

Наладочные работы

ДК 664.681.515

Г. П. КОНЕВ, В. Г. ТРЕГУБ
Киевский технологический институт
пищевой промышленности

О ВЫБОРЕ ЗАКОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ И ОПТИМАЛЬНЫХ НАСТРОЕК ПРИ ГАРМОНИЧЕСКИХ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

В практике часто встречаются объекты регулирования с периодическими возмущающими воздействиями, которые можно аппроксимировать гармоническими. Кроме того, возмущающие воздействия любого вида можно представить как сумму гармонических возмущений. Однако большинство упрощенных методов расчета настроек регуляторов разработано для аperiodических входных воздействий.

Поиск оптимальных параметров настройки при гармонических возмущающих воздействиях производился с помощью цифрового моделирования по описанной ранее методике [1]. В качестве критерия оптимальности был принят $\min \int_{t_{огр}} x^2 dt$ в ограниченном интервале времени $t_{огр}$. Расчеты производились для I-, П-, ПИ- и ПИД-регуляторов при условии проксимации динамических свойств объекта по каналу управляющего воздействия передаточной функцией (рис. 1)

$$W_y(p) = \frac{k_y e^{-p\tau_y}}{T_y p + 1}, \quad (1)$$

где k_y — коэффициент передачи канала управления объекта;

τ_y , T_y — соответственно время запаздывания и постоянная времени канала управления объекта.

Динамические свойства канала возмущения аппроксимировались аperiodическим звеном первого порядка.

В процессе поиска выяснилось, что оптимальные параметры настройки не зависят от

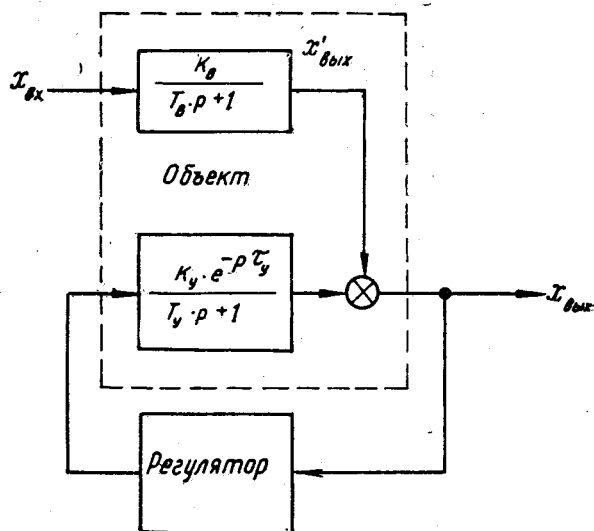


Рис. 1. Система автоматического регулирования

частоты, а зависят лишь от свойств объекта (рис. 2). Причем при аperiodических возмущающих воздействиях параметры настройки зависят от постоянной времени T_v канала, по которому наносится возмущение. При гармонических возмущающих воздействиях параметры настройки зависят лишь от динамичес-

ких свойств канала объекта, по которому наносится управляющее воздействие. Эти параметры совпадают с параметрами настройки при аperiodических возмущающих воздействиях для случая, когда $T_v \rightarrow \infty$. Чтобы показать отличие параметров настройки при аperiodиче-

ских и гармонических возмущающих воздействиях, на рис. 2 представлены также и параметры настройки при аperiodических возмущающих воздействиях для случая, когда они наносятся по каналу управления ($T_v/T_y=1$).

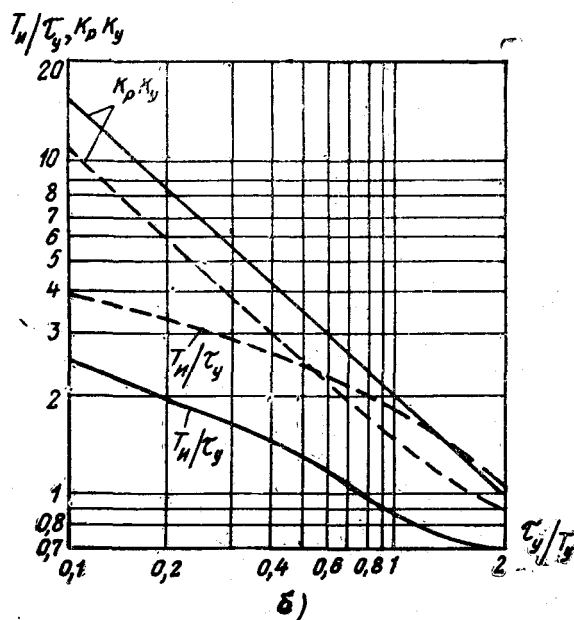
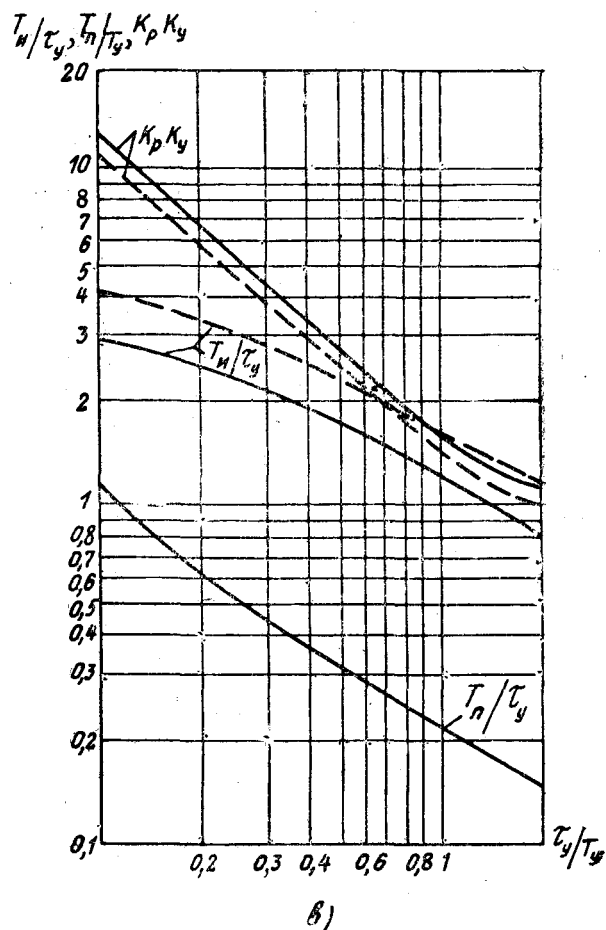
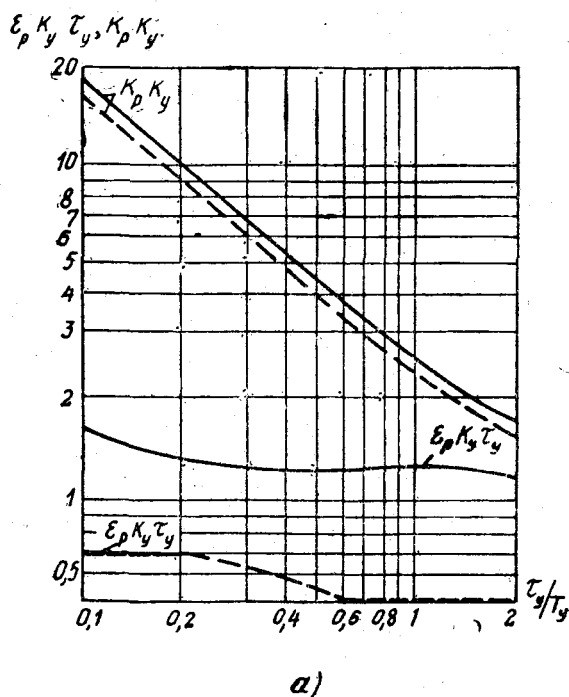


Рис. 2. Оптимальные параметры настройки для: а — П- и И-регуляторов; б — ПИ-регуляторов; в — ПИД-регуляторов; K_p — коэффициент передачи регулятора; T_n — время издрома регулятора; T_n — время предварения регулятора; ε_p — коэффициент передачи И-регулятора; — при гармонических нарушениях; - - - при аperiodических возмущениях

Выбор закона регулирования в настоящее время осуществляется по номограммам показателей качества регулирования, разработанным для апериодических ступенчатых возмущающих воздействий. Использование этих номограмм может привести к существенной ошибке при выборе закона регулирования для объектов с преобладающими гармоническими возмущениями.

При гармонических возмущающих воздействиях показателем качества регулирования является отношение амплитуды $a_{\text{вых}}$ отклонения регулируемой величины с применением данного регулятора к амплитуде $a'_{\text{вых}}$ отклонения регулируемой величины без регулятора.

При отсутствии регулятора

$$a'_{\text{вых}} = \frac{k_b a_{\text{вх}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega \tau_y}{\tau_y / T_y} \right)^2}} \quad (2)$$

где k_b — коэффициент передачи канала возмущения объекта;

$a_{\text{вх}}$ — амплитуда гармонических возмущающих воздействий;

ω — частота гармонических возмущающих воздействий.

Применение регуляторов уменьшает амплитуду колебаний лишь в определенных диапазонах значений $\omega \tau_y$. При $\tau_y / T_y = 0,1$ диапазон таких значений составляет: для ПИ- и ПИД-регуляторов $\omega \tau_y < 0,98$; для П-регулятора $\omega \tau_y < 1,11$; для И-регулятора $\omega \tau_y < 0,30$. Увеличение отношения τ_y / T_y расширяет допустимый диапазон изменений. При $\omega \tau_y$ выше указанных значений применение регуляторов увеличивает амплитуду колебаний. Вид этой зависимости аналогичен зависимости, приведенной в работе [2].

Из рис. 3 видно, что для $\omega \tau_y > 0,65$ качество регулирования наилучшее, если применять регулятор, а для $\omega \tau_y < 0,65$ — ПИ- и ПИД-регуляторы. Отметим также, что уменьшение T_y при прочих равных условиях повышает качество регулирования (за исключением П-регулятора в диапазоне $\omega \tau_y < 0,9$). Качество регулирования ПИ- и ПИД-регуляторов может быть принято не зависящим от значения отношения τ_y / T_y . На объектах с чистым запаздыванием ПИ- и ПИД-регуляторы по качеству регулирования равноценны.

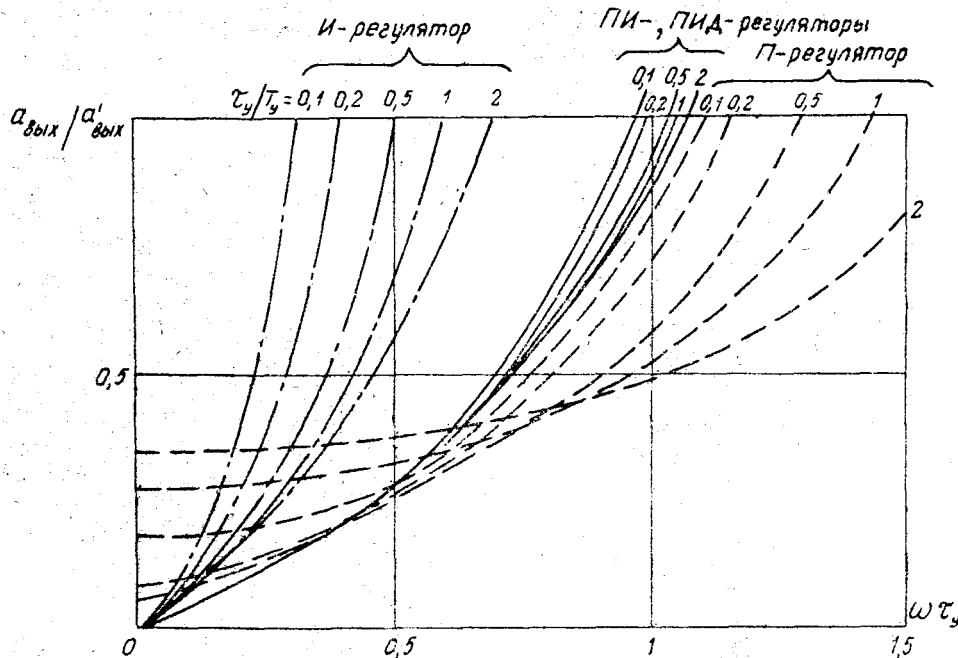


Рис. 3. Влияние динамических свойств объекта и частоты гармонических возмущающих воздействий на амплитуду колебаний выходного сигнала

Исследования показали, что при оптимальных настройках регуляторов отношение $a_{\text{вых}} / a'_{\text{вых}}$ зависит от частоты гармонического воздействия ω и динамических свойств канала управления объекта (рис. 3).

Литература

Конев Г. П., Трегуб В. Г. Определение параметров настройки ПИ-регулятора с учетом динамических свойств объектов по каналу основного возмущения. — Информ. о передовом опыте (Минмонтажспецст

СССР). Серия VIII. Монтаж и наладка средств автоматизации и связи. 1976, вып. 12(98).
Радостев В. С., Мойшелис П. Л., Федотов П. Б. Некоторые особенности САР с ПИ-регуля-

тором при периодических возмущениях. — Реф. информ. о передовом опыте (Минмонтажспецстрой СССР). Серия VIII. Монтаж и наладка средств автоматизации и связи. 1972, вып. 1(39).

Поступила 10 мая 1979 г.