

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И РАСЧЕТ НАСТРОЕК ПИ-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ВОЗМУЩЕНИЙ

Автоматизированная система регулирования (АСР) с трехимпульсным регулятором — один из наиболее распространенных вариантов комбинированных систем регулирования. Однако для оценки качества процессов регулирования в таких системах (при аппроксимации динамических характеристик объекта с помощью аperiодических или интегрирующих звеньев с запаздыванием) нет номограмм, подобных номограммам, применяемым для выбора закона регулирования одноконтурной АСР [1].

Для построения таких номограмм авторами исследовалась комбинированная система регулирования с трехимпульсным ПИ-регулятором (рис. 1). Объект регулирования аппроксимировался аperiодическим звеном и

двумя звеньями чистого запаздывания — для управляющего и возмущающего воздействий объекта. С целью устранения статической ошибки регулятор охвачен дополнительной обратной связью по управляющему воздействию. В качестве компенсаторов использовались усилительные звенья.

В соответствии с рис. 1 данная АСР описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$T \frac{dx(t)}{dt} + x(t) = K_{06}z(t - \tau_b) + K_{06}u(t - \tau_y),$$
$$(1 + K_p K_u) \frac{du(t)}{dt} = K_p \left(\frac{dx(t)}{dt} + K_z \frac{dz(t)}{dt} \right) +$$
$$+ \frac{K_p}{T_r} [x(t) - x^*(t) + K_z z(t) - K_u u(t)],$$

где T , $K_{об}$, τ_b , τ_y — динамические параметры объекта: соответственно постоянная времени, коэффициент передачи, время запаздывания по

$$K_u = K_z = \frac{1}{K_p}$$

а оптимальные значения K_p и $T_{и}$ совпадают с оптимальными значениями K_p и $T_{и}$ для одноконтурной системы регулирования [2].

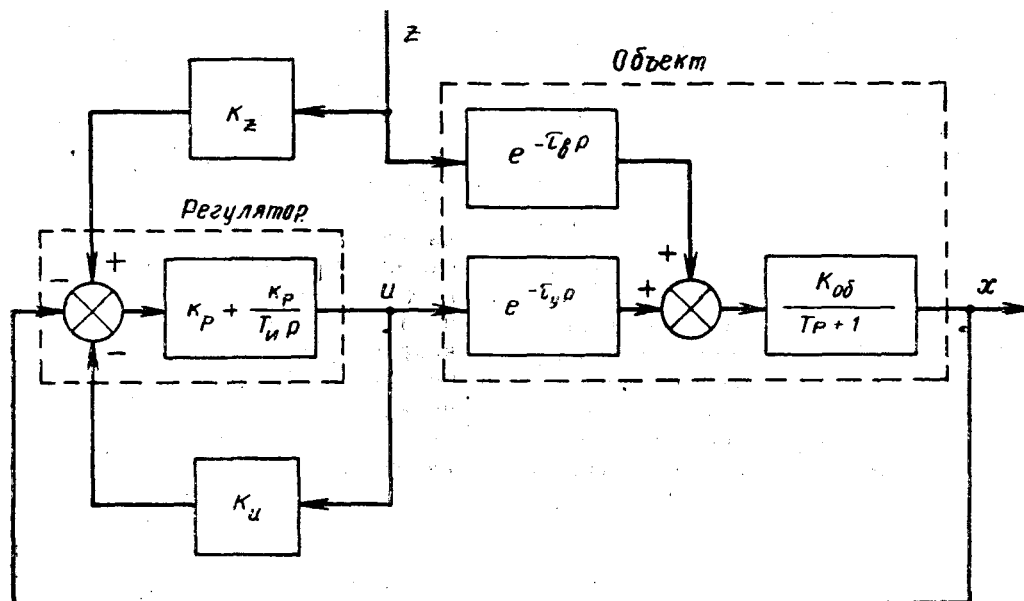


Рис. 1. Структурная схема комбинированной АСР

- каналу возмущающего воздействия, время запаздывания по каналу управляющего воздействия;
- x, u, z — переменные входные и выходные величины: регулируемая, управления, возмущения;
- $K_p, T_{и}$ — параметры регулятора соответственно: коэффициент передачи, время изодрома;
- K_z, K_u — коэффициенты передачи компенсаторов;
- x^* — заданное значение регулируемой величины.

Переходные процессы регулирования были определены решением этих уравнений на ЭВМ «Наири-К» методом Рунге-Куты. В качестве оптимального был выбран процесс регулирования с минимальной интегральной квадратичной оценкой ($\min \int x^2 dt$).

Результаты исследований показали, что в данном случае оптимальные значения K_u и K_z могут быть определены с помощью следующего соотношения

Качество регулирования оценивалось динамическим коэффициентом $R_d = \frac{X_{max}}{K_{об} z}$, временем регулирования t_p и площадью регулирования F . В результате исследований построены номограммы качества регулирования (рис. 2—4), по которым можно осуществить выбор одноконтурной или комбинированной системы регулирования с ПИ-регулятором в соответствии с общепринятой методикой. Пунктирные кривые соответствуют одноконтурному ПИ-регулятору, сплошные — трехимпульсному ПИ-регулятору для объектов с разными значениями τ_b/τ_y .

Из рис. 2—4 видно, что наилучшее качество регулирования комбинированной системы регулирования обеспечивается, когда $\tau_b = \tau_y$, т. е. когда место установки датчика возмущающего воздействия совпадает с местом установки регулирующего органа. Несовпадение значений τ_b и τ_y приводит к возрастанию значений R_d , t_p и F , что соответствует основным положениям теории инвариантности [3]. Причем, при $\tau_b/\tau_y = 2$ значение R_d трехимпульсного ПИ-регулятора при прочих равных условиях совпадает со значениями R_d для одноимпульсного ПИ-регулятора.

Как видно из рис. 2, приведенные в работе [1] ограничения применения одноконтурной АСР с ПИ-регулятором при $\tau_y/T \leq 1$ соответ-

ствуют значению $R_d \leq 0,7$. При использовании трехимпульсного ПИ-регулятора такому же граничному значению R_d соответствует более широкий круг объектов с отношениями $\tau_y/T \leq 2$ и $0,2 \leq \tau_b/T_y \leq 1,5$.

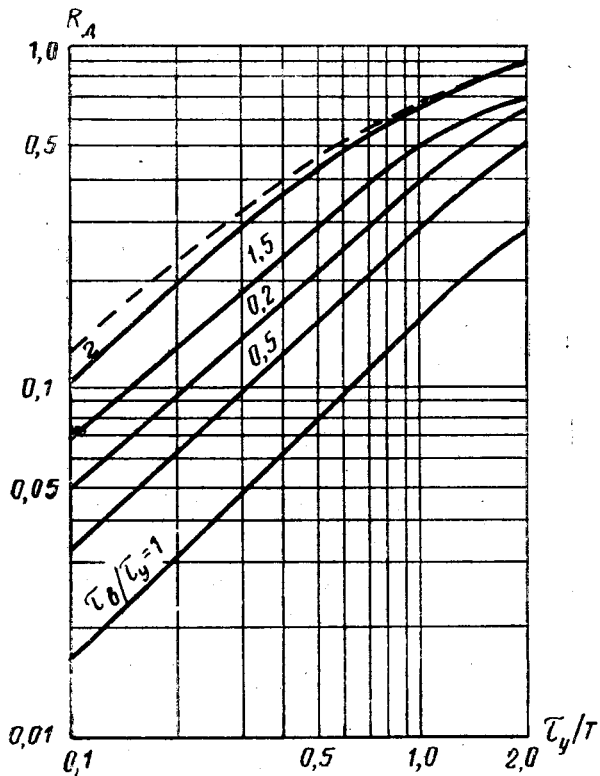


Рис. 2. Номограмма для определения динамического коэффициента регулирования

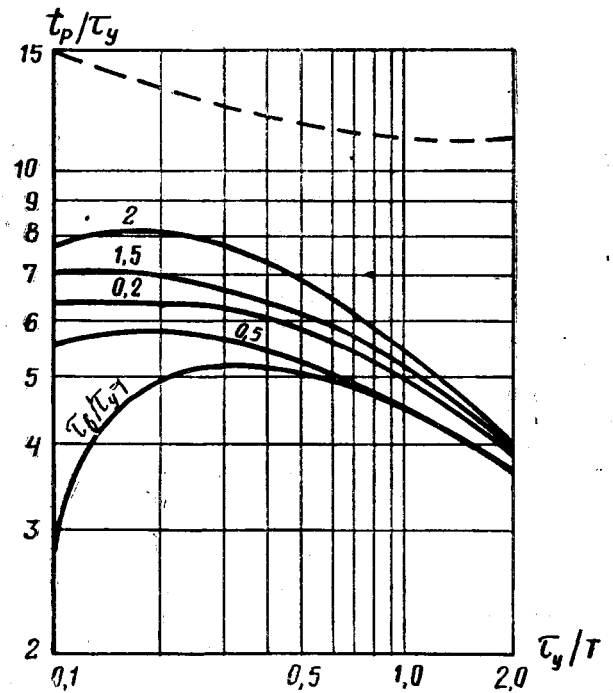


Рис. 3. Номограмма для определения времени регулирования

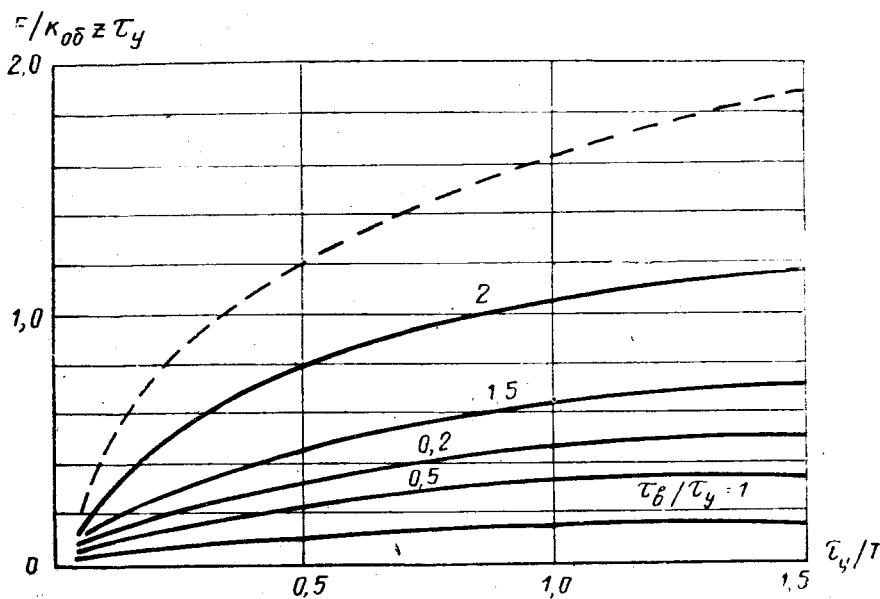


Рис. 4. Номограмма для определения площади регулирования

Л и т е р а т у р а

1. Копелович А. П. Инженерные методы расчета при выборе автоматических регуляторов. М.: Металлургиздат, 1960.
2. Конев Г. П., Трегуб В. Г. Определение параметров настройки ПИ-регулятора с учетом динами-

ки объекта по каналу основного возмущения. — Реф. информ. о передовом опыте. Минмонтажспецстрой СССР. Серия VIII. Монтаж и наладка средств автоматизации и связи, 1976, вып. 12.

3. Менский Б. М. Принцип инвариантности в автоматическом регулировании и управлении. М.: Машиностроение, 1972.

Поступила 5 января 1980 г.