ручной сброс'. Для того, чтобы сделать автоматическую коррекцию, это означает, что исправление от ручной начала, нам всегда нужно значение ERR. Без значения ERR нет коррекции и мы возвращаемся к значению MANUAL. Поэтому нам всегда нужен небольшой ", лишняя" ошибка, чтобы сохранить

²⁶ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 103-104.

корректирующееуправления вверх. Эта ошибканазывается смещением. ERR0 это значение ошибки, мы бы без какого- либо контроля вообще.

K_C коэффициент усиления, применяемый для масштабирования размеров управляющего воздействия, основанного на ERR. LOOP (Цепь) является общим коэффициентом усиления контура, который является произведением коэффициента усиления регулятора (K_C) и усиления процесса (K_P). Единственная настройка постоянной для пропорционального управления является K_C (усиление регулятора). Чем больше мы делаем значение K_C , Тем труднее или чувствительным (снижение устойчивости) является контроль системы.

При больших значениях K_C ,то значение смещения становится меньше. Если коэффициент усиления становится слишком большим, мыможет столкнуться с проблемой стабильности. Следующие соотношения следуют из вышеизложенного:

Пропорциональные отношения

<ol style="list-style-type: none"> 1. $OP = K_C \times ERR + MANUAL$ 2. $K_{LOOP} = K_C \times K_P$ 3. $Offset = ERR0 / (K_{LOOP} + 1)$ $ERR = SP - PV$ $OP = K_C \times ERR$ $PV = ERR \times K_{LOOP}$ $ERR = SP - PV$ $= SP - ERR \times K_{LOOP}$ $\therefore ERR + ERR \times K_{LOOP} = SP$ $ERR (1 + K_{LOOP}) = SP$ <p style="text-align: center;">At a steady state $ERR = SP / (1 + K_{LOOP})$</p>
--

В стационарном состоянии

$$ERR = SP / (1 + K_{LOOP})$$

Термин ошибка (ERR) определяется как "ошибка = Указано-Идеально 'и выпускается в виде:

$$ERR (t) = SP (t) - PV (t)$$

Хотя это указывает на то, что корректировки (SP) может быть переменной во времени, в большинстве процесс проблем управления он остается постоянным в течение длительных периодов времени. Для пропорционального регуляторавыход пропорционален этому сигналу ошибки, который вытекает, как:

$$OP_c(t) = P + K_C E(t)$$

Где OP_c = Выход контроллера

P = Выходной сигнал смещения контроллера или начальное значение MANUAL

K_C = Коэффициент усиления контроллера (обычно безразмерного)

E = Значение ошибки.

Это приводит путь к оценке набора понятий для пропорционального управления.

Относительный диапазон

Контроллеры зона пропорциональности обычно определяется, в процентном выражении, как отношение входное значение, или PV к полному или 100% изменение выходного значения контроллера или MV. Это отношения к пропорциональному или усиления регулятора (K_C) дан кем-то:

$$PB = \frac{1}{K_C} \times 100$$

Пропорциональный:

$$\Delta MV = K_C \times \Delta PV$$

Относительный диапазон%:

$$\Delta PV = \frac{\Delta MV}{K_C}$$

Как показано на рисунке 5.3, если PB, или пропорциональный диапазон, контроллера устанавливается в размере 100% ($K_C=1$), то полное изменение PV, или вход, от 0 до 100% приведет к изменению MV или выход, от 0 до 100%, что приводит к 100% от движения клапана или операции²⁷.

²⁷ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 104-105.

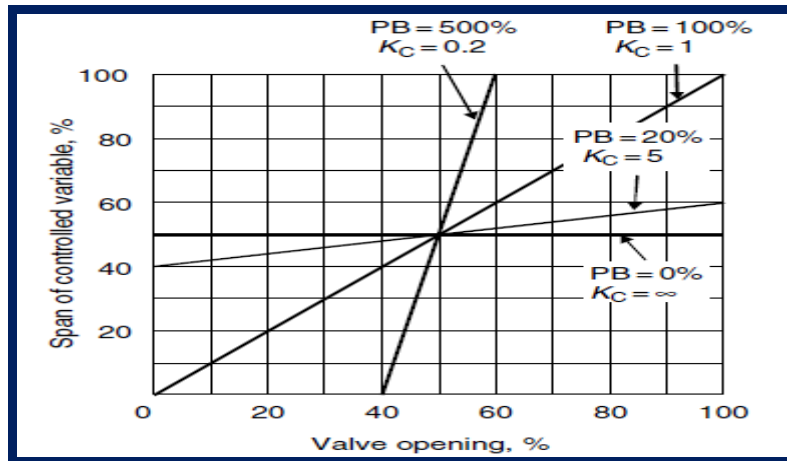


Рис. 4.3. Диапазоны пропорциональных полос

Если PB устанавливается на уровне 20% ($K_C = 5$), то изменение в PV , или вход, от 40 до 60% будет приводить к таким же изменениям MV , или выхода, от 0 до 100%. С тем же самым равнодействующим движением клапана из полностью закрытого до полностью открытого. Аналогично, PB значение 500% ($K_C = 0,2$) приведет к MV , или выхода, изменяется от 40 до 60%, когда PV , или вход, изменяется от 0 до 100%.

Высокий процент значения PB поэтому представляют собой менее чувствительный отклик от контроллера, а низкие процентные значения приводят к более чувствительному отклику.

Интегральное управление

Интегральное действие используется не для контроля смещения в сторону без выходного сигнала. Это означает, что управления в направлении *без ошибок* ($ERR = 0$). Интегральный регулятор обычно используется для оказания помощи пропорциональному управлению. Мы называем сочетание обоих PI -управления.

Интегральный и пропорциональный с интегральной формулой:

Формула для I -контроля:

$$OP = \left(\frac{K}{T_{INT}} \right) \int_0^T ERR dt$$

Формула для PI -управления:

$$OP = \left(\frac{K}{T_{INT}} \right) \int_0^T ERR dt + (K \times ERR + MANUAL)$$

T_{INT} является неотъемлемой постоянной времени.

Так как интегральное управление (I-контроль) интегрирует ошибку во времени, управляющее воздействие растёт больше, чем дольше сохраняется ошибка. Такая интеграция ошибки не происходит до тех пор, пока без ошибок существует. Каждый интеграл действия имеет фазовую задержку 90° . Этот фазовый сдвиг оказывает дестабилизирующий эффект. По этой причине, мы редко используем I-контроль без P-контроля.

Интегральное действие

Давайте рассмотрим несколько принципов исчисления и тригонометрии в отношении интеграла в вычислении, особенно интеграции синусоиде. Рисунок 4.4 показывает отставание фаз, интегральный расчет по синусоиде. Такой же эффект имеет место, если интегральное действие используется в замкнутой системе управления циклом. Интегральное действие добавляет к существующей фазовой задержки максимум интегральной синусоидальной волны, когда синусоида качается назад.

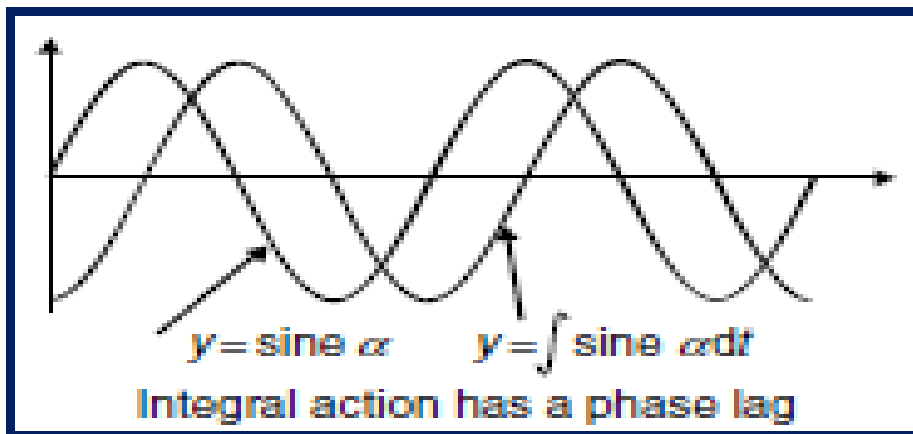


Рис. 4.4. Сдвиг фазы действия интеграции

Если мы рассмотрим «стационарное» значение существует для термина ERR, то интегральный выход будет, по завершении каждого из своих постоянных времени, T_{INT} увеличить выходное значение по ERR $\times K_{CV}$ в виде пандуса, как показано на рисунке 4.5 (a)²⁸.

²⁸ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 105-106

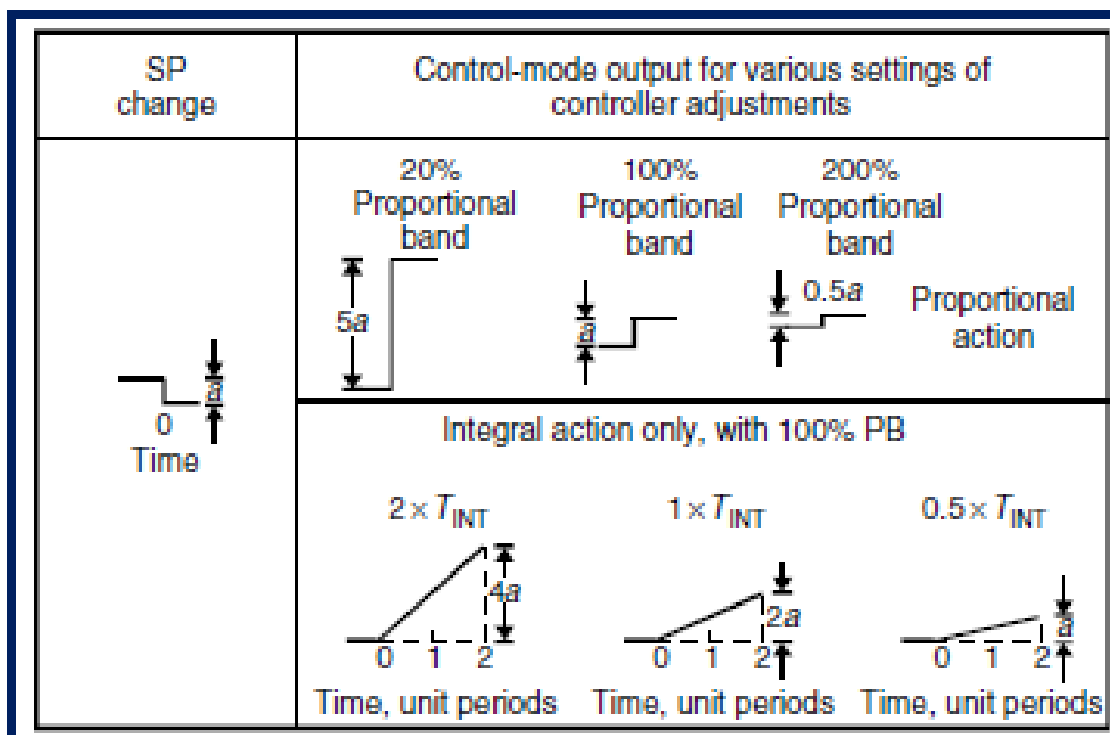


Рис. 4.5. (а) Интегральные соотношения и выход

Интегральное действие на практике

На практике, в качестве интегрального выхода возрастает и проходит через процесс PV будет переходить к значению SP, а термин ERR уменьшится по величине. Это уменьшит скорость его изменения в течение интегрального временного интервала, в результате чего в классическом первого порядка ответ «кривой», показанный на рисунке 4.5 (б).

Если скорость его изменения или значение на T_{INT} слишком мала, наряду с 90° фазовой задержки винтеграл действия, колебания могут возникнуть, то есть, по сути дела, применяя *перекоррекции в срок* значению термина смещения. Если это происходит с замкнутой системой управления с обратной связью в отрасли, у нас есть проблема стабильности.

Регулирование по первой производной

Единственной целью контроля является производная, чтобы добавить стабильности в замкнутой системе управления с обратной связью.

Величина производной управления (D-контроль) пропорциональна скорости изменения (или скорость) PV. Так как скорость изменения шума может быть большой, используя D-контроль как средство

повышения устойчивости контура управления осуществляется за счет усиления шума. Как D-контроль, он всегда используется в комбинации с P-контролем или ПИ-регулятором. Это приводит к PD-контролю или ПИД-регулированию. ПИД-регулирование в основном используется, если требуется D-контроль.

Производная формула

Формула для D-контроля:

$$OP = K \times T_{DER} \left(\frac{dERR}{dt} \right)$$

T_{DER} является производной по постоянному времени.

Опять же, используя принципы исчисления и тригонометрии по отношению к производным расчетам, особенно в случае дифференциации синусоиды можно вывести следующие принципы.

Рисунок 4.6 показывает опережение фазы с производными финансовыми инструментами расчета на синусоиде.

Такой же эффект существует, если производное действие используется в замкнутой системе управления с обратной связью.

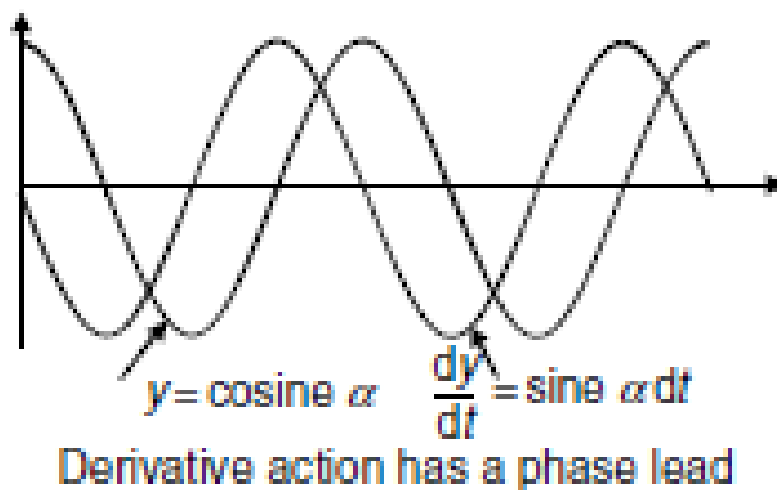


Рис. 4.6. Сдвиг фазы дифференцировки

Производная действие может удалить часть или все существующей фазовой задержки. Это теоретически достигается за счет выходе функции производной происходит сразу к бесконечному значению когда значение ERR видно, чтобы изменить.

Пропорциональные, интегральные и производные режимы

Большинство контроллеров предназначены для работы в качестве PID-регуляторов.

Включение/отключение интегральной и дифференциальной функций

- Если производная действия не нужна, T_{DER} (производная постоянная времени) должен быть установлен на ноль.
- Если интеграл действия не нужен, T_{INT} (интегральная постоянная времени) должна быть установлена на наибольшее значение (999 мин, например).

Большинство контроллеров работают как I-контроллер, только если K устанавливается в ноль²⁹. В таких случаях коэффициент усиления единица¹ активен только для интегрального действия. Понятие ПИД-регулятора показана на рисунке 4.7.

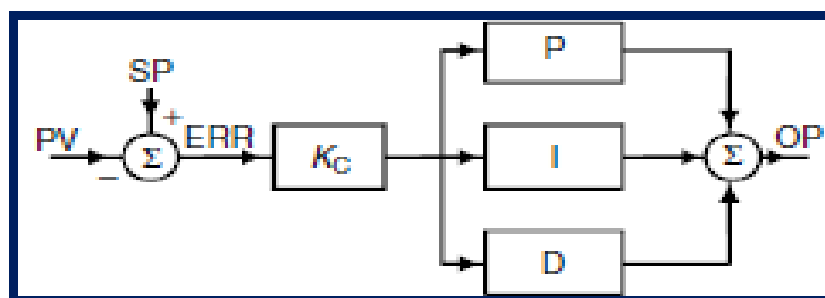


Рис. 4.7. Блок-схема идеального ПИД-регулятора

ISA против AllenBradley

Функции ПИД, рассматриваемые в рамках цифровой системы (PLC), приравнивают к процессу, в котором выходной сигнал контроллера предназначен для управления переменной процесса (PV) в направлении заданного значения (SP) стоимость. Разница между значениями PV и SP является значение ошибки системы, на которой функции ПИД-регулятора работают. Чем больше значение ошибки, тем больше выходной сигнал. ISA (Instrument общество Америки) имеет набор правил, которые делают P, I и D функции зависят друг от друга, и, например, система контроллера AllenBradley работает либо на ISA (зависимой) или независимых доходов.

²⁹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 110-111.

P, I и D отношения и связанные с ними взаимодействия

P-контроль является основным методом контроля и должен сделать большую часть работы.

I-контроль осторожно добавляют только, чтобы удалить смещения, оставленные P-контролем.

D-контроль применяется только для стабильности. Он должен быть установлен таким образом, чтобы его стабилизирующее действие является больше дестабилизирующего эффекта I-контроля.

В тех случаях, когда не существует тенденция к нестабильности, D-контроль не используется. Это включает в себя большинство приложений потока.

4.3. Применение режимов управления технологическими процессами **Пропорциональный режим (P)**

Самая основная форма контроля. Это может быть использовано, если результирующее смещение на выходе является постоянной и приемлемой. Различные усиления регулятора K_c .

Пропорциональный и интегральный режим (PI)

Интегральное управление может быть добавлено к пропорциональному управлению, чтобы удалить смещение от выхода. Это может быть использовано, если нет проблем со стабильностью, такие как в плотном цикле управления потоком.

Пропорциональный, интегральный и производный режим (PID)

Это полный 3-термин контроллер, используется там, где есть неустойчивость, в интегральном режиме может быть использована. Производная функция усиливает шумы и это необходимо учитывать при использовании полные три слагаемых.

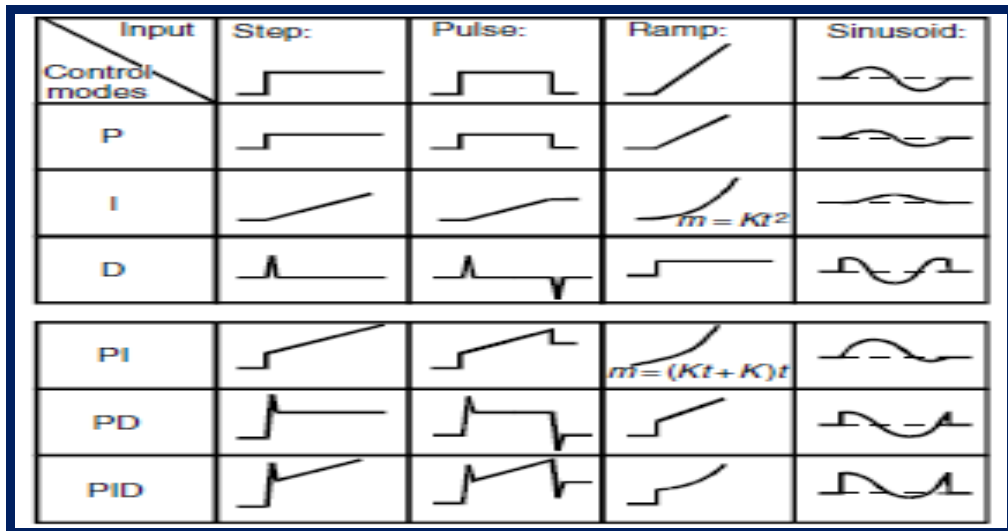


Рис. 4.8. Типичные выходы контроллера

Пропорциональный и дифференциальный режим (ПД)

Этот режим используется, когда есть чрезмерное запаздывание или инерционные проблемы в процессе.

Интегральный режим (I)

Этот режим используется почти исключительно в первичном контроллере в каскадном управлении. Это делается для предотвращения первичного выхода контроллеров от выполнения “Шаговые изменения” в случае корректировки регуляторов перемещения³⁰.

Контрольные вопросы:

1. Способы введения дополнительных сигналов.
2. Выбор устройства измерения рассогласования.
3. Алгоритмы оптимального управления.
4. Следящая система переменного тока.
5. Алгоритм прямого цифрового управления.
6. Оперативное управление.
7. Принцип работы и структура релейной следящей системы.
8. Алгоритмы оптимального управления.
9. Технические средства АСУТП. Связь УВМ с объектом.

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.

³⁰ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 111-112.

5- тема. Цифровые принципы контроля

План:

1. Основы цифрового контроля
2. Лапласовский концептуальный пересмотр
3. Общие стандартные блоки
4. Регулирование по отклонению

Ключевые слова: система управления, технологический процесс, измерение, состояния процесса, контроллер, внешние воздействия, Аналоговое определение, Цифровое определение, Идентификация, диспетчер, цифровом контроле, Возрастающие алгоритмы.

5.1. Основы цифрового контроля

Цифровой против аналога: пересмотр их определений

Когда отбор типа системы управления потребовал, чтобы исследовал альтернативы это существуют между цифровыми и аналоговыми системами. Цифровые системы совместимы с компьютерами, распределенные системы управления, программируемые диспетчеры и цифровые диспетчеры.

Аналоговое определение

Количества или представления, которые являются переменными по непрерывному диапазону. Эти переменные могут входить бесконечное число значений, в то время как цифровое представление этих тех же самых переменных ограничены определенными состояниями или значениями. Аналоговые системы более точны в их представления значений, но по значению, вызванному или совокупному шуму и трудности в точном передача, являющаяся двумя из основных проблем, связалась с этим типом системы.

Цифровое определение

Цифровое определение - это термин, использованный, чтобы определить количество с дискретными уровнями, а не по не прерывному диапазон.

Действие в цифровых петлях контроля

Цифровые петли контроля отличаются от аналоговых петель контроля, их аналоговых родственников, в этом что аналоговый контроллер заменен семплером (дискретизатором). Это – иная форма компьютерного выполнения дискретных алгоритмов управления и хранение отдельных результатов.

Действие основано на сравнении разницы между предыдущими значениями выборки) и текущее значение и формирования выходного сигнала, который используется для увеличения или уменьшения окончательного выхода контроллера, в сочетании с любыми другими существующими цифровой функцией (P или P+ I или P+ I+ D, и т.д.).

Идентификация функций в области частоты

Поскольку алгоритмы контроля часто выражаются с точки зрения $f(s)$, который относится к функции в область частоты, мы рассмотрим эти выражения. Этот параграф не предназначен, чтобы войти в теорию Лапласовских преобразований, но обеспечить основное понимание выражений должно было понять состав большинства алгоритмов контроля. Однако, быстрый и простой пересмотр и обзор следует.

5.2. Лапласовский концептуальный пересмотр

Принцип операции по преобразованию должен изменить трудную проблему в более легкой проблеме или форма, которая более удобна для ручки. Однажды следствие а преобразование было получено, обратное преобразование может быть сделано определить решение оригинальной проблемы. Например, логарифмы- операция по преобразованию, которым проблемы умножения и деления могут быть преобразованы в подведение итогов и операции по отрицанию.

Лапласовские преобразования выполняют подобную функцию в решении отличительных уравнений. Лапласовское преобразование линейного обычного отличительного уравнения приводит к линейному алгебраическому уравнению. Это обычно намного более просто решить, чем передача отличительное уравнение. Как только лапласовское решение для области было найдено, передача решение для временного интервала может не, определенный при помощи обратного преобразования.

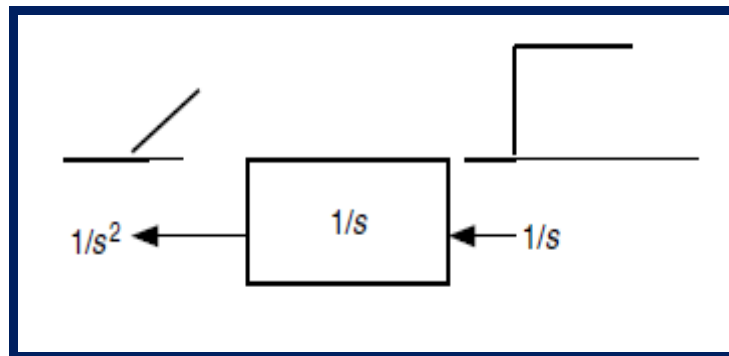
Лапласовская функция функции временного интервала $f(t)$ обозначена символом $F(s)$ и определен следующим образом:

$$F(s) = L[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt$$

где: $L[f(t)]$ символ для Лапласовского преобразования в скобках

Переменная s является сложной переменной ($s = \sigma + j\omega$) введенный преобразованием. Весь иждивенец времени функционирует во временном интервале, становятся функциями s в Лапласовском область (s область). Следующий пример иллюстрирует интегратор как составной блок с его

шагом функционируйте вводит $1/s$ в области частоты, представляемой как составное вычисление³¹.



Приложение А иллюстрирует некоторые Лапласовские пары преобразования.

5.3. Общие стандартные блоки

Обычно используемые стандартные блоки:

- T_s : Производный блок с производным постоянным временем
- $1/ T_s$: Составной блок с составным постоянным временем
- $1/ (1+ T_s)$: Сначала закажите задержку с задержкой постоянный блок.

Мы можем работать с этими блоками, используя теоремы преобразования блок-схемы также называемый алгеброй блок-схемы. Пример этого- создание ведущего алгоритма. Ведущий алгоритм производная алгоритма задержки, где производное время, постоянное (T_{DER}), должно быть значительно больше, чем задержка, постоянная (T_{lag}).

$$\text{Lead} = \text{Derivative} \times \text{lag}$$

$$\text{Lead} = sT_{DER} \times \frac{1}{(1+sT_{lag})}$$

$$\text{Lead} = \frac{s T_{DER}}{(1+s \times T_{lag})}$$

Приближаясь к проблеме от другого направления, мы проанализируем существующий контроль алгоритмы стандартным блоком изображают схематически с блоками, используя вышеупомянутые термины. Тогда мы будем рассмотреть способ, которым эти блоки осуществлены в компьютерах. В рисунке 6.1 мы видим блок-схему настоящего диспетчера, используемого в качестве окончательного вторичный, или полевой диспетчер, ведя фактическую переменную процесса.

³¹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 113-114.

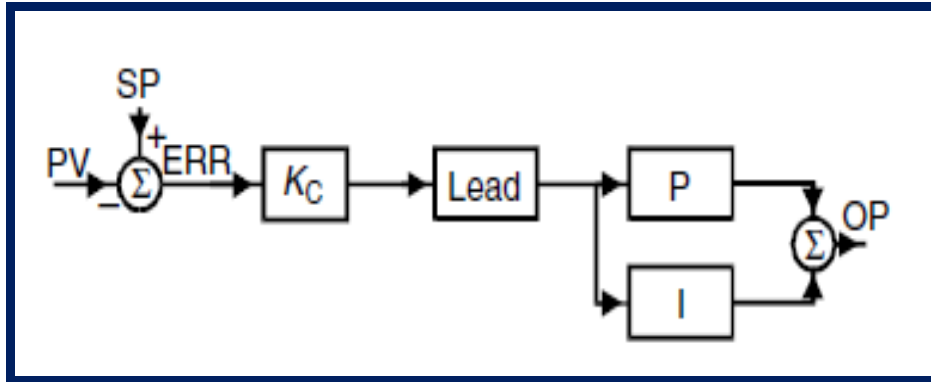


Рис. 5.1. Полевая (реальная) блок-схема диспетчера

Формула с точки зрения $f(s)$ для алгоритма контроля диспетчеров, основанных на блоке

диаграмма в рисунке 6.1 может быть заявлена как:

$$OP = K \times \frac{1 + T_{DER} S}{1 + \alpha T_{DER} S} \times \frac{1 + T_{INT} S}{T_{INT} S}$$

Где

K = Усиление регулятора

T_{INT} = Составное постоянное время

T_{DER} = Производное постоянное время (lead = α времени lag)

$Alpha = \alpha$ ($\alpha = 8$ для учебных заявлений).

Промышленные диспетчеры используют стоимость между 8 и 12 для $1/\alpha$

Алгоритмы в областичастоты

Алгоритмы, выраженные в области частоты, не показывают статических констант. Поэтому, алгоритмы должны быть вычислены независимо от любой константы. Например, такая константа могла быть ручной стартовой позицией стоимости OP. Это совпадает с потребностью иметь все динамические вычисления контроля, сделанные быть независимыми из абсолютной величины OP. Требование там, потому что стоимость OP должна быть измененный от места назначения (рабский диспетчер) стоимости, если место назначения способный к инициализации. Мы рассмотрим инициализацию в главе по «Каскадному контролю». Если никакая инициализация не берет место, стоимость OP вычислена алгоритмами диспетчера (автоматический контроль). Каждый время, которое мы изменяем от государства инициализации в автоматический контроль, стоимость OP, должно быть принятый как есть иначе был бы «удар» в стоимости OP в изменении от начального ручного управления в автоматический способ, который мог вызвать расстройство процесса.

Потребность в цифровом контроле

Есть требование, чтобы изменить стоимость ОР от различного независимого политика вычисления как инициализация и автоматический контроль, и таким образом, ни один из них вычисления должны управлять абсолютной величиной ОР. Эти вычисления позволенный увеличить и уменьшить существующую стоимость ОР только. Они не делают определите абсолютную величину ОР. Поэтому абсолютная величина ОР размышляет стоимость назначения только.

Возрастающие алгоритмы

Стоимость ОР, например, может показать истинное положение клапана, и никакое вычисление не разрешенный вызвать абсолютную величину на ОР. Только изменения, который означает движения положения клапана разрешены³².

Этот подход использует то, что мы называем возрастающим алгоритмом где контроль вычисления вычисляют изменения и не абсолютные величины.

Как только этот принцип установлен, он может использоваться, чтобы вычислить контроль PID в отдельном:

- P-вычисление
- I-вычисление и
- D-вычисление

Каждый увеличение (или уменьшение) ОР оценивает, не зная другого контроля вычисления способа. Каждое вычисление просто увеличивает (или уменьшается), ОР и не заботится об абсолютной величине ОР.

Принцип возрастающего вычисления ОР для автоматического контроля, основанного на блоке диаграмма в рисунке 5.2: идеальный диспетчер.

$$OP_n = OP_{n-1} + \Delta OP_P + \Delta OP_I + \Delta OP_D$$

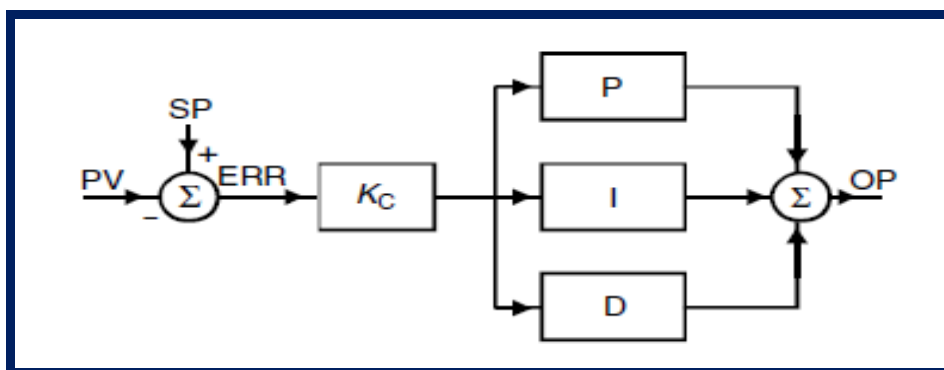


Рис.5.2. Идеальный диспетчер PID блок-схема

³² Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 115-116.

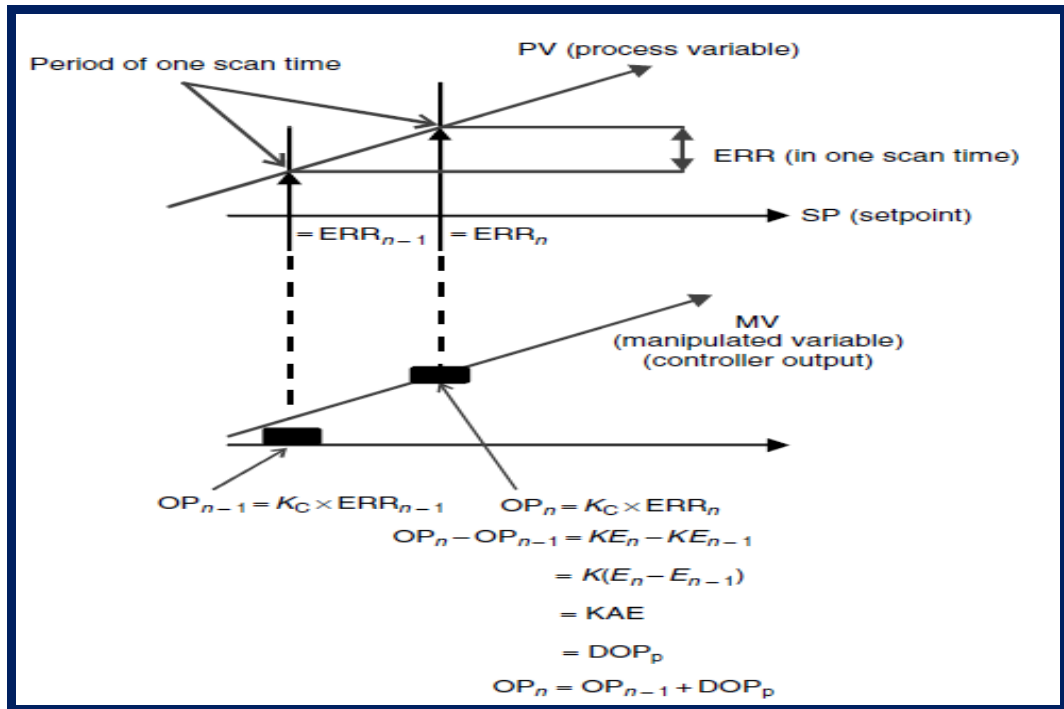


Рис. 5.3. Графический пример DOP_p

Принцип возрастающего вычисления ОР для автоматического контроля, основанного на блоке диаграмма в рисунке 6.1: настоящий диспетчер.

$$OP_n = OP_{n-1} + \Delta OP_p + \Delta OP_I$$

Где

OP_n = Стоимость продукции после текущего просмотра

OP_{n-1} = Стоимость продукции после прошлого раза просмотра

ΔOP_p = Изменится на стоимость продукции, требуемую пропорциональным действием

ΔOP_I = Изменится на стоимость продукции, требуемую составным действием

ΔOP_D = Изменится на стоимость продукции, требуемую производным действием.

Если в каскадном контроле (см. Главу «Каскадный контроль»), и инициализация, SP а вторичный диспетчер ведет ОР основного диспетчера (рисунок 6.3).

$$OP = SP_S$$

Где

SP_S = Заданное значение вторичного диспетчера³³.

³³ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 117-118.

Примечание: письмо D (или дельта Δ символ) курсивом; использовался в качестве префикса для названия параметра, чтобы представлять изменения параметров от одного вычисления до следующего, как в DERR, DOP или DPV.

Время от одного вычисления до следующего называют временем просмотра.

Для представления полной стоимости параметров не использовался никакой префикс, поскольку в ERR, OP или PV.

Просмотренные вычисления

Компьютер не может выполнить много связанных вычислений одновременно.

Ряд повторных вычислений таким образом сделан.

- Если интервал повторения между вычислениями постоянный, мы называем его фиксированным просмотром время.

- Установленное время просмотра используется во всех контроллерах, разработанных для непрерывного (модуляция) контроль.

- Если время просмотра не постоянное как с некоторыми программируемыми логическими диспетчерами (PLCs), время просмотра должно быть вычислено для каждого просмотра компьютерной системы.

- Это особенно важно, так как все константы времени использовали для просмотренного фактического (повторяющееся) вычисление должно использоваться в единицах просмотра.

Поэтому подводить итог для просмотренных (повторяющихся) вычислений:

- Все константы времени находятся в единицах просмотра.

- Все константы времени должны быть намного больше, чем время просмотра гарантировать что цифровое вычисление- эквивалент, или хорошее приближение к приведённому ранее аналоговому вычислению.

5.4. Регулирование по отклонению

Давайте сравним общую формулу, показанную прежде с формулой, используемой для возрастающего P-контроль:

$$OP = K \times ERR + MANUAL$$

После дифференцирования:

$$d \frac{OP}{dt} = K \times \frac{dERR}{dt}$$

Обратите внимание на то, что мы потеряли наше постоянное MANUAL. Это делает этот алгоритм динамическим вычисление только. Если реакция процесса незначительна между временами просмотра, мы

можем упростить вычисление в вычисление различия с интервалом времени просмотра:

$$\Delta OP = K \times \Delta ERR$$

ΔERR - изменение ошибки от последнего просмотра до существующего просмотра. ERR в различии уравнение- эквивалент, ERR dt в отличительном уравнении.

Интегральное управление

Давайте сравним общую формулу, показанную прежде с формулой, используемой для возрастающего I-контроль:

$$OP = \left(\frac{K}{T_{INT}} \right) \int_0^T ERR dt$$

После дифференцирования:

$$\frac{dOP}{dt} = \left(\frac{K}{T_{INT}} \right) \times ERR$$

Если реакция процесса незначительна между временами просмотра, мы можем упростить вычисление в вычисление различия с интервалом времени просмотра:

$$\Delta OP = \frac{K}{T_{INT}} \times ERR$$

Где:

$$T_{INT} [scan\ units] = \left(\frac{T_{INT} [min] \times 60}{scan[s]} \right)$$

Примечание: T_{INT} должен быть в единицах просмотра (или число просмотров), не в минутах или секундах. Для примером, если интервал повторного вычисления (время просмотра) составляет 0,5 с и T_{INT} , составляют 1.5 минуты или 90 с, тогда T_{INT} в единицах просмотра равняется 180. Другими словами, T_{INT} - 180 единиц каждая 0,5 продолжительности с.

Регулирование по производной

Давайте сравним общую формулу, показанную прежде с формулой, используемой для возрастающего D-контроль:

$$OP = K \times T_{DER} \left(\frac{dERR}{dt} \right)$$

После дифференцирования³⁴:

$$dOP/dt = K \times T_{DER} \left(\frac{d^2ERR}{dt^2} \right)$$

Если реакция процесса незначительна между временами просмотра, мы можем упростить вычисление в вычисление различия с интервалом времени просмотра:

$$DOP = K \times T_{DER} \times \Delta(\Delta ERR)$$

Где:

$$T_{DER} [scan\ units] = [T_{DER} [min] \times 60] / SCAN[s]$$

Примечание: T_{DER} должен быть в единицах просмотра (или число просмотров). $\Delta (\Delta_{ERR})$, изменение изменение ошибки от последнего просмотра до существующего просмотра. $\Delta (\Delta_{ERR})$ в разностном уравнении эквивалент d^2ERR/dt^2 в отличительном уравнении.

Ведущая функция как производный контроль

Реальный алгоритм, используемый для полевого диспетчера, не использует идеалистическое и математически самый простой подход. Вместо математически определенного производного действия, полевой диспетчер использует ведущий алгоритм для производного контроля. Формула с точки зрения в f (s) для алгоритма контроля полевого диспетчера, использующего ведущий алгоритм, показывают рисунок 5.3. Блок-схему показывают в рисунке 5.4.

$$\begin{aligned} OP &= K \times \frac{T2s + 1}{\alpha T2s + 1} \times \frac{1 + T1s}{T1s} \\ &= \text{Gain} \times \text{Lead} \times \text{PI} - \text{Control} \end{aligned}$$

Формула для ПОЛЕВОГО диспетчера с точки зрения F (s) использование ведущего алгоритма.

Ведущая часть, представляющая интересы производного контроля, объяснена подробно в рисунке 6.5 ниже:

³⁴ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 118-119.

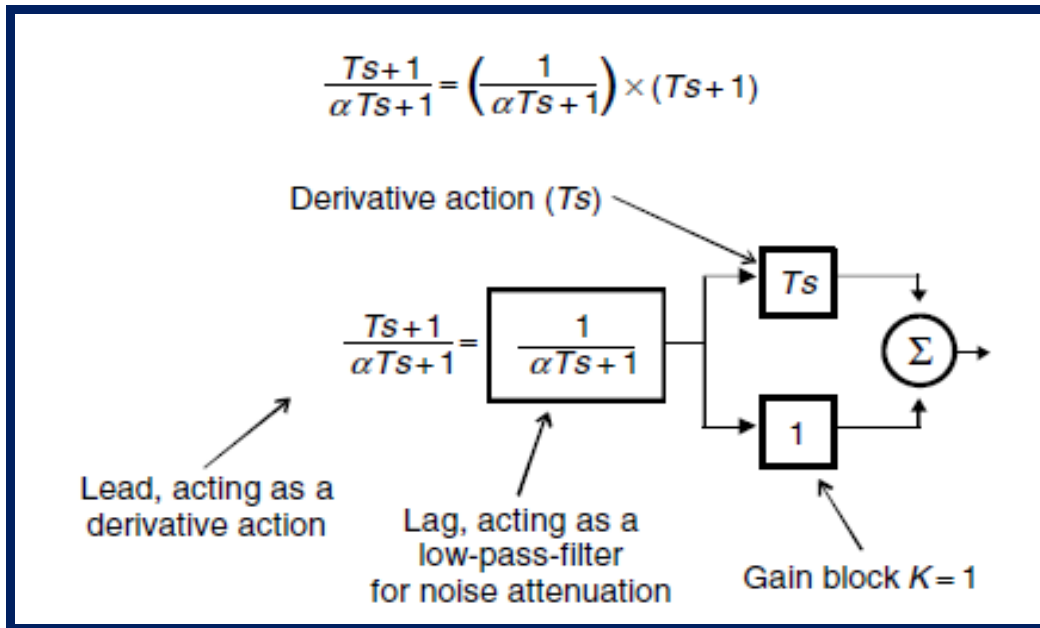


Рис.5.4. Блок-схема лидерства как производная

Если мы рассматриваем: $\alpha Ts = 1/8Ts$ тогда, это означает производную, в 8 раз более силен, чем фильтр нижних частот. Этот подход держит шум отрицательного воздействия, имеет на производной называйте к приемлемому минимуму³⁵.

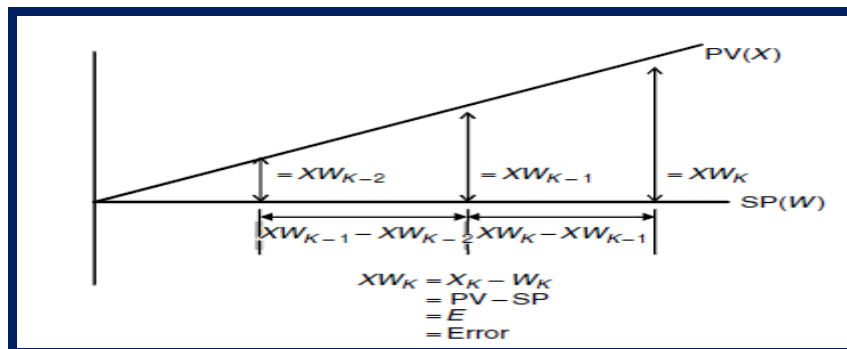


Рис. 5.5. Пример возрастающей формы (SiemensS7-200 V)

Контрольные вопросы:

1. Цифровые следящие системы.
2. Оперативное управление.
3. Подсистемы ввода и вывода информации.
4. Определение устойчивости и построение переходного процесса релейной СС.
5. Адаптивное управление.
6. Средства ввода и вывода информации.

³⁵ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, p.p. 119-120.

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.

IV. МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-практическое занятие:

Определение объекта управления

Цель работы: Исследование объекта при помощи модели пространственного состояния

Постановка задачи: Составить модель пространственного объекта в виде блок схем.

1. Определите вектор \vec{Y} , если вектор \vec{X} имеет вид – $\vec{X} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$,

векторы связаны уравнением – $\vec{Y} = \mathbf{A}\vec{X}$, где $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 2 \\ -1 & 3 \end{bmatrix}$,

Ответ:

$$\vec{Y} = \begin{bmatrix} -1 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix}.$$

2. По матричному уравнению $\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$, определите

y_1, y_2 .³⁶

Ответ:

$$y_1 = x_1 - x_3,$$

$$y_2 = x_1 + 2x_2.$$

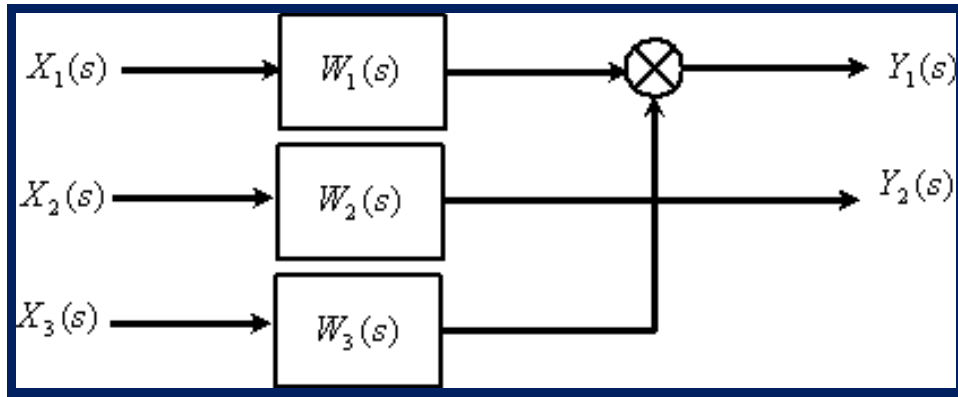
3. Объект управления описывается передаточной матрицей –

$$\begin{bmatrix} W_1(s) & 0 & W_2(s) \\ 0 & W_3(s) & 0 \end{bmatrix}, \text{ которая связывает векторы – } \vec{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}, \vec{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}.$$

Изобразить структурную схему, связывающую компоненты векторов \vec{X}, \vec{Y} .

Ответ:

³⁶ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (ст. 260)



4. По системе дифференциальных уравнений, описывающих многомерную систему –

$$\begin{cases} \frac{d}{dt}x_1 = x_2 + u_2, \\ \frac{d}{dt}x_2 = -x_1 - x_2 + u_1. \end{cases}, \text{ полагая векторы состояния и входа –}$$

$$\vec{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}, \vec{U} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}, \text{ записать уравнение состояния в развернутой}$$

форме.

Ответ:

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

5. По уравнению состояния

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot u, \text{ описывающему многомерную}$$

систему, определить систему дифференциальных уравнений, связывающих компоненты векторов состояния и входа.

Ответ:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt}x_1 = -x_1 - x_2 + u, \\ \frac{d}{dt}x_2 = x_1. \end{cases}$$

6. По системе дифференциальных уравнений, описывающих многомерную систему –

$$\begin{cases} 3 \frac{dx}{dt} + x = 2u, \\ \frac{d^2y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} + 3y = 2 \frac{dx}{dt} + x, \end{cases} \text{ полагая векторы состояния и входа –}$$

$$\vec{X} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}, \vec{U} = u, \text{ записать уравнение состояния в развернутой форме.}$$

Ответ:

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

Контрольные вопросы:

1. Дайте понятие об управлении.
2. Определите системы автоматического управления (САУ). Функции, выполняемые САУ.
3. Дайте понятие функциональным схемам разомкнутой и замкнутой системы автоматического регулирования.
4. Приведите классификацию систем автоматического регулирования по виду задающего воздействия.

Использованная литература:

1. Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (ст. 30-40, 45-50)
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.

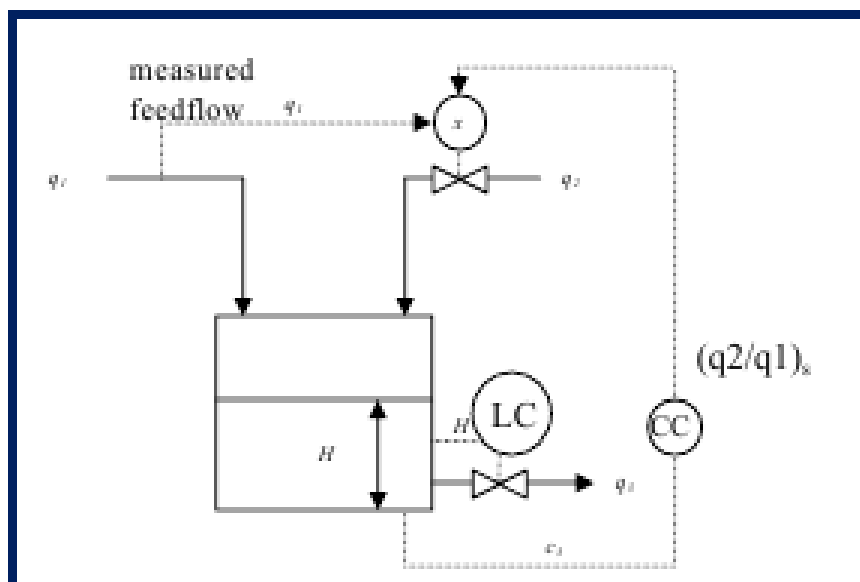
2-практическое занятие:

УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Цель работы: Изучения автоматического регулирования уровня

Постановка задачи: Автоматизировать объект регулирования 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 .³⁷

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 контролировать концентрацию c_3 путем манипулирования потоком q_2 .

³⁷ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (ст. 268)

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 измерение 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

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.

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 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.

3-практическое занятие: Основные принципы управления технологическими процессами

Цель работы: Применения режимов работы систем управления.

Постановка задачи: Регулировать основных параметров производства.

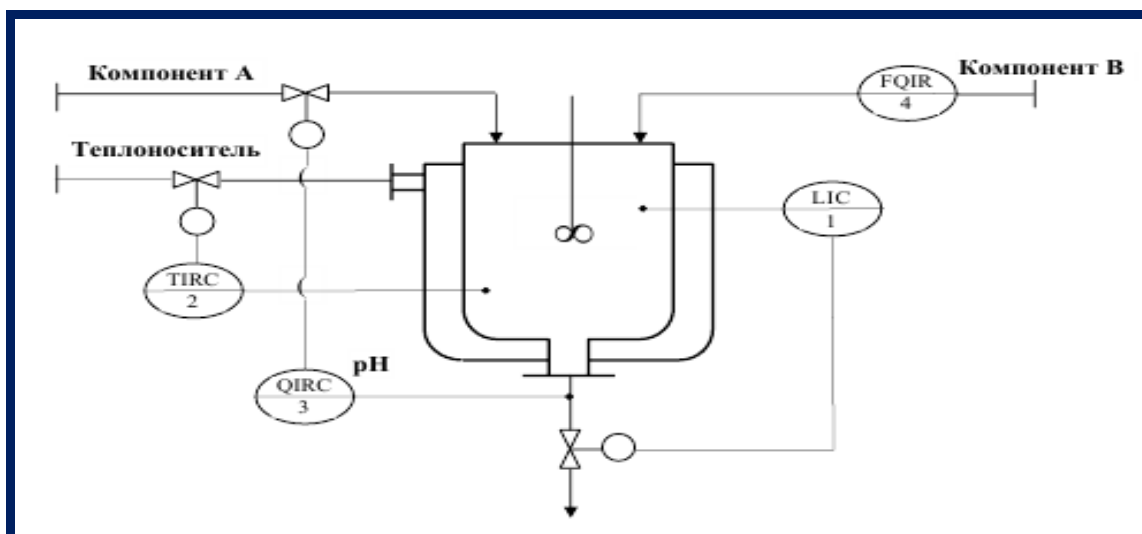
В емкостном аппарате непрерывного действия с мешалкой и рубашкой происходит смешивание двух потоков (компонент А, компонент

В). Смешение должно происходить при температуре $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $65 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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).

38



Емкостной аппарат с мешалкой

³⁸ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (ст. 260)

Таблица 1

Перечень контролируемых и регулируемых параметров для системы автоматизации емкостного аппарата

№	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	-	-

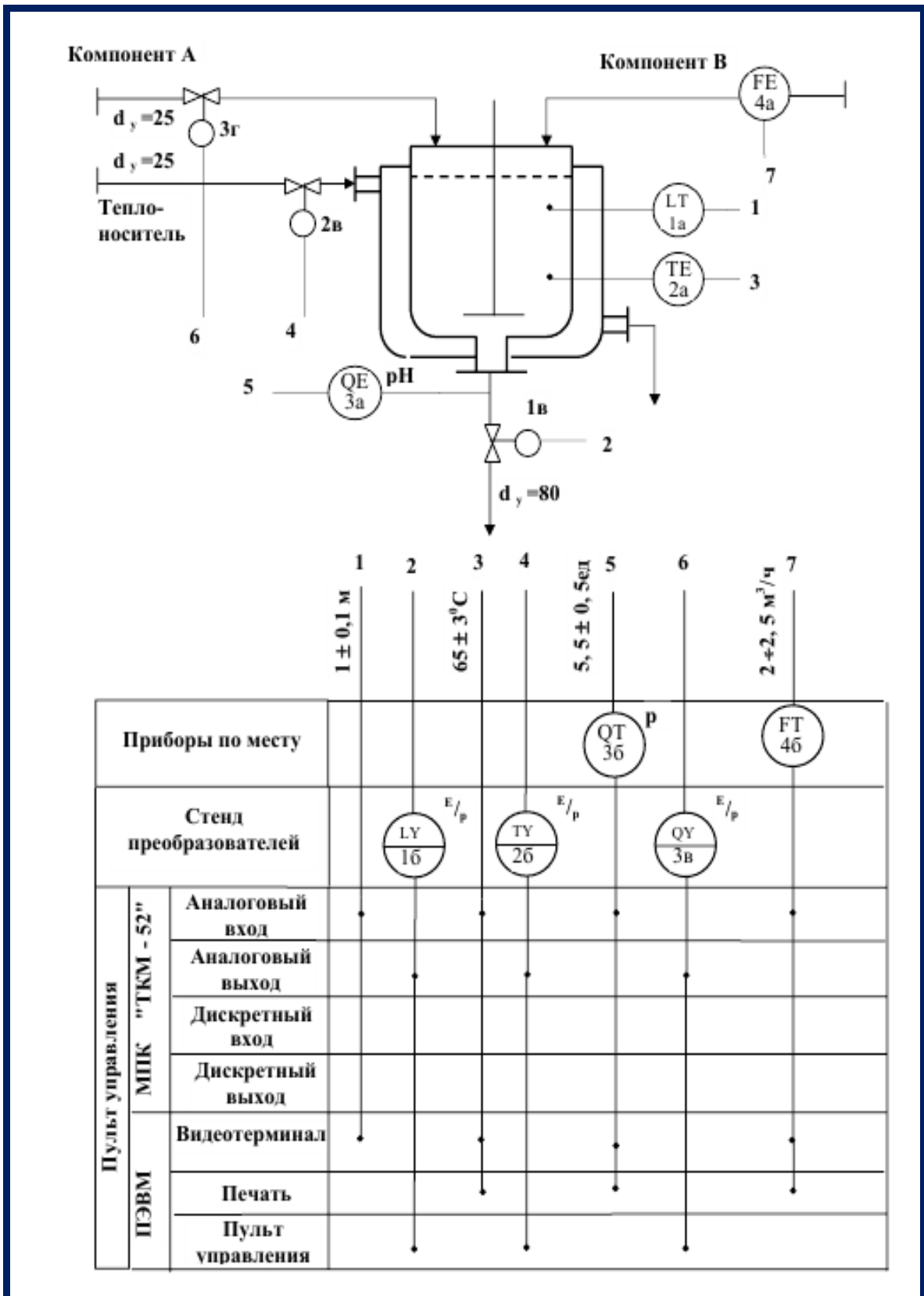


Рис. 22. Схема автоматизации емкостного аппарата

Таблица 2

Спецификация на приборы и средства автоматизации

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.

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 b.

4-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 хладагента (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 ³⁹.

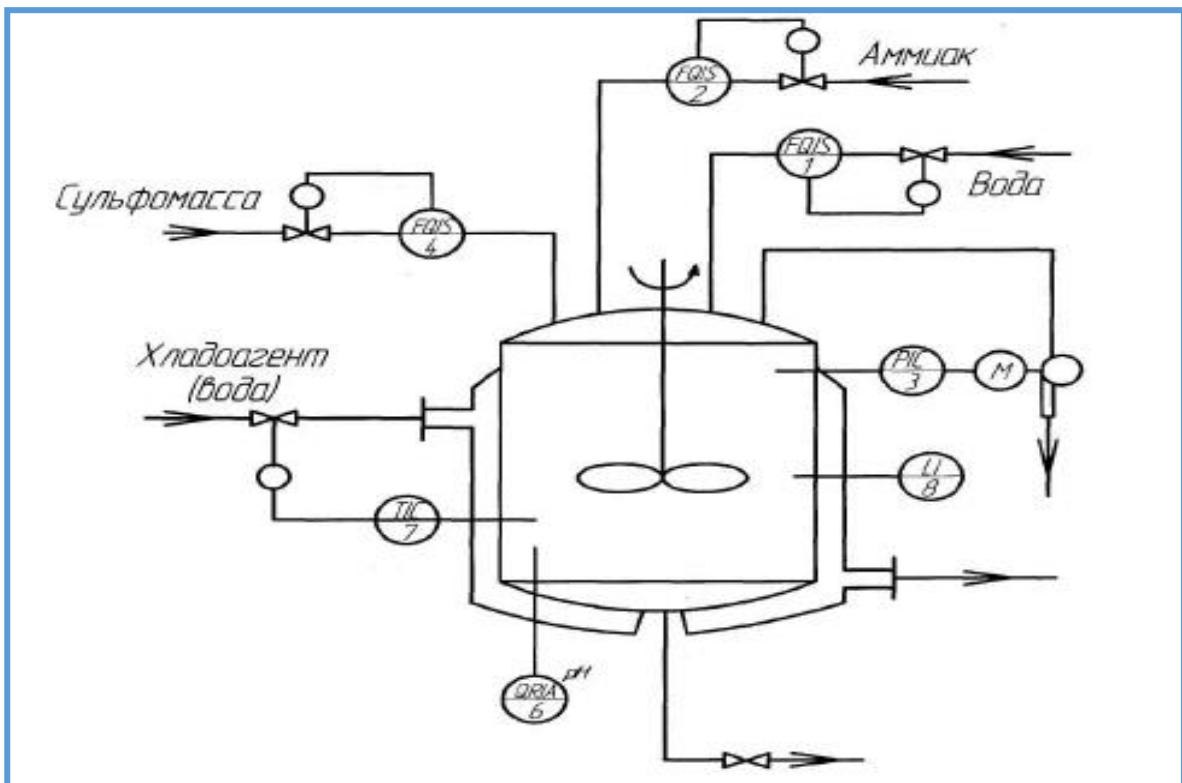


Рис. 1. Реактор нейтрализации

³⁹ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (ст. 275)

Задание 2

Режимы устойчивости и управления закрытых цепей

Предусмотрено (рис. 2):

- регулирование температуры расплавленного битума перед поступлением в смеситель (157 ± 5 °С) 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.).

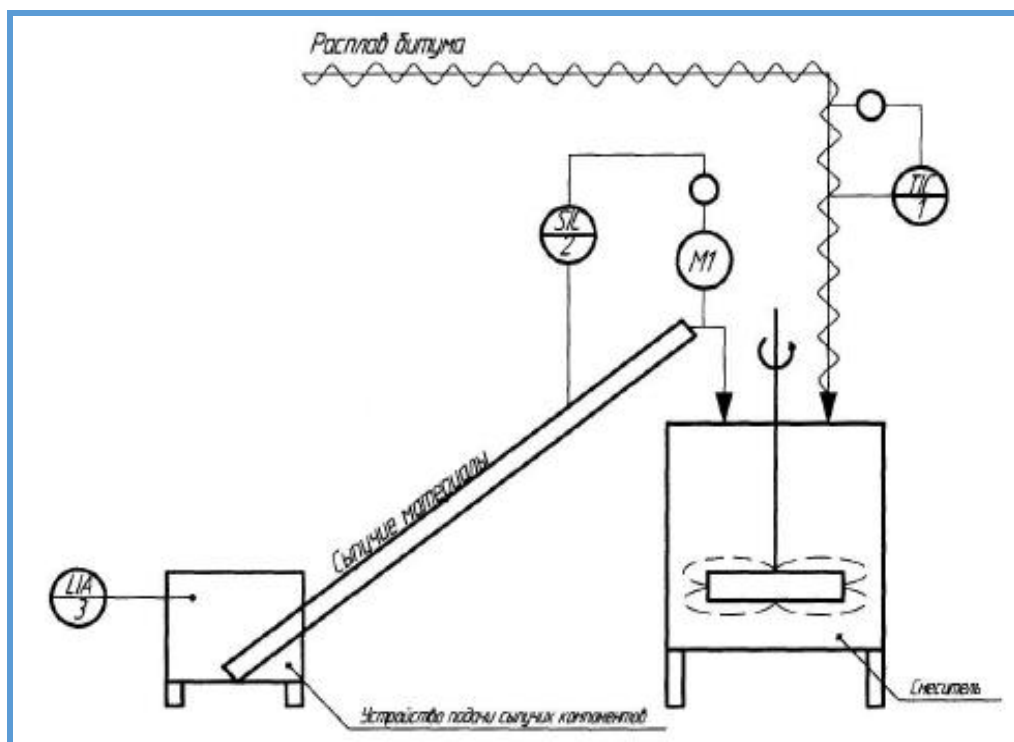


Рис. 2. Процесс получения материала ВИЗОМАТ

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

5-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.

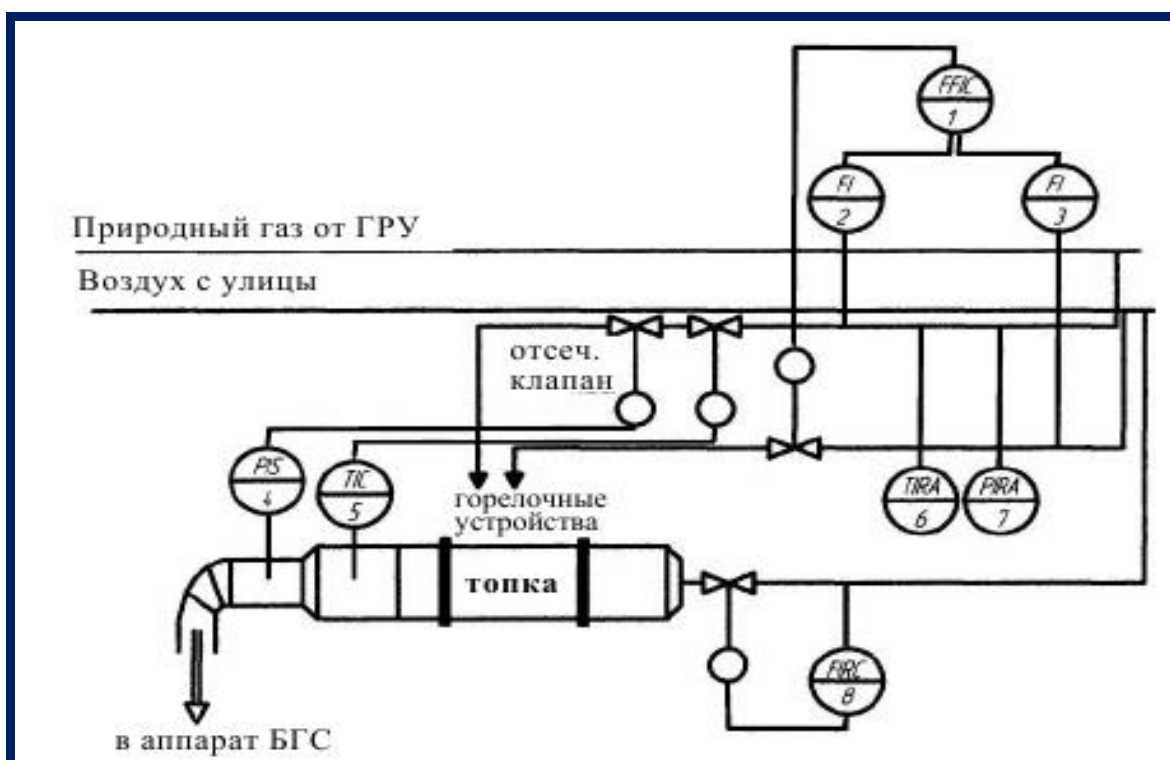


Рис. 4. Топочно-горелочное устройство

занятие №5

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.⁴⁰

Ответ:

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

3. По уравнению состояния

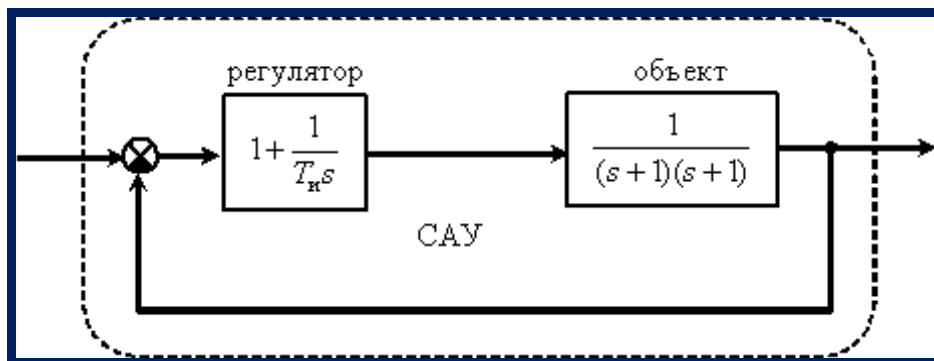
$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix},$$

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 $T_R = 1$ с.

⁴⁰ Wolfgang Altmann, Practical Process Control for Engineers and Technicians: Jordan Hill, Oxford 2005, 304 p. (ст. 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.

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 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 окончанию 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 окончанию практики представьте свою презентацию на занятии дисциплину «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. ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Слушатель во время подготовки самостоятельной работы по данной дисциплине должен:

- изучить главы и содержание учебника и учебных пособий по предмету;
- освоить по раздаточному материалу определенные части лекций;
- работать над темами модуля с использованием специальной литературы;
- глубоко изучить главы предмета, связанные с выполнением учебно-научной работой;
- использовать интерактивные методы обучения, дистанционное обучение.

Темы самостоятельной работы:

1. Автоматизация технологических процессов насосной станцией.
2. Автоматизация технологических процессов управления резервуарным парком нефтепродуктов.
3. Автоматизация технологических процессов газовой компрессорной станцией.
4. Автоматизация технологических процессов сепаратора установки подготовки нефти.
5. Автоматизация технологических процессов добычи нефти и газа.
6. Автоматизация технологических процессов управления транспортировкой нефти и газа.
7. Методы адаптивного управления. Структура адаптивных систем управления. Методика решения задач адаптивного управления.
8. Управление синхронизацией систем на основе адаптивных наблюдателей. Идея управляемой синхронизации. Постановка задачи и схема решения. Условия адаптивной синхронизации. Передача сообщений с использованием систем Чуа.
9. Регулирование параметрами состава и качества
10. Регулирование теплообменников смешения
11. Структурные схемы комбинированного управления смешением поверхностных теплообменников по расходу
12. Регулирование поверхностных теплообменников

VII. 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	Перегородка или разделение, используемый для	A partition or separation used for the

	<p>изоляция или изоляции электрического схемы или электрические дуги (как определено в NEMA Standard Pub. No. ICS 2, 1988).</p>	<p>insulation or isolation of electric circuits or electric arcs (as defined in NEMA Standard Pub. No. ICS 2, 1988).</p>
Бод/ Baud	<p>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).</p>	<p>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).</p>
БКС/ ВСС	<p>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.</p>	<p>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.</p>
Булева алгебра/ Boolean algebra	<p>Алгебраический метод манипулирования логических уравнений.</p>	<p>An algebraic method of manipulating logic equations.</p>
Газоанализатор/ Analyzer	<p>Прибор, предназначенный для получения информации о значении концентрации измеряемого компонента или суммы компонентов в анализируемой газовой</p>	<p>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.</p>

	смеси.	
Группы приложений (СА ЕЕМ)/ Application group	Группа приложений является продуктом конкретной группы, которые могут быть назначены для глобального пользователя. Стандартные группы приложений predetermined для СА Process Automation являются РАМ Админы, Проектировщики, Производство пользователей. Определенные пользователем группы приложений должны быть добавлены в соответствующие политики доступа и предоставленные соответствующие действия	An application group is a product-specific group that can be assigned to a global user. Standard application groups predefined for СА Process Automation are PAMAdmins, Designers, Production Users. User-defined application groups must be added to appropriate access policies and granted appropriate actions
Гибкая система управления/ Flexible control system	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.	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.
Гибкий производственный модуль (ГПМ)/ Flexible	Автоматизированная единица технического оборудования с	Automated unit technical equipment with program

manufacturing cell	программным управлением, обладающая автономностью и приспособленная к взаимодействию с другими модулями и системами управления.	management, having autonomy and adapted to interact with the other modules and control systems.
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/	Изменение взаимного	A plurality of change

Deformation	расположения множества частиц тела, которое приводит к изменению формы и размеров тела или его частей и вызывает изменение сил взаимодействия между частицами, т. е. возникновение напряжений механических.	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 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 заданные законы движения исполнительных звеньев.	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 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,	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,

	организация и управление), и совместно осуществляющая автоматизированный производственный процесс.	organization and management), and jointly carrying out an automated production process.
Канал/ Channel	Путь для сигнала. Несколько каналов могут совместно использовать общую связь.	A path for a signal. Several channels may 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, многшпиндельные 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	Последовательность прохождения заготовки,	Passing sequence blanks, parts or

Technology	детали или сборочной единицы по цехам и производственным участкам предприятия при выполнении технологического процесса изготовления или ремонта.	assembly unit in workshops and production sectors in the performance of technological process of manufacturing or repair.
Маршрутное описание технологического процесса/ Route description of the process	Сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.	Short description of all 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	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

	выходной цепи.	writes it to output circuits.
Модуль двустороннего ввода/вывода/ Bidirectional I/O module	Модуль ввода/ вывода, чья связь со сканером или процессор двусторонняя 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	The range of frequencies over which a system is designed to operate.

	Герцах между самой высокой и самой низкой частоты.	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 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.	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 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.
Плата (карта)/ Board (card)	1) печатная плата. 2) Узел печатных печатных плат – в ощущение, что (печатная) плата	1) A printed-circuit board. 2) A printed-circuit-board assembly

	физически основным компонентом Печатная плата в сборе.	— in the sense that the (printed-circuit) board is physically the main component of a printed-circuit-board assembly.
Пустой блок пространства/ Blank unit space	Блок пространство не оборудован, чтобы принять будущий блок (как определено в NEMA Стандартный Pub. Нет. ИКС 2, 1988).	Unit space not equipped to accept a future unit (as defined in NEMA Standard Pub. No. ICS 2, 1988).
Раздвоенный/ Bifurcated	Что-то, что ответвляется в 2-х ветвей (например, раздвоенная терминал).	Something that branches off into 2 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.

VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная 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 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.kemtip.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