

УДК 621.18-182.2

Р.Р. Ахметов, И.А.Кручинин, Аксенова Е.А.

Студент кафедры "Автоматизация и управление, студент кафедры

"Автоматизация и управление, старший преподаватель кафедры

"Автоматизация и управление"

Пензенский государственный технологический университет

Россия, Пенза

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ КОТЛА ДКВР-4/13 ГМ С ПОМОЩЬЮ ПРОПОРЦИОНАЛЬНО- ИНТЕГРАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА

В данной статье рассмотрена САР давления пара путем изменения подачи топлива в котёл ДКВР-4/13 ГМ. Для построения математической модели объекта управления были сняты разгонные кривые по которым получены выражения для передаточной функции объекта регулирования.

Синтез системы, линейная одноконтурная система, передаточная функция.

R. R. Akhmetov, I. A. Kruchinin, E. A. Aksenova

Student of the Department " automation and management, student of the
Department "automation and management, senior teacher of the Department

"automation and management"

Penza state technological University

Russia, Penza

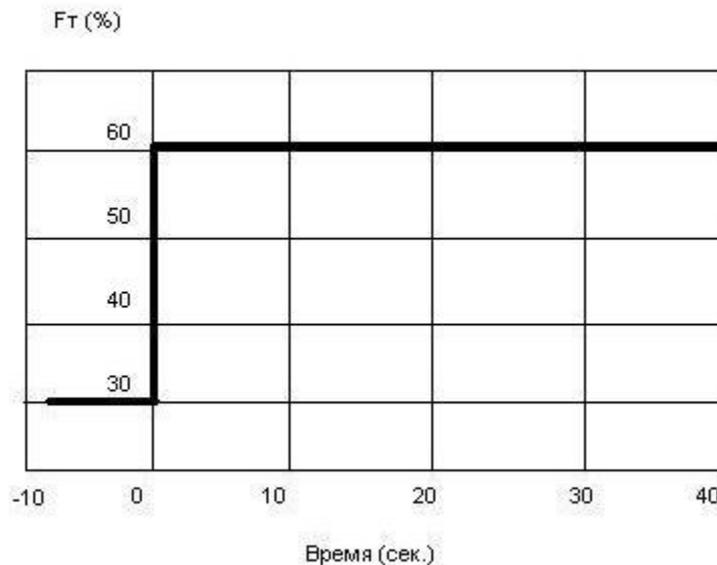
AUTOMATIC PRESSURE CONTROL SYSTEM BOILER DKVR-4/13 GM USING A PROPORTIONAL-INTEGRAL CONTROLLER

This article discusses the SAR of steam pressure by changing the fuel supply to the boiler DKVR-4/13 GM. To build a mathematical model of the control object, the acceleration curves were removed and expressions for the transfer function of the control object were obtained.

System synthesis, linear single-circuit system, transfer function.

Синтез системы управления производился при помощи автоматизированной системы имитационного моделирования MATLAB

Рассматривается линейная одноконтурная замкнутая система регулирования третьего порядка. По кривым разгона (рисунок 1,2).



*Рис. 1. График расхода топлива (степень открытия клапана
топливоподачи)*

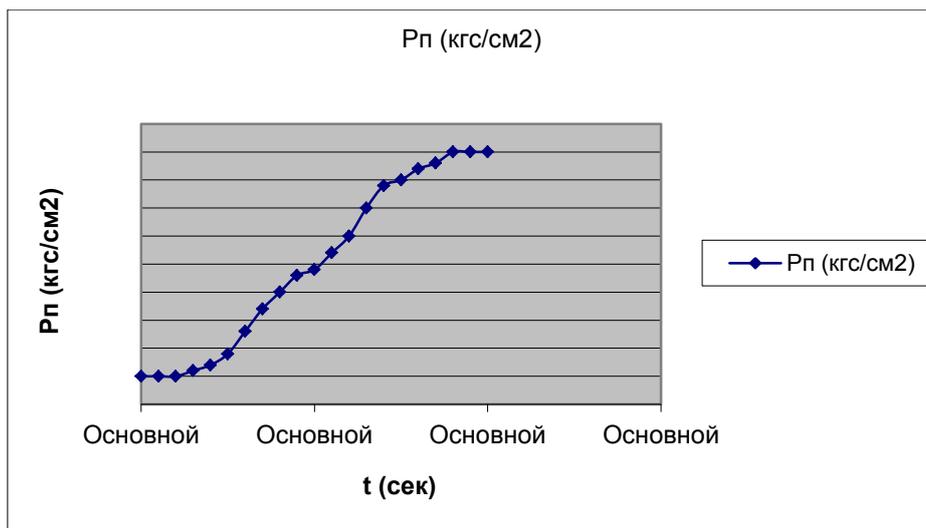


Рис. 2. Разгонная характеристика по каналу расход топлива - давление пара на выходе котла

В ходе эксперимента была получена передаточная функция для рассматриваемого объекта по каналам: расход топлива – давление пара на выходе котла (формула 1)

$$W(p) = \frac{k_1 p^{-p\tau_1}}{(1 + T_1 p)(1 + T_2 p)} \quad (1)$$

Параметры объекта для данной модели равны:

- коэффициент передачи $K_1 = 0,007 \text{ кгс/см}^2/\%$
- постоянная времени $T_1 = 10,240 \text{ сек.}$
- постоянная времени $T_2 = 1,846 \text{ сек.}$
- запаздывание $\tau_1 = 6,396 \text{ сек.}$

Передаточные функции звеньев САУ:

Передаточная функция измерительного преобразователя (датчика) давления пара, В качестве датчика использован манометр ЭКМ-160М с пределами измерения от 0 до 16 кгс/см², выходной сигнал: 0-5 мА,

$$W_d(p) = K_d = (16-0)/(5-0) = 3,2 \text{ кгс/см}^2/\text{мА}$$

Для исполнительного механизма и регулирующего органа объединим передаточные функции $W_{им}(p)$ и $W_{ро}(p)$ в одну передаточную функцию $W_{им+ро}$:

Регулятор совместно с ИУ реализует ПИ-закон регулирования, поэтому

$$K_{иу}=1; W_{им+ро}(p)=K_{иу}=1 \text{ град, угла/\%}$$

Для синтеза системы выбираем ПИ-регулятор.

ПИ-закон регулирования позволяет увеличить точность регулирования, уменьшить время отработки задающего воздействия, свести статическую ошибку к нулю,

$$W_p(p) = k_p + \frac{1}{T_u p} = \frac{k_p T_u p + 1}{T_u p} \quad (2)$$

где K_p и T_u – коэффициенты настройки регулятора.

Передаточная функция разомкнутой системы будет равна произведению передаточных функций отдельных звеньев

$$W(p) = W_a(p)W_{\dot{\omega}}(p)W_p(p)W_o(p) = \frac{K(T_4 p + 1)e^{-p\tau_1}}{T_\epsilon p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)} \quad (3)$$

где $K = K_a K_{\dot{\omega}} K_1$, $T_4 = k_p T_\epsilon$,

Передаточная функция замкнутой системы

$$W_z(p) = \frac{W(p)}{1 + W(p)} = \frac{K(T_4 p + 1)e^{-p\tau_1}}{T_\epsilon p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1) + K(T_4 p + 1)e^{-p\tau_1}} \quad (4)$$

В соответствии с критерием устойчивости Михайлова условия устойчивости запишутся в виде системы двух уравнений

$$\begin{aligned} K[\cos(\omega\tau_1) + \omega T_4 \sin(\omega\tau_1)] &= T_\epsilon (T_1 + T_2)\omega^2; \\ K[\omega T_4 \cos(\omega\tau_1) - \sin(\omega\tau_1)] &= T_\epsilon (T_1 T_2 \omega^2 - 1)\omega. \end{aligned} \quad (5)$$

После внесения численных значений передаточных функций в систему, получаем область устойчивости построенную в плоскости параметров ПИ – регулятора K_p и T_u , которая определяется путем решения системы (5).

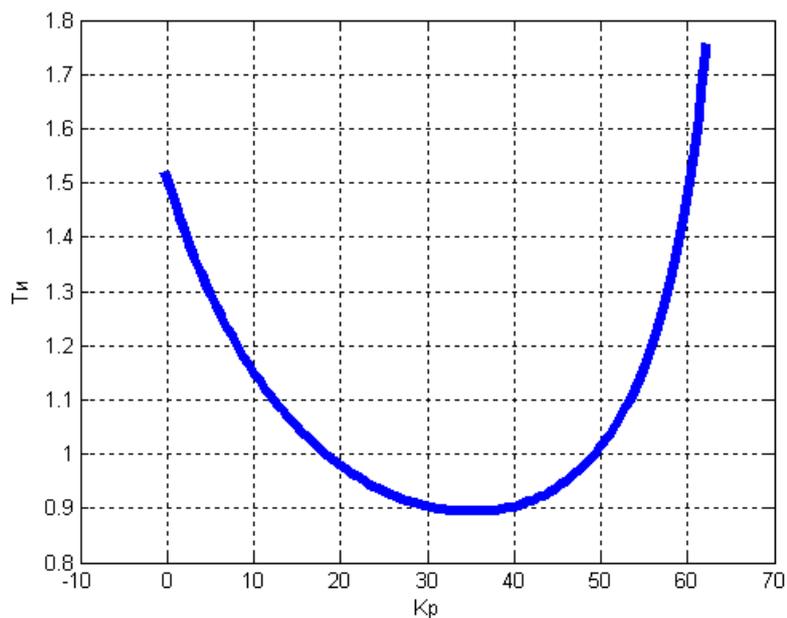


Рис. 1. разбиение в плоскости параметров ПИД-регулятора

Расчёт и анализ системы управления

Структурная схема системы показана на рис. 2.

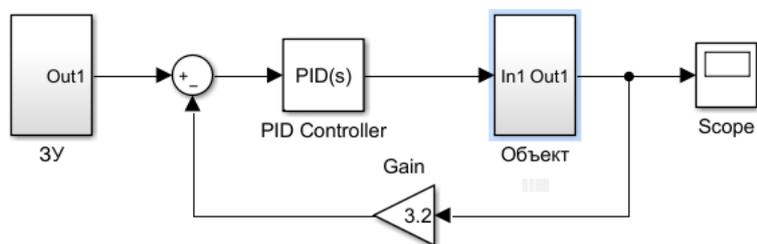


Рис. 2. Структурная схема системы

Настройка регулятора проходила в автоматическом режиме результаты настройки показаны на рисунках 3а и 3б.

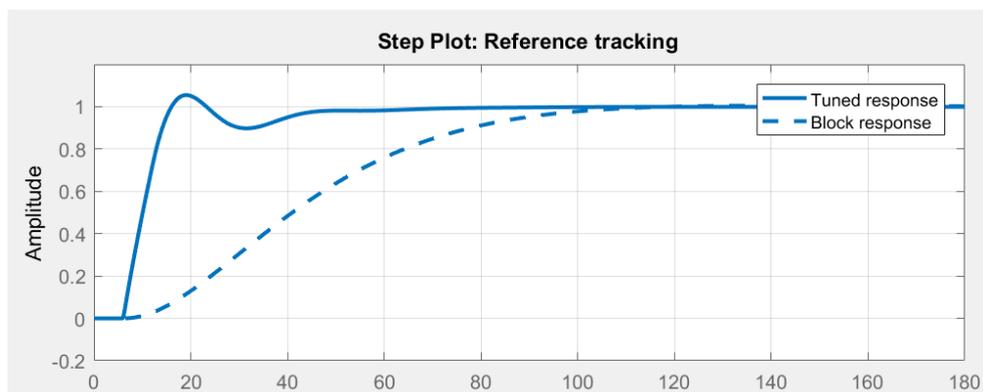


Рис 3а. Настройка ПИД-регулятора

Main	PID Advanced	Data Types	State Attributes
Controller parameters			
Source:	internal		
Proportional (P):	65.2171497754547		
Integral (I):	3.69783543051723		
Derivative (D):	114.856390820689		
Filter coefficient (N):	12.5709957588673		

Рис. 3б. Настройка ПИД-регулятора

Строим переходные процессы по задающему воздействию (рис. 4-7)

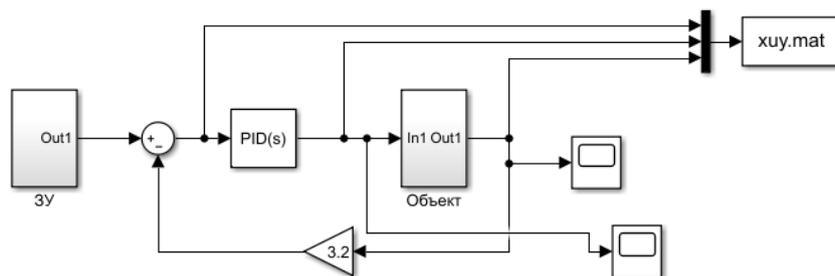


Рис. 4. Структурная схема системы по задающему воздействию

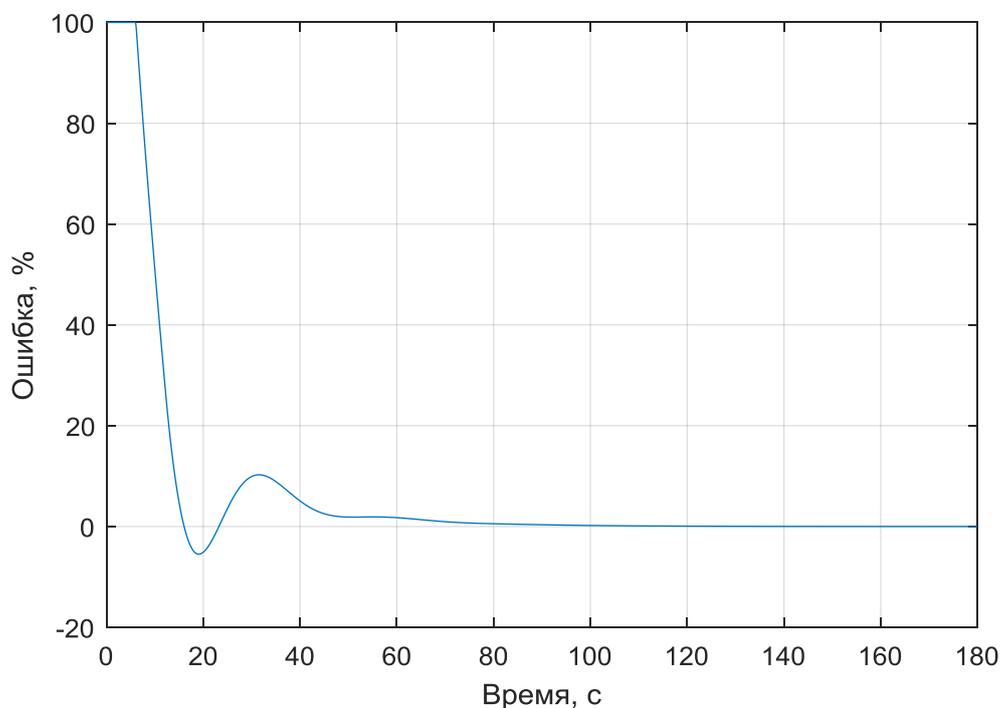


Рис. 5. Изменение регулирующей величины

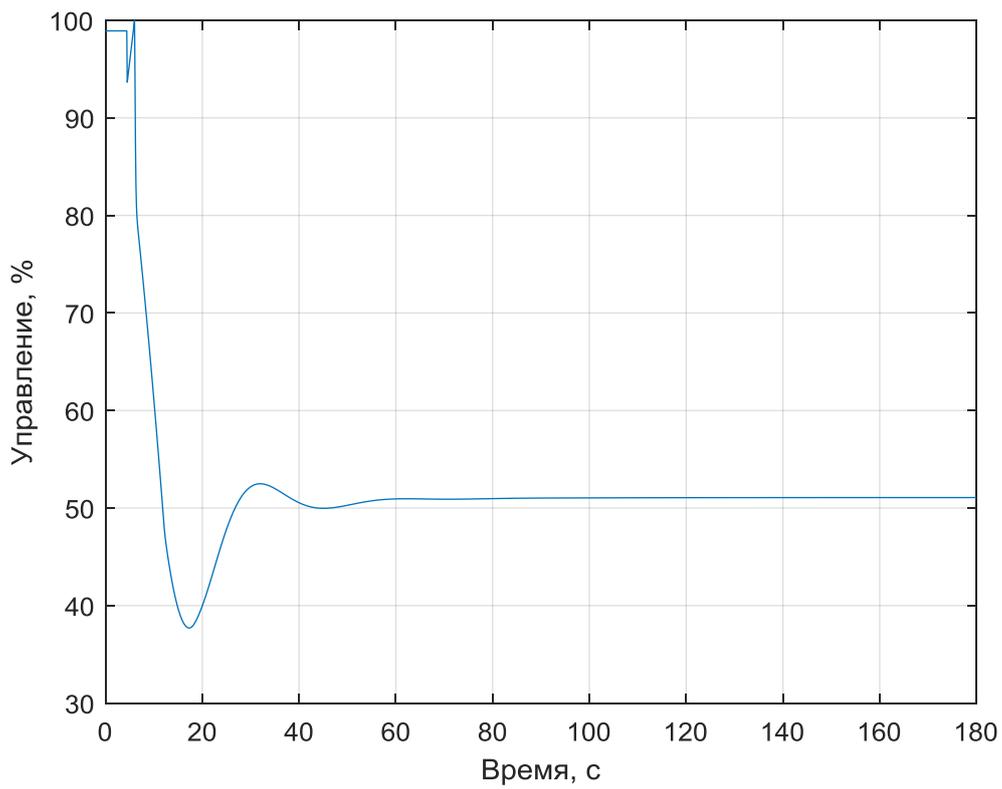


Рис. 6. Изменение регулирующей величины

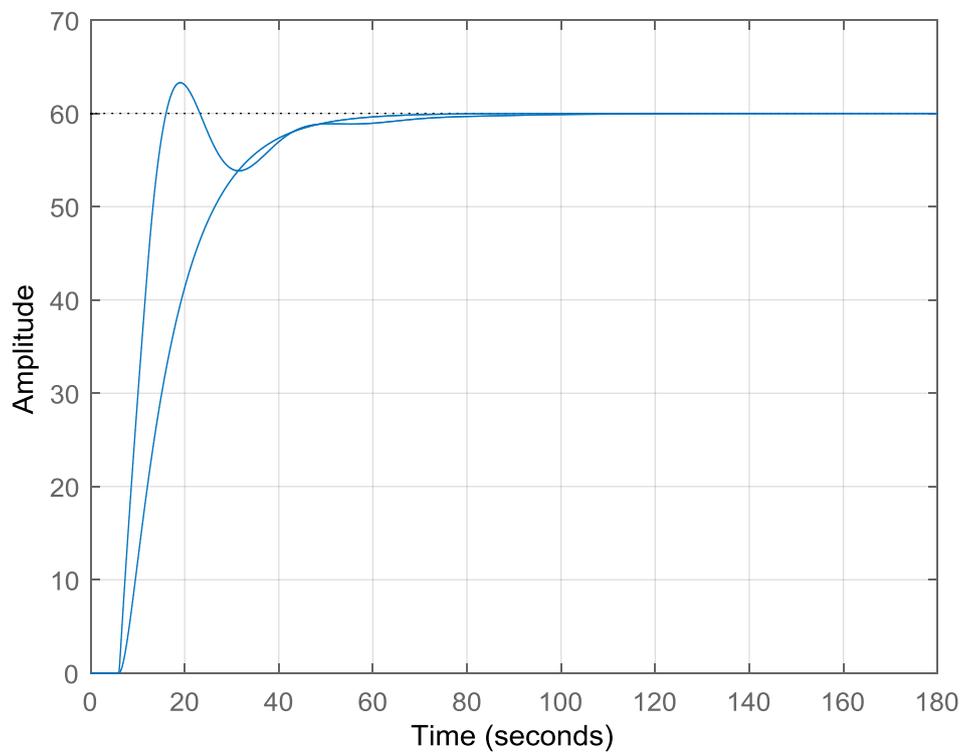


Рис. 7. Изменение регулируемой величины

Данные настройки обеспечивают минимальное перерегулирование 14% и минимальное время обработки сигнала.

Вывод: При расчете одноконтурной системы автоматического регулирования давления в барабане котла было предложено использовать ПИД –регулятор со следующими параметрами настройки: $k_p = 31,1105$; $T_i = 0,5237$; $T_d = 80,4507$,

Предлагаемая система автоматического регулирования давления имеет величину перерегулирования не более 20% при статической ошибке равной нулю, что удовлетворяет требованиям задания на проектирование.

Литература

1. Ключев А.С., Товарнов А.Г. “Наладка систем автоматического регулирования котельных агрегатов”, Москва, “Энергия”, 1970
2. Плетнев Г.П. “Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций”, Москва, “Энергоиздат”, 1981 г.