

## СЕКЦИЯ № 2

### «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

---

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПАРНИКОВ И ТЕПЛИЦ

Алиев А.Р.

Научный руководитель Капля В.И.

Преимущества защищенного грунта предоставляют возможности выращивания сельскохозяйственных культур в течении всего года, а также позволяют освободить человека от постоянного контроля за ходом процесса роста растений. Для получения хорошего урожая необходимо в теплице поддерживать ряд параметров. К таким параметрам относятся:

- температура воздуха;
- температура почвы;
- влажность воздуха;
- влажность почвы;
- освещённость;
- содержание CO<sub>2</sub>;

Объектом управления является теплица общей площадью 560 м<sup>2</sup> предназначенная для выращивания рассады. Задачей управления является поддержание температурного режима на постоянном уровне. На процесс формирования температурного режима почвы, стен, воздушной среды теплицы оказывают влияние множество переменных, это:

1. Метеорологические.
2. Конструктивные и теплотехнические характеристики самого сооружения.
3. Теплофизические характеристики воздушной среды, ограждения, почвы, стенки.
4. Тепломелиоративные системы сооружения.
5. Биометрические, тепло - и массофизические характеристики агрофитоценоза и др.

Определение температуры почвы  $T_n$ , стенки  $T_{cm}$ , воздуха  $T_g$  сводится к решению задачи:

$$T_n = F_1(T_g, T_{cm}, M_1, M_2, M_3, M_4, M_5);$$

$$T_{cm} = F_2(T_g, T_n, M_1, M_2, M_3, M_4, M_5);$$

$$T_g = F_3(T_g, T_{cm}, M_1, M_2, M_3, M_4, M_5);$$

На основе физической модели тепловых процессов, происходящих в культивационных сооружениях, было найдено уравнение теплового

баланса воздушного пространства для промежутка времени  $\partial\tau$  с учетом обогрева:

$$dQ_{об} + dQ_p^\Sigma - dQ_{с.м} - dQ_s - dQ_{сш} - dQ_n - dQ_a - dQ_p = 0$$

В результате эксперимента было проведено сравнение передаточных функций первого, второго и третьего порядка. Была выбрана передаточная функция третьего порядка, так как она лучше описывает исходный процесс.

$$W(p) = \frac{0,57}{130 \cdot p^3 + 180 \cdot p^2 + 90 \cdot p + 1}$$

Также были исследованы современные системы автоматизации теплиц, первичные преобразователи (датчики), контроллеры, исполнительных механизмы.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА РАЗРЫВНОЙ МАШИНЫ МУР-20**

Апкарян А.Г. « ГОУ ВПО «МЭИ (ТУ)»

Научный руководитель Шамигулов П.В.

Необходимость достоверной оценки механических свойств металлов, в некоторых отраслях промышленности и других сферах человеческой деятельности, является первоочередной задачей. Одним из методов определения механических свойств металлов является испытание на разрыв.

В волжском филиале «МЭИ (ТУ)» в рамках дисциплины «материаловедение», с целью изучения свойств материалов, предусмотрено проведение статических испытаний на разрыв. Для этой цели на кафедре «общая физика» имеется разрывная машина МУР-20. Однако, ее применение по назначению не представляется возможным из-за некорректной работы. Связи с тем, что элементная база машины со времен ее создания заметно устарела, ремонт машины весьма сложен. Единственным рациональным решением является полная, либо частичная, замена управляющей схемы на новую, с применением микроконтроллера.

Основными элементами механической части разрывной машины является подвижная и неподвижная траверсы. На траверсах размещены активный и пассивный захваты соответственно. В захваты зажимают образец из материала, механические свойства которого исследуются. С помощью двигателя через волновой редуктор и винтовую передачу осуществляется перемещение подвижной траверсы вверх (растяжение, разрыв образца) или вниз (сжатие).

Управляющее устройство осуществляет регулирование частоты вращения двигателя (скорость перемещения траверсы), обратной связью служит тахогенератор и концевые выключатели. Также оно должно обеспечивать построение графика зависимости усилия от деформации на

дисплее ПЭВМ через стандартный интерфейс RS232 при растяжении образца усилием до 20 кН при скорости нагружения 0,5...100 мм/мин. Значение усилия измеряется с помощью тензометра через нормирующий усилитель, а значение деформации – с помощью энкодера. Задание на скорость перемещения траверсы и другие управляющие команды поступают с ПЭВМ.

Исследование управляющего устройства разрывной машины показало, что управление двигателем работает корректно. Однако построение графика зависимости усилия от деформации на экране ПЭВМ не происходит. Это говорит о том, что на пути от датчиков (энкодер и тензометр) имеется неисправность. В связи с этим на первом этапе предлагается оставить основное управляющее устройство и дополнить его вспомогательным.

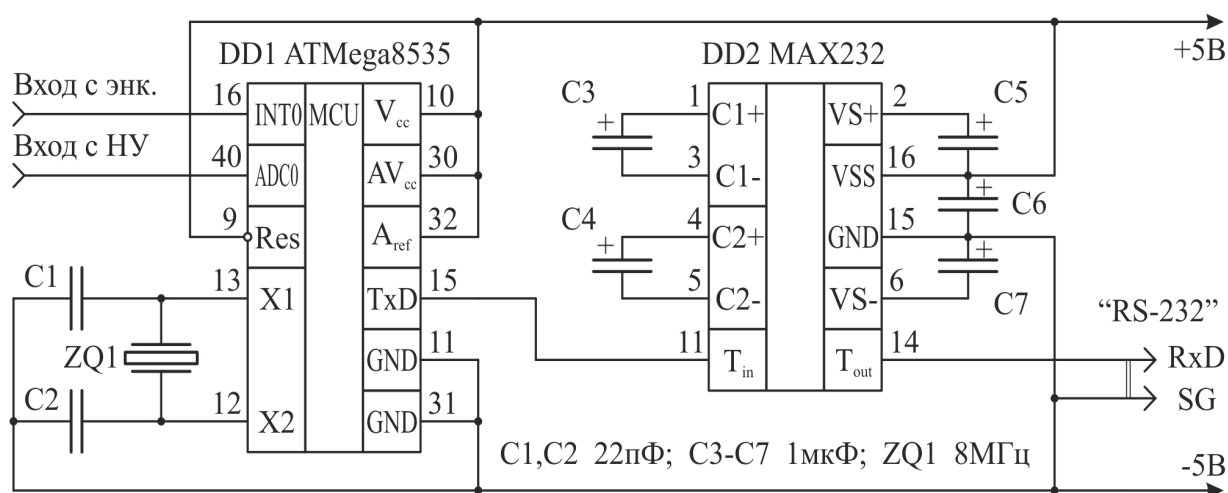


Схема электрическая принципиальная разрабатываемого устройства

Принципиальная схема предлагаемого вспомогательного управляющего устройства приведена на рисунке. Схема имеет два входа и один выход. Сигнал с энкодера в виде прямоугольного импульса амплитудой 5В поступает на вывод INT0 микроконтроллера DD1. В момент поступления сигнала при положительном фронте запускается АЦП микроконтроллера и оцифровывает напряжение, подаваемое на вывод ADC0 с выхода нормирующего усилителя. Полученные байты при помощи встроенного в МК модуля USART (универсальные синхронный/асинхронный передатчик), который использует последовательный интерфейс передачи RS-232, передается в ПЭВМ. Для согласования МК и ПЭВМ, байт на выходе TxD пропускается через интегральный преобразователь DD2. Так происходит каждый раз при подаче на вывод INT0 положительного фронта. Разница между двумя соседними импульсами, поступающими с энкодера, соответствуют перемещению траверсы машины на 1 мкм. Соответственно, ПЭВМ получает информацию о напряжении (а значит и усилие) на выходе НУ

через каждый микрометр. По полученным данным, далее, строится график зависимости усилия от перемещения.

Использование современного микроконтроллера позволило увеличить скорость передачи данных с датчиков в ПЭВМ. Тем самым, за один и тот же временной интервал, по сравнению с исходной схемой, удалось получить большее количество значений усилия, т.е. уменьшить дискретность полученного графика. Также в перспективе планируется полная замена управляющего устройства на новое с более современными техническими показателями.

## **УПРЕДИТЕЛИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Асафов К. В. (АТП-1- 06)

Научный руководитель доцент Севастьянов Б.Г.

Наличие в объектах чистого запаздывания приводит к ухудшению переходного процесса или даже к неустойчивости замкнутых систем автоматического управления при применении стандартных регуляторов. Если величиной времени чистого запаздывания объекта пренебречь нельзя, то при построении системы автоматического управления известные типы регуляторов не обеспечивают достаточного качества регулирования. В данном случае для достижения заданных значений качества регулирования применяют схему с дополнительной обратной связью, содержащую устройство предварения, или линейный упредитель[1]. Дополнительная обратная связь будет иметь передаточную функцию вида:

$$W_y(p) = W_{oy}(p) \cdot (1 - e^{-pt}),$$

где  $W_{oy}(p)$  – передаточная функция объекта управления;  
 $e^{-pt}$  – передаточная функция звена чистого запаздывания;  
 $W_y(p)$  – передаточная функция упредителя.

Дополнительная обратная связь формирует сигнал, идентичный такому сигналу, который со временем появиться на выходе системы, и подает его на вход регулятора до тех пор, пока не появиться сигнал из главной цепи обратной связи, при появлении сигнала в цепи обратной связи сигнал с упредителя станет равным нулю[4].

Проведенный анализ систем автоматического управления с упредителем и без упредителя показал, что качество переходного процесса в системах с упредителем выше, чем в системах без упредителя. Также было установлено, что упредитель в системах автоматического регулирования является хорошим компенсатором возмущения. При этом система с упредителем показала устойчивость при неточном определении коэффициента усиления объекта управления в основной линии (допускается расхождение коэффициента усиления в 5 и в отдельных системах в 10 раз), а также при изменении времени запаздывания.

Прямые показатели качества системы с упредителем и без упредителя для объектов разного порядка приведены в таблице 1.

Таблица 1

Система	Показатель качества	Объект управления первого порядка	Объект управления второго порядка	Объект управления третьего порядка
Без упредителя	Максимальное значение	109	109	89
	Относительное перерегулирование	35%	35%	11.25%
	Время регулирования	13 с	100 с	100 с
	Степень затухания	83%	83%	99%
С упредителем	Максимальное значение	89	89	80
	Относительное перерегулирование	11.25%	11.25%	0
	Время регулирования	8 с	50 с	40 с
	Степень затухания	99%	99%	100%

Система автоматического регулирования с упредителем была реализована на контроллере ПЛК-150 фирмы «ОВЕН» на языке SFC[2,3]. Звено чистого запаздывания было реализовано в виде разложения ряда Пада второго порядка[1], так как было проанализировано и определено, что разложение в ряд Пада второго порядка обладает достаточной точностью совпадения со звеном вида  $e^{-p\tau}$  и простотой программной реализацией. Разложение звена чистого запаздывания в медленно сходящиеся ряды, как например ряд Тэйлора, приводит к погрешностям в амплитудной и фазовой характеристике при ограниченном числе членов ряда[1]. Возможность программной реализации с помощью линейного буфера из запоминающих ячеек (такой способ реализован в таких программах как Trace Mode 6 – алгоблок OBJ, Reditor – алгоблок ЗАП, Unity Pro – алгоблок DEADTIME и других) также является более плохим вариантом по сравнению с разложением в ряд Пада, не смотря на то, что практически идеально имитирует работу звена чистого запаздывания, так как при этом идет привязка к времени цикла контроллера, при изменении которого будет необходимо перестроение программы.

Выводы:

- 1) Произведен сравнительный анализ с точки зрения качества переходного процесса систем автоматического управления с упредителями и без упредителей.
- 2) Установлена устойчивость систем с упредителем к изменению характеристик объекта управления. Подтверждена эффективность реализации звена чистого запаздывания с помощью разложения в ряд Пада второго порядка.

- 4) Рекомендация – для улучшения качества регулирования в системах автоматического управления с запаздыванием использовать упредители.

#### Литература

1. Догоновский С. А., Иванов В. А. Устройства запаздывания и их применение в автоматических системах. – М.: «Машиностроение», 1966 – 310 с.
2. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3
3. Руководство по эксплуатации на контроллер программируемый логический ПЛК150.
4. Смит О. Д. М. Автоматическое регулирование. Пер. С англ., под ред. Попова Е.П. М., Физматгиз, 1962 – 280 с.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОГНЕУПОРНОГО КИРПИЧА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА**

Барсуков М. С.

Научный руководитель Савчиц А. В.

В работе рассматривается проект модернизации гидравлического пресса, выполненный с целью повышения экономической эффективности процесса при минимизации затрат на построение системы автоматики.

На ООО «ФЕРРО», выпускающем огнеупорные кирпичи для доменных печей, используется релейная система управления гидравлическим прессом. Производство пыльное и грязное, а использованы реле в негерметичном исполнении. Поэтому часто приходится устранять неисправности в системе управления прессом путём очистки контактов реле. Длительность прессования задается с помощью реле времени. Величина давления прессования устанавливается с помощью электроконтактного манометра, который необходимо часто настраивать. Модернизация гидравлического пресса упростит обслуживание системы и повысит экономическую эффективность процесса.

Выбор контроллера. В данном проекте использован надежный контроллер серии MELSEC System Q компании Mitsubishi Electric [2, с. 61].

На рисунке 1 приведена конфигурация задействованных модулей расширения, рассчитан общий ток потребления всех модулей, значение которого не превышает номинальный выходной ток блока питания Q63P.



Рисунок 1 – Конфигурация и внешний вид контроллера MELSEC System Q02CPU

Состав системы модульного контроллера: базовое шасси Q38B; модуль питания Q63P 6A/5B DC; процессорный модуль Q02CPU; модуль аналогового ввода Q68ADI 8 входов; модуль дискретного ввода QX40 16 входов – 2 шт.; модуль дискретного вывода QY10 16 выходов – 2 шт.; модуль WEB-сервера QJ71WS96; фиктивный модуль-заглушка QG60.

Реализация АСУТП. Произведена замена релейной системы управления на электронную, а вместо электроконтактного манометра установлен датчик давления НМР 331 BD Sensors. Уставка времени прессования стала задаваться с помощью сенсорной графической панели оператора Mitsubishi Electric GT1030 [2, с. 60].

Положение основных узлов прессы и другого технологического оборудования контролируется с помощью индуктивных бесконтактных выключателей. С помощью бункерных весов ПОТОК-2000 происходит автоматическое взвешивание и учет подаваемого материала.

На ленточном конвейере, который доставляет готовый продукт к сушильной вагонетке, установлены датчики схода ленты и контроля скорости.

В проекте предусмотрен контроль расхода, давления и температуры масла на гидростанции.

При выходе значений за установленные технологические границы, срабатывает светосигнальная арматура, оповещающая персонал о возникших неполадках и ведется отчет тревог.

Для программирования контроллера использовался пакет GX-IES Developer Mitsubishi Electric. Цикл работы контроллера выполняется согласно циклограмме. Листинг программного кода на языке LD приведен на рисунке 2.

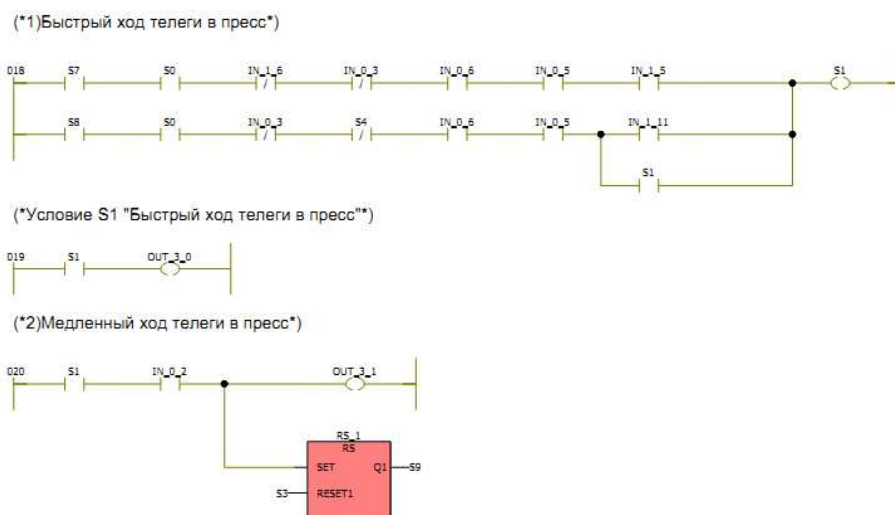


Рисунок 2 – Листинг программного кода на языке LD

Для разработки экранной индикации использовалась SCADA-система Trace Mode 6. Все основные технологические параметры процесса задаются на панели оператора, которая соединена с процессорным модулем кабелем связи GT10-C30R2-6P по интерфейсу RS-232.

Датчики и коммутационная аппаратура. Подобраны клеммники фирмы Phoenix Contact UT-2,5 и UT-2,5 PE. Для питания контроллера, а также полевых датчиков использованы 3 блока питания на 24 В DC.

Использованы индуктивные датчики СКБ «ИДУКЦИЯ», отлично работающие в среде с повышенным уровнем запыленности. Для коммутирования сигнала 24В DC на катушки гидрораспределителей, запуска электродвигателей, управления заслонками использованы твердотельные реле фирмы KIPPRIBOR. Аппаратура размещена в электротехническом шкафу фирмы IEK ЩМП со съемными монтажной панелью и задней стенкой.

Функционирование АСУТП. Сигналы с датчиков поступают на входные модули контроллера. Управляющие сигналы передаются на катушки гидрораспределителей, светосигнальную арматуру, двигатели, заслонки. Реализовано 2 режима работы гидравлического прессы: «Наладка» и «Автомат» [1, с. 33]. Предусмотрена автоматическая блокировка команд оператора, в зависимости от взаимного расположения узлов системы [3, с. 14]. В режиме «Автомат» оператору необходимо лишь задать с помощью панели оператора вес изделия, уставку времени прессования и значение давления прессования. На базовом шасси имеется модуль WEB-сервера. Он позволяет изменять программу через сеть ETHERNET, а также подключаться к другим контроллерам и ПК.

## Литература

1. Щербаков В. Система управления прессом, построенная на базе ADAM-5510 // СТА. – 2007. – № 4. – С. 32-35;



2. Маров В. Модернизация фанерного прессы П-714Б // СТА. – 2010. – № 2. – С. 60-63;
3. Сорокин В. Контроль и регистрация параметров процесса прессования деталей из спецматериалов // СТА. – 2004. – № 1. – С. 14-17.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РЕКУПЕРАЦИИ ЭТИЛАЦЕТАТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Вавилин А.А.

Научный руководитель Савчиц А.В.

Рекуперация - процесс улавливания и возвращения в рабочий цикл сырьевых материалов и полупродуктов.

Применяемые в проекте по рекуперации этилацетата технические решения, базируются на современной технике в области автоматизации технологических производственных процессов.

Нахождение оптимальных условий эксплуатации промышленного процесса рекуперации на самом объекте сопряжено с большими трудностями, связанными с необходимостью установки измерительных приборов, позволяющих определить реакцию объекта на любое изменение входных и управляющих воздействий, и существенным вмешательством в эксплуатационный режим работы установки.

Сложность оптимизации процесса рекуперации заключается в наличии взаимно влияющих одна на другую фаз (стадий), каждая из которых характеризуется своими специфическими особенностями.

При оптимизации промышленного процесса рекуперации заключается в необходимости учитывать все факторы, влияющие на оптимальный вариант технологического цикла в целом.

Необходимо связать все затраты, связанные с проведением процесса рекуперации, воедино с учетом как основных, так и вспомогательных фаз: сушки, охлаждения, разделения (конденсации) и т.д.

Для этого выбираются надежные средства автоматизации с характеристиками, необходимыми для данного технологического процесса.

В качестве объекта управления на стадии рекуперации этилацетата выбирается адсорбер, являющийся аппаратом периодического действия. Для моделирования процессов, происходящих в адсорбере, используется метод наименьших квадратов для оценки неизвестных величин по результатам измерений, содержащих случайные ошибки.

В разрабатываемом проекте предусмотрен переход от локальных средств автоматизации к АСУТП на базе микропроцессорной техники.

Для реализации системы управления, предлагаемой в данном проекте, используется промышленный контроллер WP-8847, работающий на процессоре PXA270 (520MHz) под управлением Windows CE.NET 5.0. Микропроцессор имеет интерфейсы VGA, USB, Ethernet, RS-232/485 и 8 слотов расширения.

Операционная система Windows CE 5.0, имеет много преимуществ. Это жесткое реальное время, малые размеры ядра, быстрая скорость загрузки, обработка прерываний и низкая стоимость. На WP-8847 с Windows CE.Net 5.0 можно запускать приложения созданные в Visual Basic.NET, Visual C #, Embedded Visual C + +, SCADA TraceMode, Soft PLC и др.

При автоматизации данного технологического процесса будет применяться распределенная система управления и сбора данных.

Применение распределенных систем управления и сбора данных позволяет:

- значительно сократить затраты на кабельные коммуникации, идущие к датчикам;
- приблизить мощность современных вычислительных средств к объекту управления;
- повысить живучесть всей системы, легко заменять отказавшие элементы, дублировать критически важные узлы;
- использовать принцип модульности, делая отдельные элементы и узлы системы относительно независимыми и автономными;
- вводить в строй не всю систему сразу, а поэтапно;
- снизить расходы на модернизацию системы, быстрое расширение и наращивание возможностей;
- быстро интегрировать вновь создаваемые системы в общую информационную сеть предприятия.

Ввиду того, что процесс рекуперации этилацетата является взрывоопасным производством, то используются приборы во взрывоопасном исполнении.

Также в электрической цепи, связывающей датчик, находящийся во взрывоопасной зоне, и вторичный преобразователь (прибор), расположенный во взрывобезопасной зоне устанавливаются барьеры искрозащиты.

Барьер обеспечивает искрозащиту электрической цепи датчика путем ограничения значений напряжения и тока до искробезопасных. Барьер искрозащиты предназначен для защиты искробезопасных цепей при воздействии на барьер напряжения до 250 В и устанавливается вне взрывоопасной зоны с обязательным искрозащитным заземлением. Барьер относится к устройствам пассивного типа.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что система управления процессом рекуперации этилацетата, созданная на базе микропроцессорной техники с использованием современного оборудования в области автоматизации технологических производственных процессов, будет удовлетворять всем требованиям, и будет присутствовать экономическая окупаемость проекта.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В КОТЛОАГРЕГАТЕ КСВА-2,5 ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РАСХОДА ГАЗА

Евсиков Е.В. (ГОУ ВПО «МЭИ (ТУ)»)

Научный руководитель Капля Е.В.

Объектом управления (исследования) является водогрейный стальной котел КСВ-2,5, предназначенный для теплоснабжения и горячего водоснабжения (через дополнительный теплообменник) жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений.

В процессе работы проводились экспериментальные исследования динамики объекта управления, а также аналитические расчеты параметров регулирующих устройств и математическое моделирование системы автоматического регулирования.

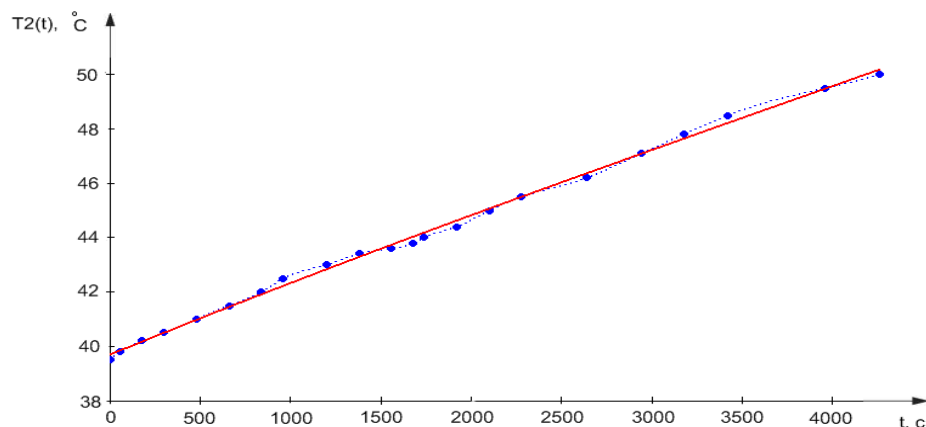


Рисунок 1-Экспериментальные данные :  
 $T_2(t)$  – Температура воды на выходе из котла  
 $t$  – Время измерения

## 1. Передаточная функция.

Для построения динамической модели составляется структурная схема объекта по каналу «расход газа» - «температура воды на выходе»:

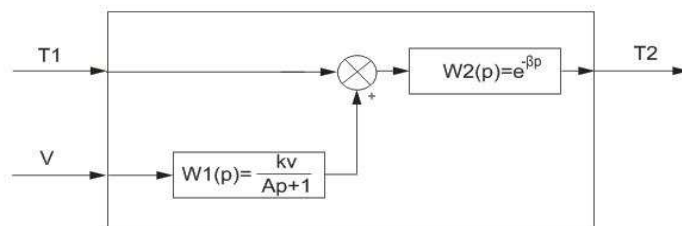


Рисунок 2 – Структурная схема ОУ по каналу «расход газа» - «температура выходной воды».

Передаточная функция котла по каналу «расход газа» - «температура воды на выходе» имеет вид:

$$W(p) = \frac{kv}{A \cdot p + 1} \cdot e^{-\beta \cdot p}$$

(1)

Характеристическое уравнение динамики:

(2)

Коэффициенты ПФ находились методом минимизации квадратов разности между экспериментальными значениями и значениями, полученными по формуле (2) (при граничных условиях использовались значения температур воды на входе в котел).

Передаточная функция:

$$W(p) = \frac{5221}{13970p + 1} \cdot e^{-0.03p}$$

(3)

## 2. Регулирующее устройство.

ПИ-регулятор является астатическим регулятором, он совмещает в себе свойства П и И - регуляторов, его реакция на единичное воздействие представляется мгновенным скачком величины  $k_r$  и последующим линейно растущим сигналом с наклоном  $\frac{T_u}{k_r}$

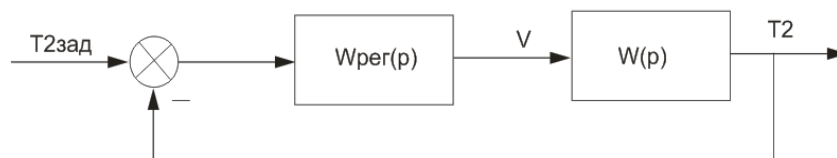


Рисунок 3 – Схема автоматического регулирования:

T2зад – заданное значение выходной температуры;

T2 – полученное значение температуры выходной воды;

V – управляющее воздействие (расход газа)

Основу метода составляет обобщенный критерий Найквиста.  
Передаточная функция ПИ регулятора:

$$W_{рез}(p) = 23.359 \cdot \left(1 + \frac{1}{0.119 \cdot p}\right) \quad (4)$$

Полученная ПФ не может отображать свойства котла КСВА-2,5, т.к. ее коэффициенты слишком велики для данного объекта. Причиной этого является нехватка экспериментальных данных, а именно не полная кривая разгона, взятая как результат эксперимента.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА И ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИЙ СООРУЖЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ОПЕРАТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Жуков В. С.

Научный руководитель Капля В. И.

В организациях, занимающихся землемерными и картографическими работами, немаловажными факторами, определяющими эффективность работы организации в целом, а также получаемую прибыль, являются скорость обработки данных по объектам недвижимости и скорость формирования служебной документации.

Скорость обработки данных по объектам недвижимости, как и скорость формирования служебной документации можно повысить независимо друг от друга, как установкой системы электронного документооборота, так и установкой системы обработки изображений (например, цифровой фотограмметрической системы).

По статистическим данным Госкомстата и Росреестра около 80% организаций, занимающихся кадастровой деятельностью, относятся к категории небольших государственных или частных. Учитывая эти факты, можно сделать вывод о том, что покупка двух и более информационных систем, часто обладающих излишним функционалом, для организации такого типа не оправдана.

Целью данного проекта является разработка автоматизированной системы документооборота и измерений параметров конструкций сооружений с целью повышения оперативности обработки данных

В результате внедрения системы должны быть решены следующие задачи:

- 1) уменьшение времени обслуживания клиентов в связи с автоматизацией процесса документооборота;

- 2) сокращение затрат на оборудование в связи с автоматизацией части процесса измерений параметров объектов недвижимости;
- 3) сокращение затрат на обслуживающий персонал.

При проведении предпроектного исследования было выявлено, что единой системы, автоматизирующей как процесс документооборота, так и процесс проведения измерений параметров объектов недвижимости с помощью цифровой обработки изображений, не существует на данный момент, несмотря на обилие систем, реализующих указанные функции в отдельности.

Из систем электронного документооборота можно выделить такие системы, как 1С:ДОКУМЕНТООБОРОТ, ДЕЛО, DocsVision. Из цифровых фотограмметрических систем рассмотрены Талка, Photomod, Z-Space, каждая из таких систем обладает достаточным функционалом для удовлетворения потребностей организации, однако все системы помимо необходимых функций имеют избыточный и неиспользуемый функционал.

Предлагаемая система реализована на базе двухуровневой архитектуры «клиент-сервер», сервер представлен СУБД mysql 5.1.x, клиентский уровень образуют Win-приложения оператора и кадастрового инженера.

Схема структуры системы представлена на рисунке :

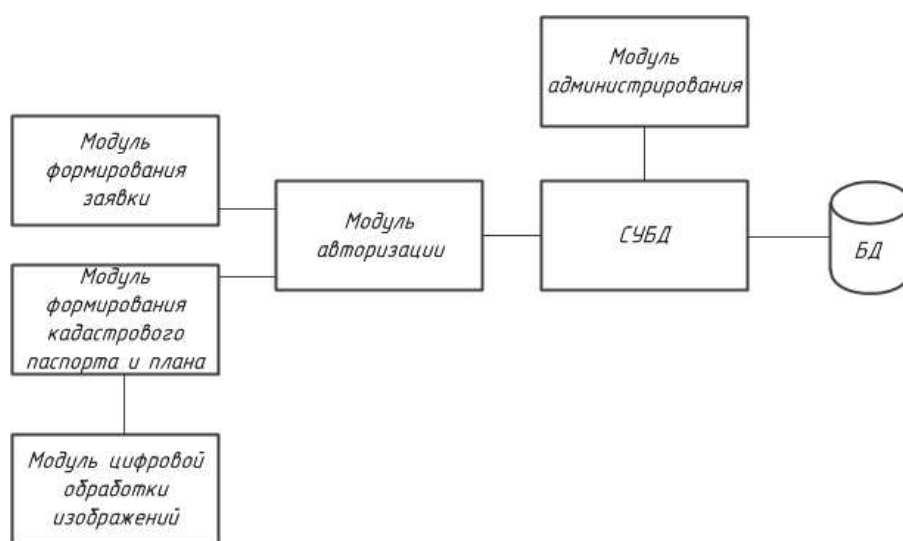


Схема структуры системы

Структуру системы образуют модуль формирования заявки, предоставляющий возможность формирования заявления на проведение кадастровых работ; модуль формирования кадастрового плана и паспорта, отвечающий за генерацию выходных документов; модуль цифровой обработки изображений, реализующий алгоритм расчета параметров

объектов недвижимости; модуль авторизации и модуль администрирования базы данных.

Система, освещенная в рамках этой статьи и разработанная в рамках данного проекта, найдет применение в небольших частных и муниципальных организациях, занимающихся землемерием, картографией и выдачей выписок из государственного кадастра недвижимости.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КАНАЛА

Канцдалов Д. А. (ВАЭ 5)

Научный руководитель Капля В.И.

В процессе исследования трехмерных ультразвуковых информационно-измерительных систем положения и ориентации объекта в рабочей зоне встаёт задача более детального изучения ультразвукового канала. Актуальность статьи состоит в исследовании метода локальной навигации, основанного на ультразвуковом зондировании пространства, путем решения задачи идентификации частотной характеристики ультразвукового канала. Для решения задачи проведены эксперименты на разработанной установке (рисунок 1), состоящей из следующих элементов:

1) ЭВМ, оснащенная ПО обработки результатов измерений; 2) микроконтроллер, соединенный через интерфейс RS-232 с ЭВМ; 3) ультразвуковой передатчик; 4) ультразвуковой приёмник, соединённый через схему усиления с микроконтроллером.

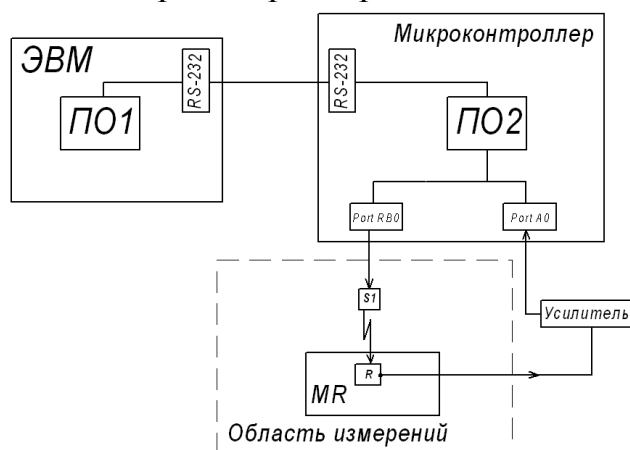


Рисунок 1 – Структурная схема измерительной системы

Процесс, происходящий по ультразвуковому каналу, опишем следующим уравнением:  $X(\omega) = H(\omega) \cdot Y(\omega)$ , (1)

где  $X(\omega)$  – преобразование Фурье от  $X(t)$  (образ спектра излученного сигнала);  $Y(\omega)$  – преобразование Фурье от  $Y(t)$  (образ спектра принятого сигнала).

$$H(\omega) = H(\omega, \vec{p}), \quad (2)$$

где  $\vec{p} = \vec{p}(H_{изл}(\omega), H_{пр}(\omega), H_{среды}(\omega))$  – вектор параметров, зависящий от собственных характеристик датчиков (приемника и передатчика) и частотной характеристики среды.  $H_{изл}(\omega)$  и  $H_{пр}(\omega)$  можно принять неизменными, в то время как  $H_{среды}(\omega)$  варьируется.

В результате проведенных экспериментов были получены графические зависимости, отражающие процесс распространения ультразвуковой волны от передатчиков к приёмнику с последующей цифровой обработкой.

В соответствии с формулой (1) встаёт вопрос о нахождении вектора параметров  $\vec{p}$ .

Для решения поставленного вопроса применим дискретное преобразование Фурье.

Дискретное преобразование Фурье может быть получено непосредственно из интегрального преобразования дискретизаций аргументов ( $t_k = k \Delta t$ ,  $f_n = n \Delta f$ ):

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \exp(-j2\pi ft) dt, \quad S(f_n) = \Delta t \sum_{k=-\infty}^{\infty} s(t_k) \exp(-j2\pi f_n k \Delta t), \quad (3)$$

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(f) \exp(j2\pi ft) df, \quad s(t_k) = \Delta f \sum_{n=-\infty}^{\infty} S(f_n) \exp(j2\pi n \Delta f t_k). \quad (4)$$

Дискретизация функции по времени приводит к периодизации ее спектра, а дискретизация спектра по частоте – к периодизации функции. Значения (3) числового ряда  $S(f_n)$  являются дискретизацией непрерывной функции  $S'(f)$  спектра дискретной функции  $s(t_k)$ , равно как и значения (4) числового ряда  $s(t_k)$  являются дискретизацией непрерывной функции  $s'(t)$ . И при восстановлении этих непрерывных функций  $S'(f)$  и  $s'(t)$  по их дискретным отсчетам соответствие  $S'(f) = S(f)$  и  $s'(t) = s(t)$  гарантировано только при выполнении теоремы Котельникова-Шеннона (в эксперименте благодаря использования высокоскоростного АЦП ADS 830 данная теорема выполняется).

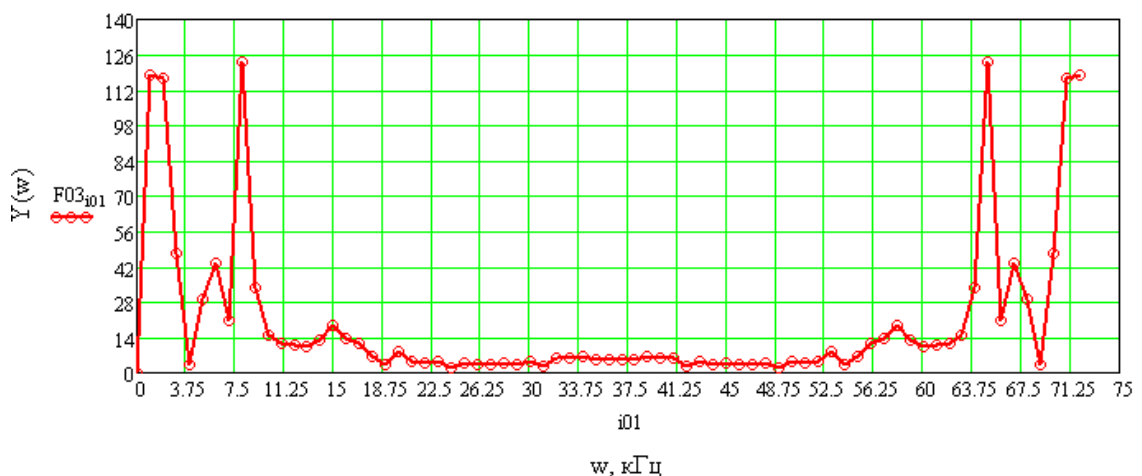


Рисунок 2 – Преобразование Фурье от  $Y(t)$  (образ спектра принятого сигнала)



Идентификация частотных характеристик является необходимым этапом оценки свойств датчиков и среды распространения ультразвуковых колебаний. Проведение ряда экспериментов, в которых варьируются параметры внешней среды, позволит определить свойства датчиков и ультразвукового канала на основе идентифицированной частотной характеристики.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГИДРОАГРЕГАТА ВОЛЖСКОЙ ГЭС ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ**

Капралов М.А., Титов А.В.

Научный руководитель Гольцов А.С.

Прогнозом развития гидроэнергетики, выполненным Ассоциацией «Гидропроект», решением совместного заседания Бюро Научно-технического совета РАО «ЕС России» и Научного совета РАН по проблемам надежности и безопасности больших систем энергетики, предусматривается существенное повышение роли гидроэлектростанций в производстве электроэнергии в ЕЭС России. При этом решение важнейших задач повышения технического уровня и конкурентоспособности отечественной электроэнергетики, выполнение требований, предъявляемых к синхронной параллельной работе с энергообъединениями Центральной и Западной Европы, можно обеспечить уровнем и качеством автоматизации процессов регулирования частоты и мощности ГЭС.

В существующих системах технологического управления гидроагрегатами ГЭС используются технические решения 60-х годов 20 века, базирующиеся на классических алгоритмах ПИД-регулирования линейными объектами. Основными недостатками всех известных способов регулирования является то, что для их осуществления используются линейные математические модели гидроагрегата и одинаковая для всех режимов работы гидроагрегата комбинаторная зависимость – зависимость угла установки лопастей рабочего колеса турбины от напора воды и положения лопаток направляющего аппарата, обеспечивающая (теоретически) максимальный КПД. Но комбинаторную зависимость определяют экспериментальными исследованиями макета рабочего колеса гидротурбины на специальном гидродинамическом стенде и реализуют в системе управления с помощью механических, электрогидравлических и электронных преобразователей. При этом указанная модель существенно отличается от реальной турбины, а каждый агрегат в разных режимах работ имеет свои отличительные особенности, которые влияют на выбор

оптимальных параметров системы управления и величину КПД. Среди этих факторов следует выделить существенное отличие конструкции водоводного тракта гидротурбины от трубопроводов экспериментального стенда, различие в зазорах между лопастями рабочего колеса и камерой разных гидроагрегатов, расхождение между расчетными и фактическими значениями положения лопаток направляющего аппарата и угла разворота лопастей рабочего колеса. Поэтому штатные системы регулирования частоты, активной мощности, уровень вибрации на вертикальной крышке гидроагрегатов обладают существенными (до 2%) статическими погрешностями регулирования.

Комбинаторная зависимость согласует угол установки лопастей рабочего колеса (РК) с углом поворота лопаток направляющего аппарата (НА) при разных значениях напора воды и должна обеспечивать максимальное значение КПД гидроагрегата. Каждая точка комбинаторной зависимости была определена в установившемся режиме работы экспериментальной установки при фиксированных значениях напора воды и положения лопаток НА модели рабочего колеса с последующим пересчетом на реальную турбину с помощью теории подобия. Кроме того при вычислении индексного КПД используются расчетные значения мощности воды на входе в РК в которой не учитывает динамическую составляющую напора. Однако в реальных условиях комбинаторная зависимость не выполняется. В результате этого проявляется повышенный уровень вибрации, особенно в переходных процессах.

Указанные негативные явления можно устранить либо минимизировать за счет применения микропроцессорной системы адаптивного управления частотой и активной мощностью, формирующей задание регулятору в виде гладких опорных траекторий изменений во времени положения лопаток НА и активной мощности гидроагрегата.

Поэтому целью работы является моделирование процессов происходящих при работе гидроагрегата с помощью ЭВМ, проектирования адаптивной системы автоматического управления гидроагрегатом, а также разработать более эффективные методы и алгоритмы систем управления.

Полученная модель содержит нелинейные уравнения, описывающие комбинаторную зависимость, и неизвестные входные воздействия, ограниченные по абсолютной величине. Модель получена с помощью метода наименьших квадратов, оценивание переменных состояния и возмущающих воздействий, коррекция комбинаторной зависимости и формирования траекторий перехода управляемых переменных в требуемое состояние преобразуют в эквивалентные задачи формирования управляющих воздействий с ограниченной энергией для вспомогательных нелинейных систем.

Колебательный характер изменения положений лопаток направляющего аппарата и значений мощности турбины приводит к

вибрациям и колебаниям давления в отсасывающей трубе и возникновению кавитации, а значит и к сокращению межремонтного периода.

Выполненные исследования, в которых использовались реальные данные, полученные при энергетических испытаниях и пусках гидроагрегата №22 ОАО «Волжская ГЭС», показывают, что с помощью предлагаемой системы можно уменьшить уровень вибраций, обеспечив в результате увеличение КПД гидроагрегата на 1-2%.

Кроме того, было установлено, что с помощью предлагаемой системы можно уменьшить статическую погрешность регулирования гидравлических потерь на 2%, снизить уровень вибраций и уменьшить расход воды через турбину, обеспечив в результате увеличение КПД гидроагрегата на 3%.

Разработанная система мониторинга и ограничения на допустимый уровень вибрации, предлагается использовать в САУ. Это позволит снизить уровень вибрации на 1-2%, повысить надежность всей системы в целом.

**РАЗРАБОТКА WEB-СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ  
ПАЦИЕНТОВ ПОЛИКЛИНИКИ МУЗ «ГОРОДСКАЯ  
КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА №1 ИМ С.З.ФИШЕРА» С ЦЕЛЮ  
ФОРМИРОВАНИЯ ГРАФИКА РАБОТЫ МЕДИЦИНСКОГО  
ПЕРСОНАЛА**

Конюхов Д.В.

Научный руководитель Тыртышный А.И.

В настоящее время в г. Волжском в городских поликлиниках актуальность внедрения автоматизированной системы для работы с пациентами велика, это объясняется рядом недостатков, существующих на данный момент. Для получения талона на прием к врачу в поликлинику МУЗ «Городская клиническая больница №1 им С.З.Фишера» необходимо явиться в регистратуру, дождаться окончания очереди, предъявить паспорт и полис и получить талон, если он имеется в наличии. При неявке по талону, право посетить доктора теряется. Для вызова врача на дом необходимо позвонить в поликлинику и оставить заявку. Эта заявка обрабатывается регистратором. Врач также обязан звонить в поликлинику и узнавать список вызовов. Все эти недостатки могут быть устранены при использовании автоматизированной системы.

Основным и в большинстве случаев первым врачом в поликлинике, к кому обращается пациент, является участковый врач-терапевт. Ежедневно врач в течение 4-5 часов ведет прием населения своего участка в поликлинике. Во время приема задача врача - выявить причину недомогания человека, т.е. поставить диагноз заболевания и назначить

адекватное ему лечение, анализы, консультации и т.п. Свободную от приема половину дня врач использует для посещения "лежачих" больных на дому, где он оказывает им соответствующую медицинскую помощь.

Медицинскую «помощь на дому» оказывают все врачи поликлиники по графику в пределах месячной нормы рабочего времени. Объем работы на дому определяет заведующий отделением или руководитель поликлиники в зависимости от фактической потребности в ней. Работа среднего медицинского персонала по оказанию помощи на дому строится аналогично, для ее большей эффективности участковые и другие медсестры могут использовать бригадную форму организации труда.

Основные требования к медицинской информационной системе:

- Обеспечение информационной безопасности (шифрование личных данных)
- Обеспечение однозначности и целостности информации
- Обеспечение отказоустойчивости на уровне обработки возможных ошибочных действий оператора и форс-мажорных ситуаций, связанных с отказом оборудования и программных элементов
- Исключение влияния человеческого фактора на качество информационного взаимодействия систем.

Внедрение web-системы регистрации пациентов позволит пациентам делать заявки через web-интерфейс, на основе полученных данных автоматизировать процесс распределения талонов, вызовов, что позволит существенно повысить показатель производительности всей поликлиники в целом, а также производительность каждого работника в частности. Детальный анализ данных позволит формировать отчёты о нагрузке медперсонала.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СТАДИИ РЕКТИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АНИЛИНА**

Кочерева М.А.

Научный руководитель Казакова Е.Г.

В работе рассматривается технологический процесс получения анилина на стадии ректификации, включающий в себя перечень технологического оборудования необходимого для ведения этого процесса и поддержания технологических параметров.

Конечным продуктом является анилин высшего и первого сорта. Анилин (иногда называемый анилиновым маслом) — один из наиболее широко применяемых в технике полупродуктов.

Он имеет большое значение в производстве более сложных промежуточных продуктов, красителей, химических добавок к полимерам, фармацевтических препаратов, пестицидов и др.

Объектом управления выбран трубчатый теплообменник. С его помощью происходит изменение температуры жидкого продукта на выходе путем изменения подачи насыщенного пара, а также происходит подогрев температуры жидкого продукта (кубовой жидкости) для подачи в ректификационную колонну на ректификацию.

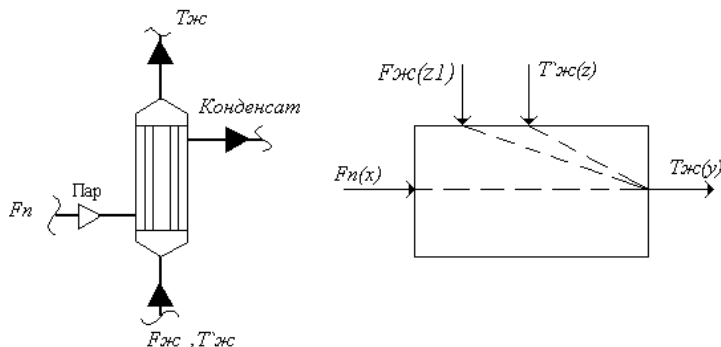


Рисунок 1 – Схема теплообменника

На вход теплообменника поступает жидкость при температуре  $T_{ж}$ , на выходе - жидкость принимает температуру  $T_{ж}$ .

Подогрев жидкости происходит за счет подачи греющего водяного пара, имеющего массовый расход  $F_{п}$ .

Изменением подачи пара в теплообменник регулируют температуру выходящей жидкости.

Теплообменник имеет следующие динамические каналы :

$\Rightarrow F_{п}(x) \rightarrow T_{ж}(y)$  - канал регулирования температуры выходящей жидкости расходом пара;

$\Rightarrow T'_{ж}(z) \rightarrow T_{ж}(y)$  - канал возмущения по температуре входа жидкости;

$\Rightarrow F_{ж}(z_1) \rightarrow T_{ж}(y)$  - канал возмущения по расходу жидкости.

Для определения свойств объекта применяются следующие методы:

- аналитический;
- экспериментальный;
- экспериментально- аналитический.

В работе использован аналитический метод, состоящий в определении характеристик реального объекта из составленной математической модели.

Этот метод трудоемкий, но позволяет достаточно точно определить свойства проектируемого объекта, для которого внесение возмущающего воздействия невозможно или нежелательно.

Для нахождения передаточной функции объекта управления было использовано уравнение материального баланса.

И построена кривая переходного процесса.

Передаточная функция объекта управления имеет вид:

$$W(p) = \frac{0.141}{1825.85p^2 + 112.6p + 1} \cdot e^{-3p}$$

Из передаточной функции следует, что объект управления описывается уравнением второго порядка, время запаздывания составляет 3 секунды и коэффициент усиления равен 0.141.

Объект управления проверен на устойчивость.

На основании расчетов построена амплитудно-фазовая характеристика (годограф Михайлова) (рис. 2).

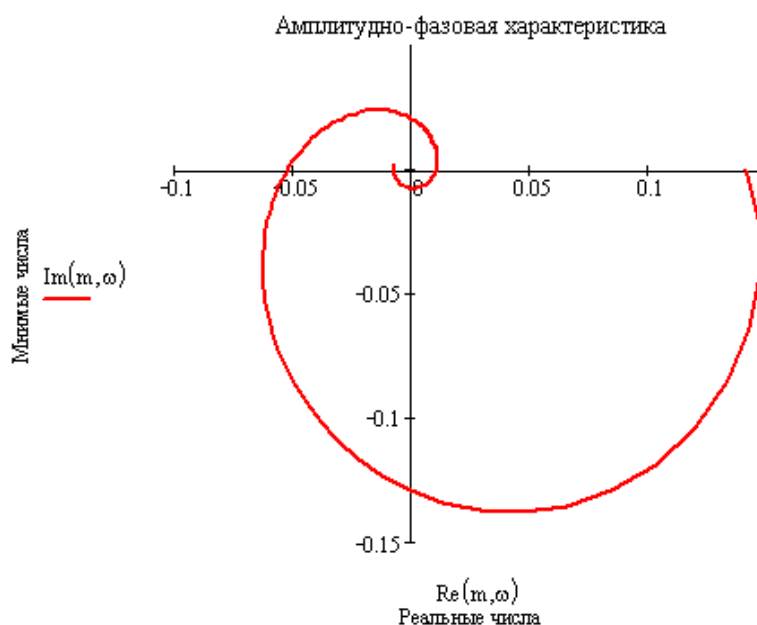


Рисунок 2 – Амплитудно-фазовая характеристика

Анализируя амплитудно-фазовую характеристику, делаем вывод, что исследуемый объект является устойчивым.

Для нахождения оптимальных параметров регуляторов, применен аналитический метод.

Затем были найдены передаточные функции регуляторов. Построены переходные процессы САР, по которым выявлено об их устойчивости.

Влияние параметров управляющего устройства на качество системы управления оценивалось основными показателями качества:

перерегулирование, степень затухания, длительность переходного процесса и колебательность.

Исходя из результатов, полученных по переходным процессам САР для данного объекта управления, можно утверждать, что наиболее оптимальным регулятором для исходной кривой разгона является ПИ – регулятор, рассчитанный аналитическим методом, поскольку САР в данном случае имеет время регулирования, меньшее по сравнению с ПИ-регулятором, выходная величина достаточно быстро принимает заданное значение.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В СИСТЕМАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА**

Курач В. В.

Научный руководитель Медведева Л. И.

Цель бакалаврской работы – исследование влияния структуры управляющего устройства в системах регулирования на качество переходных процессов при производстве формальдегида. Для ее реализации необходимо решить следующие задачи:

- 1) Исследовать технологические особенности процесса производства формальдегида
- 2) Выбрать и исследовать объект управления
- 3) Определить математическую модель объекта управления
- 4) Исследовать устойчивость объекта управления
- 5) Рассчитать настроечные параметры типовых законов регулирования на основе данных реальной работы оборудования
- 6) Провести имитационные исследования качественных показателей переходных процессов в производстве.

В основе исследования, проводимого в бакалаврской работе, лежит технологический процесс производства формальдегида. Он состоит из следующих стадий: приготовление метанольной шихты, получение формальдегида, абсорбция формальдегида.

Данный процесс протекает в следующем оборудовании: При приготовлении метанольной шихты используется испаритель, турбовоздуходувка, насос, конденсационный аппарат, перегреватель.

При получении формальдегида применяется конденсационный аппарат, в который поступает паровая смесь из подконтактного холодильника контактного аппарата.

При абсорбции формальдегида используется барботажный поглотитель для охлаждения и конденсации газа, холодильник, скруббер, который орошается циркулируемым насосом.

Основным оборудованием в данном процессе является скруббер. Скрубберы (англ. scrubber, от scrub — скрести, чистить) – это аппараты различной конструкции для промывки жидкостями газов с целью их очистки и для извлечения одного или нескольких компонентов, а также барабанные машины для промывки полезных ископаемых.

Принцип работы скруббера основан на поглощении подаваемой среды жидкостью и очищением ее от частиц взвесей в технологическом блоке. После турбулентного смешения эти среды поступают в камеру инжектора через закручиватели, располагающиеся в нижней части скруббера. При этом в объеме образующейся в камере динамической пены происходит интенсивный массообмен между фазами.

Соединения из газовой фазы переходят в жидкую технологическую среду. Очищенная газовая среда транспортируется в атмосферу, а жидкая среда со шламом попадает в приемно-разделительную емкость скруббера через сливной патрубок. Из бачка с резервным содержанием рабочей жидкости пополняется запас, и процесс может быть осуществлен повторно.

Скруббер состоит: из цилиндрического полого металлического корпуса, по высоте которого размещены три яруса коллекторов; орошения входного и выходного патрубков; центробежного каплеуловителя с коническим завихрителем; емкости для абсорбента с подогревателем; штуцеров для отвода абсорбента из скруббера и каплеуловителя.

Он является объектом управления, так как отвечает за качество продукта, очищает формальдегид, который поступает из барботажного поглотителя.

Математическая модель скруббера имеет вид:

$$W_1 = \frac{0.95}{34.59p^2 + 11.37p + 1} \cdot e^{-0.3p}$$

По найденной математической модели исследуется устойчивость объекта управления. Объект является устойчивым по критерию Найквиста.

Далее производится расчет параметров регуляторов графическим методом. Передаточные функции регуляторов согласно расчетам имеют вид:

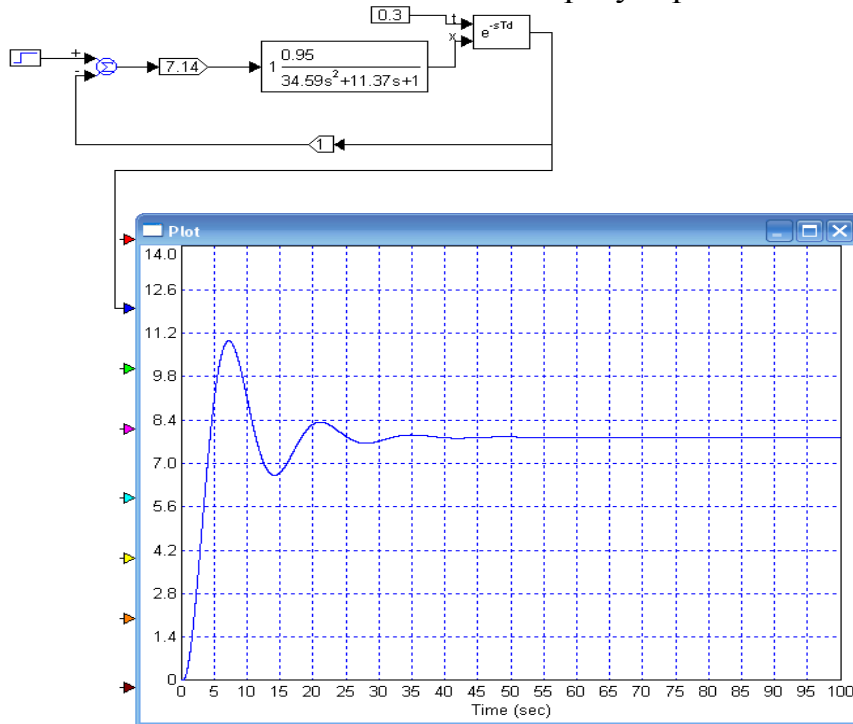
П-регулятора  $R(p)=7,14$



$$\text{ПИ-регулятора } R(p) = 2,396 + \frac{0,15}{p}$$

$$\text{ПИД-регулятора } R(p) = 5,184 + \frac{0,285}{p} + 1,75p.$$

После имитационных исследований качественных показателей переходных процессов в производстве формальдегида оказалось, что наиболее оптимальным является П-регулирование.



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ПОДАЧЕ ПАРА В ПАРОВУЮ КАМЕРУ ФОРМАТОРА-ВУЛКАНИЗАТОРА

Левшанков Н.К. (ГОУ ВПО «МЭИ (ТУ)»)

Научный руководитель Капля Е.В.

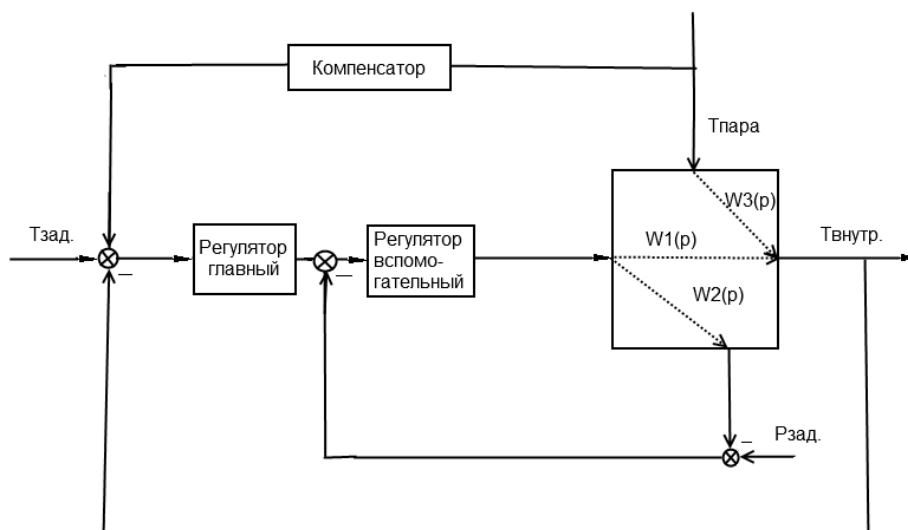
Процесс вулканизации является завершающим этапом создания покрышек, камер и других резинотехнических изделий. В конкретном рассматриваемом случае при вулканизации происходит нагрев и формирование будущей структуры покрышки. «Сырая» покрышка поступает в форматор – вулканизатор, верхняя крышка герметично закрывается и происходит нагрев заготовки посредством подведения перегретого пара в паровую камеру вулканизатора и в диафрагму. Сначала в вулканизатор подводится пар низкого давления и температуры для разогревания заготовки и самого аппарата. Затем при прошествии определенного времени подается пар более высоких параметров и

давления, происходит процесс формирования рисунка изделия – протектора, а также происходит формирование структуры резины.

Пар подается по технологическим трубопроводам и имеет нестабильные параметры (температуру и давление), что может повлиять на качество изготавливаемой продукции (повышенная или пониженная температура вулканизации) или привести к поломке дорогостоящего оборудования (превышение температуры и давления). Это и многое другое привели к необходимости разработки систем автоматического управления.

Рассмотрим данный технологический процесс. Технологией производства установлены границы температуры в паровой камере:  $T=145\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $P=0,29 - 0,36$  МПа, поддержание их в данных границах является обязательным. У подаваемого пара могут изменяться температура и давление, это может быть связано с сезонными изменениями температуры воздуха, либо с изменением качества подаваемого пара, а так как параметры в вулканизаторе должны быть стабильными, существуют регулирующие клапана, которые изменяют расход подаваемого пара и, следовательно, меняется температура в паровой камере.

В проводимой мною работе все параметры были смоделированы как случайный сигнал, имеющий нормальный закон распределения, поскольку он достаточно полно описывает изменение параметров. У данных сигналов были найдены математическое ожидание и дисперсия. Сигналы были пропущены через фильтр и аналого-цифровой преобразователь с целью получения сигнала подаваемого в контроллер. Затем были найдены автокорреляционная и взаимокорреляционная функции и по ним определены передаточные функции по всем каналам. Затем была разработана каскадная система управления и рассчитаны оптимальные параметры настройки регуляторов. В данной системе присутствуют два регулятора: один главный (имеет ПИ-закон распределения для исключения статической ошибки), другой – вспомогательный (имеет П – закон регулирования для увеличения быстродействия); также установлен компенсатор который учитывает изменение температуры пара, являющуюся внешним возмущением.



Структурная схема системы автоматического регулирования с компенсацией возмущения

$W1(p) = \frac{1.209}{1.031 \cdot p + 1} \cdot e^{-4.808 \cdot p}$  – передаточная функция по каналу «расход пара – температура внутри паровой камеры»;

$W2(p) = \frac{0.533}{0.141 \cdot p + 1} \cdot e^{-7.801 \cdot p}$  – передаточная функция по каналу «расход пара – давление внутри паровой камеры»;

$W3(p) = \frac{1.154}{0.779 \cdot p + 1} \cdot e^{-5.935 \cdot p}$  – передаточная функция по каналу «температура пара – температура внутри паровой камеры»;

$W_{pг}(p) = \kappa_p 1 \left(1 + \frac{1}{T_{и1} \cdot p}\right)$ , где  $\kappa_p 1 = 0,212$ ,  $T_{и1} = 0.235$  – передаточная функция вспомогательного регулятора;

$W_{pв}(p) = \kappa_p 2$ , где  $\kappa_p 2 = 2,447$  – передаточная функция вспомогательного регулятора;

$W_k(p) = 0.826 \cdot \frac{1.031 \cdot (1.218 \cdot p + 1) \cdot p}{(1.031 \cdot p + 1) \cdot (0.1 \cdot 1.218 \cdot p + 1)}$  – передаточная функция компенсатора.

Таким образом, рассчитаны все компоненты системы и произведено имитационное моделирование в среде VisSim, где проверена правильность расчета системы.

Данная работа позволяет произвести следующие качественные изменения в технологическом процессе: улучшить качество изготавливаемой продукции, снизить энергозатраты и уменьшить потери пара со сливом конденсата. Разработанная система автоматизации может иметь большое значение в современном шинном производстве.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гаврилов Б.Г. Технология производства пневматических шин. - М.: Энергоатомиздат, 1876. – 396с.
- 2 Ротач В.Я. Теория автоматического управления. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 400с.
- 3 Использование программы MathCad для решения задач теории автоматического управления: учеб. пособие / П.В. Шамигулов. - Волжский, 2004. – 38с.
- 4 Форматор-вулканизатор шин ФВ-740-2200-610/1067 (88”М). Руководство по эксплуатации, 2006.

### **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА SIEMENS C7-635 С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ**

Магдебурга А.С.

Научный руководитель Савчиц А.В.

Для обучения студентов работе с современными контроллерами, в лаборатории ВПИ разработан новый учебный стенд на базе операторской панели Siemens C7 635.

Данный контроллер подключён к объекту управления, представляющему из себя замкнутую систему, в которой вода, нагреваемая ТЭНом, циркулирует при помощи насоса и охлаждается в радиаторе воздушным потоком, создаваемым вентилятором.

Данная лабораторная установка позволит реализовывать на ней различные режимы и комбинации этих режимов для управления тепловым объектом. К таким режимам можно отнести: двухпозиционное регулирование ТЭНом (дискретное), изменение напряжения на ТЭНе (аналоговое) и ШИМ (прерывистое).

Операторская панель Siemens C7 635 со встроенным контроллером позволяет реализовывать основные законы регулирования (П, ПИ, ПИД). В рамках эксперимента возможно рассмотрение других законов регулирования.

Имитатор аналоговых и дискретных сигналов подключенный к контроллеру позволяет, как просто подавать на него дискретные и унифицированные аналоговые сигналы, так и имитировать обрыв в измерительной линии.

Подключенная к контроллеру ЭВМ, позволяет не только визуализировать сам технологический процесс, но и даёт возможность

студентам обучаться работе с такими Scada системами, как WinCC и TraceMode.

Основной целью данного стенда, является повышение уровня подготовки студентов, посредством освоения различных режимов управления тепловым объектом. Используемое в работе оборудование даст студентам наиболее широкое представление о современных возможностях автоматизированного управления.

Использование всех вышеперечисленных возможностей, позволит реализовать на данном стенде достаточное количество лабораторных работ по изучению и освоению различных режимов управления технологическим процессом. Практические возможности применения данного лабораторного стенда в учебном процессе, довольно обширны.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ЗАПАС УСТОЙЧИВОСТИ В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА МОНОМЕТИЛАНИЛИНА**

Малашина В.К.

Научный руководитель Медведева Л.И.

Состояние экологии в современном мире оставляет желать лучшего. Развитые страны стараются предпринимать все возможные меры, для сокращения загрязняющего воздействия на окружающую среду – повышают контроль за выбросами промышленных предприятий, снижается их токсичность путем оптимизации производства и введения систем очистки отходов, разрабатываются альтернативные источники энергии, получение энергии в которых не будет вести за собой снижение состояния окружающей среды. На этой волне борьбы за чистоту нашей планеты немаловажным шагом является повышение качества топлива, на котором работают миллионы двигателей автомобилей по всему миру. А оно в свою очередь неразрывно связано с разработками качественного процесса синтеза монометиланилина. Таким образом, становится ясно, что получение монометиланилина является очень серьезным и немаловажным процессом в наш век борьбы за чистоту и качество жизни вкупе с желанием получить максимальную выгоду от использования новейших технологий.

Целью данной бакалаврской работы является исследование структуры системы управления и ее влияние на запас устойчивости.

Для достижения этой цели требуется решить следующие задачи:

1. Провести анализ литературных источников по тематике бакалаврской работы;
2. Исследовать технологические особенности процесса получения монометиланилина;

3. Исследовать свойства объекта управления;
4. Исследовать параметры объекта управления;
5. Рассчитать математическую модель объекта управления и исследовать её устойчивость;
6. Разработать систему управления объектом и провести имитационное моделирование с целью учета влияния параметров управляющих устройств на запас устойчивости системы.

Бакалаврская работа основана на техническом регламенте процесса получения технического монометиланилина. Получение монометиланилина является одной из главных стадий процесса, которая осуществляется в ректификационной колонне под вакуумом.

Процесс ректификации осуществляется путем многократного контакта между неравновесными жидкой и паровой фазами, движущимися относительно друг друга. При взаимодействии фаз между ними происходит массо- и теплообмен, обусловленные стремлением системы к состоянию равновесия. В результате каждого контакта компоненты перераспределяются между фазами: пар несколько обогащается НК, а жидкость ВК.

Многократное контактирование приводит к практически полному разделению исходной смеси.

Задача управления процессом ректификации состоит в получении целевого продукта заданного состава при установленной производительности установки при минимальных энергетических затратах теплоагентов.

Более широкое применение в производстве монометиланилина средств микропроцессорной техники позволило решать задачи по усложнению структуры системы управления, путем применения типовых управляющих устройств с большим числом параметров настройки.

Одним из первых вопросов, возникающих при исследовании и проектировании систем управления, является вопрос об их устойчивости. От этого свойства системы зависит её работоспособность. Для нормального функционирования система автоматического регулирования должна быть достаточно удалена от границы устойчивости и иметь достаточный запас устойчивости.

Объектом управления является куб ректификационной колонны третьего порядка, обладающий временем запаздывания равным 0,71, передаточная функция которого имеет вид:

$$W(p) = \frac{0,2}{146,97 \cdot p^3 + 51,33 \cdot p^2 + 11,374 \cdot p + 1} \cdot e^{-0,71p}$$

Аналитическим и графическим методом были рассчитаны пропорциональный (П), пропорционально-интегральный (ПИ) и пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регуляторы, передаточные функции которых имеют вид:

П-регуляторы:  $R(p)=20,41$ ;

$R(p)=8,08$ ;

ПИ-регуляторы:  $R(p)=0,37+1,75/p$ ;

$R(p)=0,077+0,77/p$ ;

ПИД-регуляторы:  $R(p)=5+0,27/p+51,33p$ ;

$R(p)=0,05+10/p+0,05p$ .

В ходе выполнения бакалаврской работы была исследована одноконтурная система управления на запас устойчивости при различных регуляторах. Самым оптимальным регулятором является ПИ-регулятор с запасом устойчивости по фазе, равным 0,7 рад, а запас устойчивости по усилению 3,5.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБЖИГА ИЗВЕСТИ**

Матковская И. В.

Научный руководитель Медведева Л. И

В основе исследований, проводимых в бакалаврской работе, лежит технологический процесс обжига извести. Данный процесс протекает в шахтной печи с использованием в качестве топлива природного газа.

В настоящее время основным направлением автоматизации производства является создание таких высокоинтенсивных технологических процессов, автоматизация которых с участием людей будет неэффективной, а иногда невозможной вообще. Так как в ряде случаев только полная автоматизация гарантирует получение высокой производительности и высокого качества продукции, более экономичное использование физического труда, материалов и энергии, сокращение периода времени от возникновения потребности в изделии до получения готовой продукции. Возможность расширения производства без увеличения трудовых ресурсов позволяет полностью исключить или существенно снизить отрицательное воздействие производственного процесса на человека, поскольку человек заменяется автоматами различного служебного назначения, которые могут работать в тяжелых, вредных и опасных для здоровья условиях.

Поэтому изучение и расчет параметров управляющих устройств и показателей качества переходных процессов является актуальной задачей для эффективного ведения процесса обжига извести.

Бакалаврская работа основана на технологическом процессе обжига извести. Основной технологической операцией на участке обжига является обжиг известняка крупностью 20-50 мм в шахтной печи с использованием в качестве топлива природного газа, и получение извести, в которой массовая доля  $(CaO+MgO)_{общ} \geq 88\%$

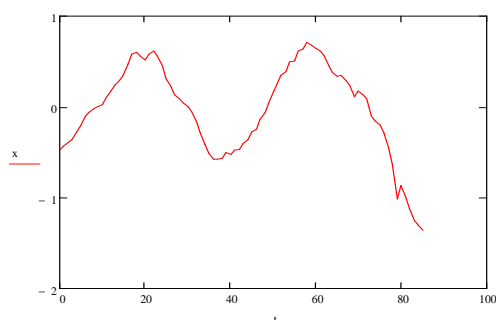
Обжигаемый сырьевой материал подается в верхнюю часть печи, где поддерживается постоянная высота его слоя, с помощью скипового подъемника. Загрузка известняка в скиповой подъемник осуществляется по сигналу таймера. Среднее время цикла может составлять 80-90 секунд. Для осуществления обжига в печь вводят природный газ через радиально расположенные фурмы горелки и центральную. Подвод газа к печам производится из заводской сети, откуда он поступает в трубопровод под давлением 100-300 кПа и очищается от механических примесей в одном из двух сухих фильтров. Затем, пройдя по трубопроводу, поступает в распределительные фурмы боковых горелок и центральную. Холодная известь из печи удаляется четырьмя выхлопными вентиляторами, работающими поочередно по сигналу таймера. Цикл выгрузки составляет около 500 секунд. Затем продукт поступает на весы, где контролируется заданная производительность установки. Далее известь поступает в бункер готовой продукции.

Объектом управления в данной работе является шахтная печь, входными параметрами которой являются: охлажденная вода, горячий воздух, газ рециркуляционный, газ природный, известняк; выходными: готовая известь, выпускной воздух, газы отходящие.

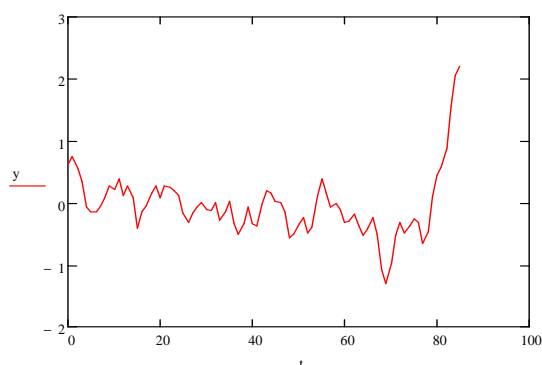
Существуют два метода расчета показателей качества и устойчивости автоматизированной системы управления процессом обжига извести активная и пассивная. В данной работе используется метод пассивного расчета.

Проводим центрирование экспериментальных данных. Центрирование – это операция изъятия из процесса постоянной составляющей математического ожидания

Данную процедуру проводим как для входных, так и для выходных параметров.



Расход

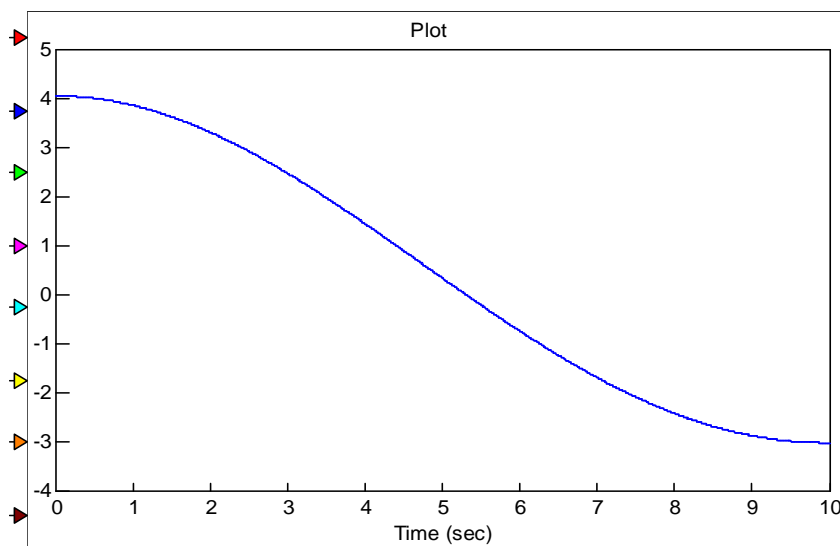


Температура



Передаточная функция объекта управления и график выглядят следующим образом:

$$W(p) = \frac{0.2}{10 \cdot p^2 + 0.5 \cdot p + 1}$$



## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ

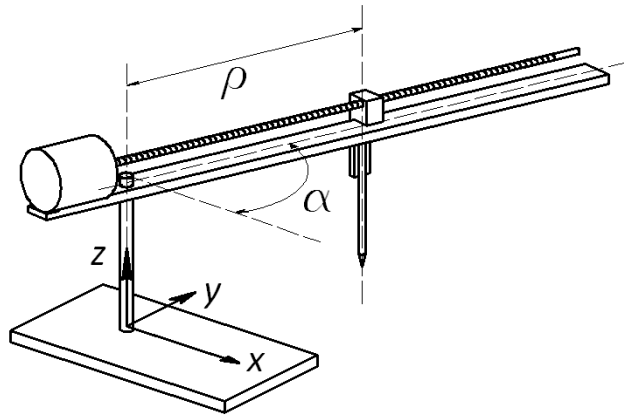
Платонов В.Н.

Научный руководитель Капля В.И.

В работе исследуется математическая модель алгоритма автономной работы манипулятора на основе адаптивной системы управления, целью которой является получение необходимого закона изменения механических моментов и усилий в сочленениях во времени в зависимости от заданной траектории рабочего органа.

Механическая система манипулятора в целом представляет собой разомкнутую двухзвенную кинематическую цепь с закрепленным основанием.

Обобщенными координатами лабораторного манипулятора являются угол поворота стрелы  $\alpha$  и длина перемещения каретки  $\rho$  относительно системы координат, связанной с основанием (рис.).



Обобщенные координаты манипулятора

Удобным средством описания динамики механической системы манипулятора, представляющей собой голономную систему с  $N$  степенями свободы, служат уравнения Лагранжа II рода.

Для рассматриваемого манипулятора данные уравнения, описывающие зависимость моментов в сочленениях от обобщенных координат манипулятора имеют вид:

$$(m_o x_o^2 + 2m_k \rho^2) \ddot{\alpha} + 4m_k \dot{\alpha} \dot{\rho} = M_1 + \beta \quad (1.1)$$

$$m_k \ddot{\rho} - 2m_k \rho \dot{\alpha}^2 = \frac{M_2 \cdot 2p1}{\pi d_o^2 \eta} \quad (1.2)$$

Для построения адаптивной системы управления модель объекта должна быть представляется в пространстве состояний.

При этом анализируемый объект представляется как информационно-измерительная система, образованная процессами в объекте и измерительными устройствами.

Уравнения динамики имеют вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = x_2 \left( -\frac{4m_k x_4 x_3}{(m_o x_o^2 + 2m_k x_3^2)} \right) + M_1 \frac{1}{(m_o x_o^2 + 2m_k x_3^2)} \end{array} \right. \quad (1.4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_3}{dt} = x_4 \\ \frac{dx_4}{dt} = x_3 \left( \frac{2m_k x_2^2}{m_k} \right) + M_2 \frac{2 \cdot p1}{\pi d_o^2 \eta} \end{array} \right. \quad (1.5)$$

где  $x_1, x_2, x_3, x_4$  – переменные состояния;  $M_1, M_2$  – управляющие воздействия.

Цель разработки такой системы – получение необходимых управляющих моментов в приводах, которые изменяли бы координаты манипулятора во времени по необходимому закону, а также корректировка положения рабочего органа в зависимости от изменяющегося момента инерции стрелы.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ФОТОХОСТИНГЕ**

Пономаренко Р.М.

Научный руководитель Петров М.В.

Все компании стараются максимально использовать возможности Интернета для повышения эффективности своих бизнес-процессов. Существующие по настоящий день корпоративные приложения созданы в виде изолированных систем, поддерживающих функционирование дискретных бизнес процессов, и не обеспечены средствами интеграции с внешними системами и процессами. Онлайн-сервисы дают серьезный толчок для процесса глобальной интеграции бизнеса, сделав его более эффективным, оперативным, гибким и масштабируемым.

Функции редактирования изображений предоставляют не только графические редакторы, но и онлайн-сервисы в сети Интернет. Они позволяют обрабатывать фотографии и изображения в режиме реального времени, при этом не требуют установки программного обеспечения. Основным достоинством здесь является не только сэкономленное на установке время, но и деньги.

Целью проекта является разработка автоматизированной системы обработки изображений на фотохостинге, которая повысит популярность организаций и фотолабораторий, специализирующихся на фотопечати и позволит увеличить доходы от предоставляемых системой услуг.

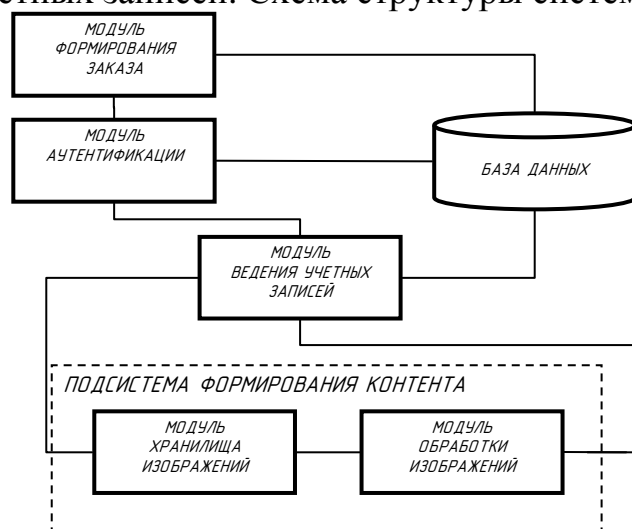
В системе решаются следующие задачи: автоматизация процесса обработки изображений в режиме реального времени; автоматизация процесса хранения фотографий, загружаемых пользователями; автоматизация совместного\ограниченного доступа и печати фотографий, загружаемых пользователями.

В процессе предпроектного исследования было рассмотрено три подобных системы: Фоторотор, Радикал Фото, FunStudio. С точки зрения решения задач, поставленных в проекте, эти системы имеют ряд недостатков, таких как высокая стоимость, отсутствие бесплатной обработки изображений, отсутствие платных услуг (платная обработка

изображений дизайнером) и возможности хранения изображений пользователей.

Система реализована на базе двухуровневой архитектуры «клиент-сервер»: сервер СУБД соединенный с веб-сервером и клиентский уровень.

Структура системы включает подсистему формирования контента состоящую из модуля хранения изображений для загрузки и управления изображениями пользователем и модуля обработка изображений для обработки изображений пользователем в режиме реального времени; модуль формирование заказа для формирования пользователем заказа на печать или платную обработку изображений; модули аутентификации и ведение учетных записей. Схема структуры системы представлена на рис.



Разрабатываемая система применима в организациях и фотолабораториях, специализирующихся на фотопечати, для обработки изображений пользователей на фотохостинге.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА КАЧЕСТВО И УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА МОНОМЕТИЛАНИЛИНА**

Сазонова С.В.

Научный руководитель Медведева Л.И.

В основе работы лежит технологический процесс получения монометиланилина, заданного состава, методом непрерывной ректификации на ОАО «Волжский Оргсинтез».

Монометиланилин используется для получения неэтилированных бензинов. Данная топливная присадка повышает октановое число.

Объектом управления выбрана ректификационная колонна. Она является главным оборудованием в исследуемом технологическом процессе и отвечает за качество получаемого продукта.

Важнейшей характеристикой кубового остатка, как целевого продукта, является его состав, по техническому регламенту он должен составлять не менее 98% монометиланилина.

Свойства объекта управления:

- 1) значительное запаздывание, из-за больших габаритных размеров колонны: высота составляет 27 метров, внутренний диаметр 0,2 метра;
- 2) самовыравнивание;
- 3) девять емкостей.

Так как к кубовой части колонны предъявляются более жесткие требования, основой расчета ее математической модели стала зависимость температуры кубового остатка от времени.

По кривой разгона, полученной по данным реальной работы оборудования находится передаточная функция объекта управления, для чего используются два метода: В.Я. Ротача и площадей.

Передаточная функция объекта управления имеет вид:

$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) = e^{-0.38p} \cdot \frac{0.503}{122.309p^3 + 43.973p^2 + 9.866p + 1} \quad (1)$$

На основании (1) делается вывод о том, что куб исследуемой ректификационной колонны имеет третий порядок, и время запаздывания 0,38 минут.

Согласно критерию Х. Найквиста объект управления является устойчивым, так как его АФХ не охватывает точку А (-1;0).

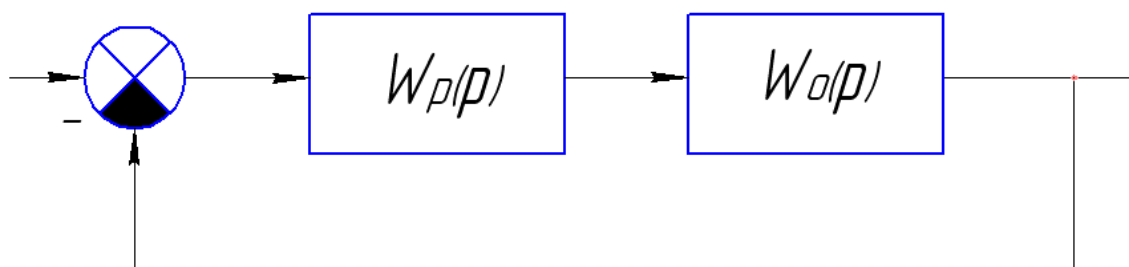
Для нахождения оптимальных параметров регуляторов использованы следующие методы: метод расширенных частотных характеристик и два экспериментальных метода, таких как метод незатухающих колебаний и метод заданного затухания.

Для каждой найденной передаточной функции регулятора построена система управления (рис.1) и найдена общая передаточная функция системы:

$$W_c(p) = \frac{R(p) \cdot W(p)}{1 + R(p) \cdot W(p)},$$

где  $R(p)$  – передаточная функция управляющего устройства;

$W(p)$  - передаточная функция объекта управления.



Структура замкнутой системы управления

По найденным передаточным характеристикам систем построены АФХ, и по ним доказана устойчивость, согласно критерию Х. Найквиста. Поэтому, можно сделать анализ качества систем управления в переходных режимах.

Влияние параметров управляющего устройства на качество системы управления оценивалось основными показателями качествами: перерегулирование, степень затухания, длительность переходного процесса и колебательность (таблица 1).

Таблица 1 - Сводная таблица показателей качества для различных методов расчета параметров управляющих устройств

Показатель качества	Метод расширенных частотных характеристик			Метод незатухающих колебаний			Метод заданного затухания		
	П	ПИ	ПИД	П	ПИ	ПИД	П	ПИ	ПИД
Перерегулирование, %	46	26	21	49	100	9,8	33	100	100
Степень затухания	0,62	0,91	0,9	0,57	1	0,86	0,75	1	1
Время переходного процесса, с	156	170	150	272	375	284	136	1301	1300
Колебательность	12	8	8	21		24	10		

Таким образом, с исследуемым объектом управления – ректификационной колонной лучше всех справиться ПИД – регулятор, так как система в переходном режиме с его использованием обладает хорошими показателями качества по всем трем методам.

А наилучшими показателями качества системы с ПИД – регулятором обладает система, параметр настройки управляющего

устройства которой найден экспериментальным методом незатухающих колебаний.

Так как у него перерегулирование меньше других рассчитанных в данной работе (9,8%), степень затухания = 0,86 попадает в диапазон соответствующий лучшему качеству от 0,75 до 0,95, сравнительно небольшие по сравнению с другими время переходного процесса = 284 секунд и колебательность = 24.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИМЕДИЙНЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ АГЕНТСТВОМ**

Черняев А.О.

Научный руководитель Петров М.В.

Основная функция информационного агентства – снабжать оперативной политической, экономической, социальной, культурной информацией лиц, являющихся подписчиками на их продукцию. Для поддержания конкурентно способности на рынке информационных услуг мультимедийным информационным агентствам необходимо наличие обширной аудитории потребителей их услуг. Средством позволяющим расширить аудиторию конкретного информационного агентства является интернет, который предоставляет возможность доступа к информации, неограниченного временными и территориальными рамками для аудитории. Кроме того, использование глобальной сети предоставляет возможность размещения дополнительной рекламы и расширение предоставляемых агентством услуг.

Целью проекта является разработка автоматизированной системы управления мультимедийным информационным агентством в виде web-ресурса, которая повысит популярность информационного агентства, что позволит привлечь новых рекламодателей и повысить доход агентства.

В системе решаться следующие задачи: организация взаимодействия сотрудников агентства в процессе подготовки материалов, автоматизация процесса размещения материалов агентства в сети интернет, автоматизация процесса хранения информации в системе, организация доступа пользователей к материалам агентства, сбор данных для анализа работы агентства.

В процессе предпроектного исследования было рассмотрено три подобных системы: Pligg, WordPress, UMI. С точки зрения решения задач, поставленных в проекте, эти системы имеют ряд недостатков, таких как высокая стоимость, отсутствие жесткого разграничение прав каждой группы сотрудников агентства, отсутствие пользовательских инструментов индивидуальной настройки получаемой информации.

Особенностью разработанной системе является адаптивный отбор материалов по категориям и ключевым словам, который предлагает

материалы агентства зарегистрированному пользователю в приоритетном для него порядке. Система реализована на базе трехуровневой архитектуры «клиент-сервер», разработанной на основе web-сервера Apache, СУБД MySQL.

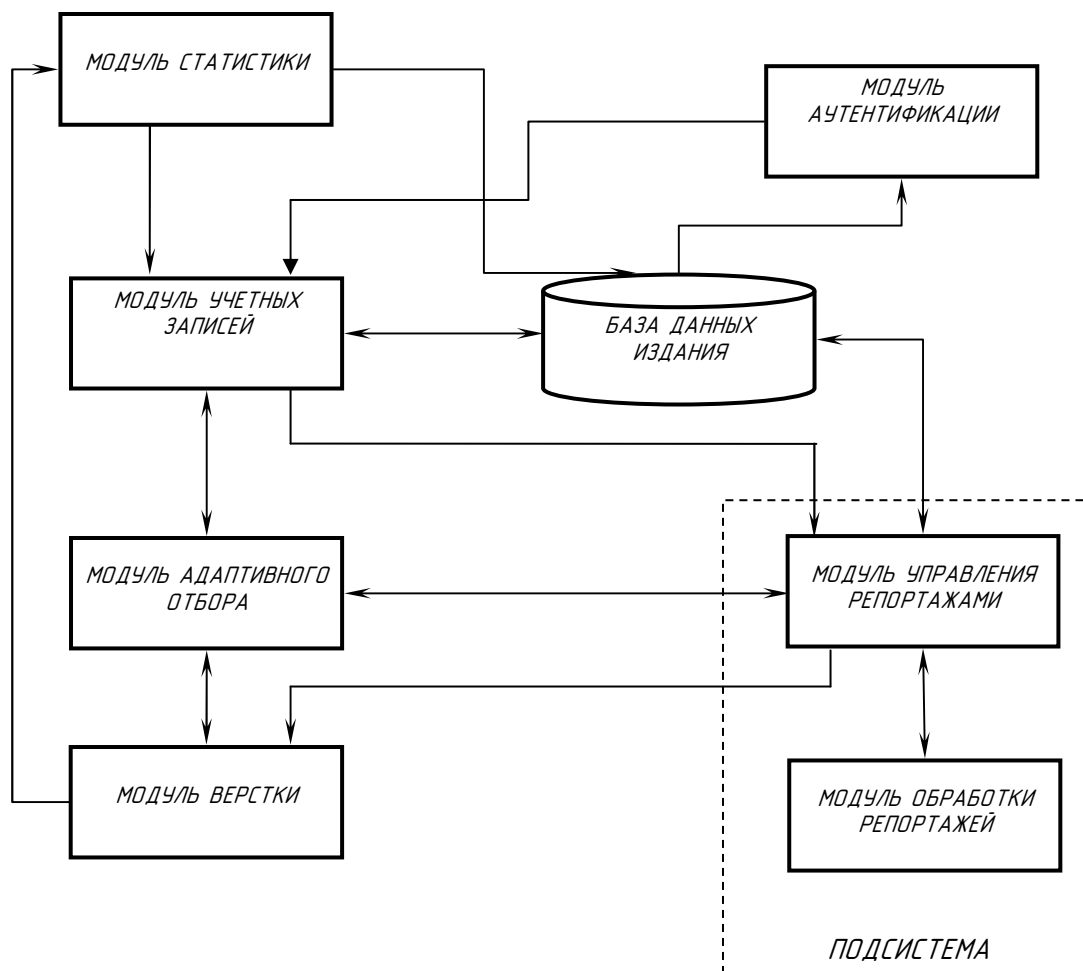


Схема структуры системы

Разработанная система содержит следующие модули: модуль учетных записей, предназначен для создания и редактирования учетных записей системы; подсистему формирования продукции, состоящую из модуля обработки репортажей и модуля управления репортажами; модуль статистики; модуля адаптивного отбора репортажей; модуля верстки. Схема структуры системы представлена на рисунке.

Система содержит web-интерфейс для каждого участника системы.

Разработанная система применима для организаций, специализирующихся на создании и выпуске материалов информационного характера.