

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛОГОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ

А. А. ГУРЧЕНОК, В. С. АНДЫК, М. Д. КАЦ

(Представлена семинаром кафедры автоматизации теплоэнергетических процессов
промышленных предприятий)

Широкое внедрение автоматизации во все отрасли народного хозяйства, наблюдаемое в настоящее время, повышает требования к качеству и надежности работы всех устройств систем автоматического управления, что в значительной мере определяется выбором структуры системы и ее параметров настройки.

Из-за усложнения всего комплекса управления повышаются требования к нахождению оптимальных настроек регулятора. Оптимальные параметры регуляторов повышают качественные и экономические показатели работы основного и вспомогательного оборудования и надежность их эксплуатации.

Исследование динамики САР представляет собой сложную задачу. Определение устойчивости линейных систем автоматического регулирования невысокого порядка сравнительно громоздко. Исследование качества регулирования систем высокого порядка еще сложнее даже при использовании косвенных методов расчета.

При исследовании нелинейных систем автоматического регулирования трудности возрастают во много раз и в ряде случаев, встречаемых на практике, могут оказаться непреодолимыми при чисто теоретическом расчете.

Для расчета оптимальных параметров настройки промышленных систем регулирования со сложными внутренними и внешними обратными связями разработаны различные методики [2, 3], дающие удовлетворительные результаты, но требующие, как правило, громоздких вычислений и в конечном результате дополнительной корректировки при выставлении их на реальном регуляторе.

Существует, однако, иной путь исследования САР и определения оптимальных параметров настройки регуляторов, который в сочетании с теорией обеспечивает решения указанных выше задач. Это путь моделирования. Исследования САР на аналоговых вычислительных машинах (АВМ) возможно методами набора полной структурной схемы САР или решениями дифференциального уравнения САР. Однако следует учесть, что при такой постановке задачи мы имеем идеальную модель регулятора и, следовательно, идеальные параметры настройки, которые, как показывает практика, при выставлении на реальном промышленном регуляторе дают не всегда удовлетворительные результаты.

Другим, более приемлемым путем является сочленение реального

промышленного регулятора с моделью объекта, набираемого на АВМ. Структурная схема набора представлена на рис. 1.

Выходное согласующее устройство этой схемы служит для преобразования постоянного напряжения ± 100 в выхода аналоговой машины во входную величину промышленного регулятора требуемой физической природы (постоянное или переменное напряжение, механическое усиление или давление воздуха) и требуемого диапазона изменения. Входное согласующее устройство преобразует выходную величину промышленного регулятора во входную величину модели объекта. Такое построение схемы позволяет выставлять (или специальными инженерными методами находить) оптимальные параметры настройки на реальном промышленном регуляторе, а объект регулирования с достаточной степенью точности воспроизводить на моделирующей машине.

Подобный метод начинает находить широкое применение для оптимизации параметров, настройки регуляторов [1]. На базе этой методики в ТПИ на кафедре АТППП построен стенд-тренажер для обучения студентов методике настройки регуляторов и определения параметров на-

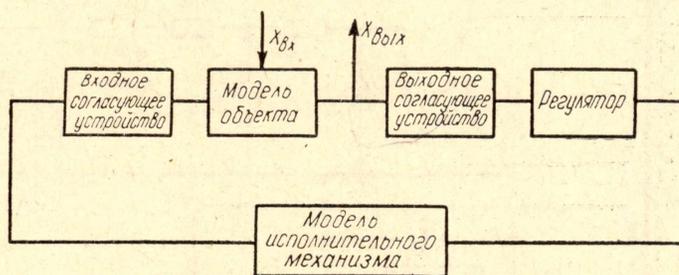


Рис. 1. Структурная схема сочленения модели объекта, набираемой на АВМ, с реальным промышленным регулятором

стройки регуляторов промышленной САР. Учебный стенд состоит из вычислительной машины аналогового типа МН-7, панели регуляторов и регистратора. Использование моделирующей машины МН-7 позволяет моделировать объекты регулирования, описываемые дифференциальными уравнениями до шестого порядка включительно, а также различные типовые нелинейности, как «люфт», «релейный элемент» и т. д. Достаточно широкие возможности моделирования объекта позволяют практически охватить САР барабанных котлоагрегатов и большинство САР прямооточных котлоагрегатов.

Собственно стенд представляет собой панель, на которой размещены промышленный серийный регулятор типа РПИБ, дифференциатор ДЛ-П, модель исполнительного механизма МИМ, серийный корректирующий регулятор для многоконтурного регулирования типа КПИ, плата наборного поля стенда для реализации необходимых вариантов схемы, блок управления БУ-1/6, указателей положения регулирующего органа и выхода корректирующего прибора. Из элементов стенда особый интерес представляет модель исполнительного механизма. Переход к модели исполнительного механизма обусловлен громоздкостью серийных образцов для использования в целях моделирования.

Схема модели исполнительного механизма представлена на рис. 2.

Модель исполнительного механизма представляет собой исполнительный реверсивный двигатель типа РД-09, питаемый пониженным стабилизированным напряжением от трансформатора ТР-1. Реверс двигателя осуществляется с помощью контактов реле-повторителя регулятора

типа РПИК или тригера с усилением мощности на выходном усилителе регулятора типа РПИБ. Выходное напряжение модели исполнительного механизма определяется разбалансом моста сопротивлений (R_5 , R_6). Мост сопротивлений питается выпрямленным и хорошо отфильтрованным стабилизированным напряжением. Постоянная времени модели исполнительного механизма составляет 30 секунд, что является средней величиной для реальных исполнительных механизмов. Регистрация выходного сигнала САР производится самопишущим потенциометром, что позволяет вести наглядную запись переходных процессов.

Стенд-тренажер был использован для определения параметров настройки систем автоматического регулирования котельной Томского ДОКа. В качестве примера расчета была выбрана САР уровня воды в

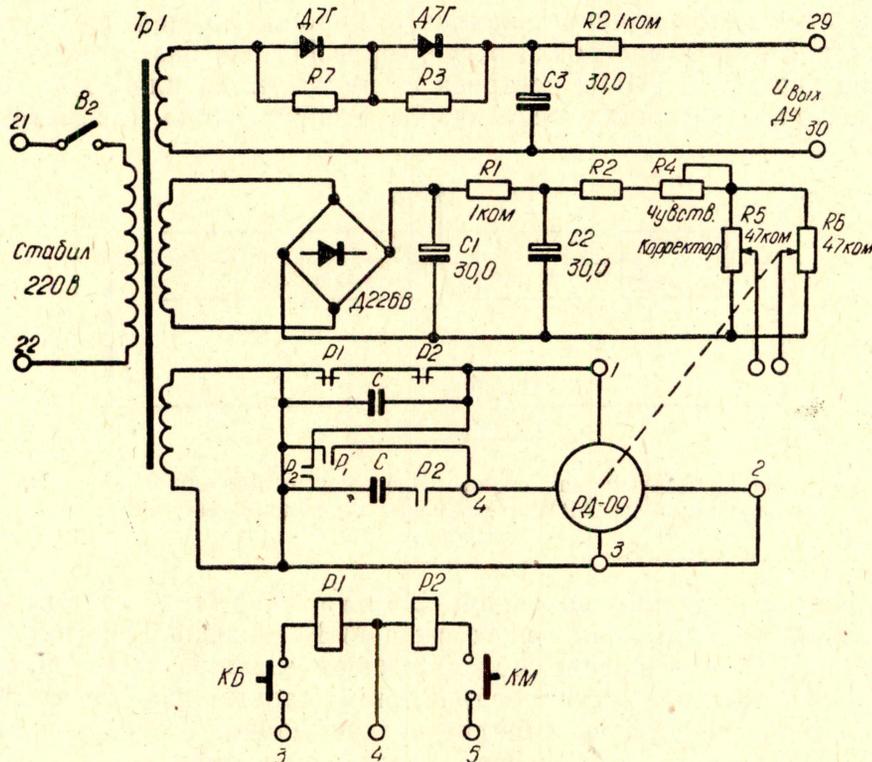


Рис. 2. Электрическая схема модели исполнительного механизма (МИМ)

барабана котлоагрегатов. Объект регулирования представляет собой последовательное соединение емкостного и интегрирующего звена и описывается дифференциальным уравнением второго порядка. Данные об объекте регулирования были представлены экспериментально снятыми временными характеристиками. После их статической обработки и аппроксимации была получена возможность математической интерпретации объекта регулирования с последующим его моделированием на аналоговой машине МН-7. Нахождение параметров настройки регулятора производилось инженерным методом шагового поиска [1], применяемым обычно при наладке и корректировке промышленных САР.

Одновременно для контроля и сравнения полученных результатов был сделан расчет параметров настройки регулятора графоаналитическим методом [2].

Переходные процессы для метода шагового поиска и графоаналитического метода регистрировались самопишущим прибором и представлены на рис. 3 и 4.

Анализ переходных процессов показывает, что параметры настройки регулятора, полученные методом шагового поиска, лучше обеспечивают качество переходного процесса, чем графоаналитический метод. Уменьшается динамическая ошибка и время регулирования переходного про-

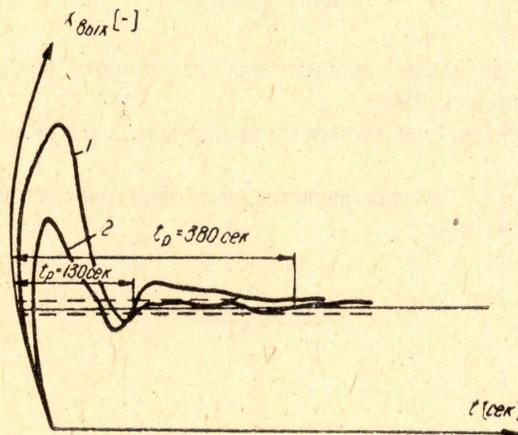


Рис. 3. Переходные процессы в САР по каналу управляющего воздействия: 1 — оптимальные параметры настройки найдены графоаналитическим методом расчета; 2 — оптимальные параметры настройки найдены на стенде-тренажере методом шагового поиска

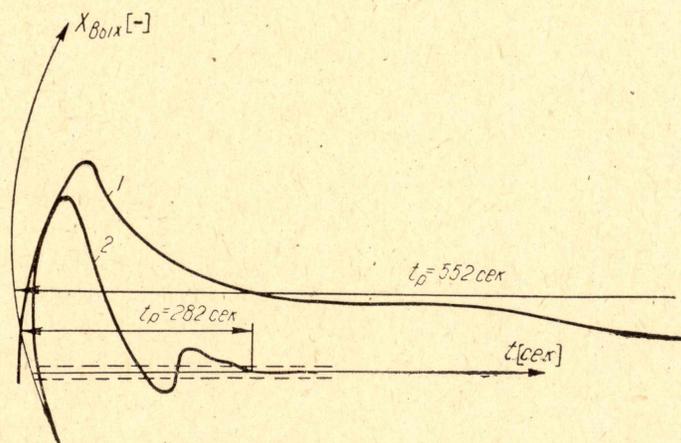


Рис. 4. Переходные процессы в САР по каналу возмущающего воздействия. Обозначения, аналогичные рис. 3

цесса, что является весьма важным для реальных систем. Выставление этих параметров на реальной системе доказало их полное соответствие нормальной эксплуатации САР.

При определении параметров настройки на стенде выступает на первый план большая наглядность совершаемых операций наладки. При малейшем изменении параметров настройки регулятора модель системы сразу отрабатывает соответствующим переходным процессом, качество

которого можно сразу определить известными методами [3], в то время как при аналитическом расчете качество переходных процессов определяется дальнейшими графическими построениями и аналитическими расчетами. Такая простота и быстрдействие получения переходных процессов позволяют использовать стенд моделирования для обучения студентов настройке регулятора практически любого типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по настройке и испытанию электронных регуляторов блочных установок. ОРГРЭС, Новосибирск, 1970.
 2. В. Я. Ротач. Расчет настройки промышленных систем регулирования. М., ГЭИ, 1961.
 3. Е. П. Стефани. Основы расчета настройки регулятора теплоэнергетических процессов. М., «Энергия», 1972.
-