

Тема 12. Анализ качества регулирования по переходному процессу. Прямые оценки качества системы.

Анализ качества САР при ступенчатом воздействии

Переходный процесс в САР зависит не только от свойств САР, но и от характера внешнего воздействия. Наиболее неблагоприятными для системы являются ступенчатые (ударные) воздействия, в связи с чем для определения качественных показателей САР исследуется ее поведение при единичном ступенчатом входном воздействии $g(t)=1(t)$ при нулевых начальных условиях. Возникающий при этом переходный процесс в системе, переходную характеристику САР $h(t)$, возможный вид которой для астатических систем показан на рисунке 12.1, можно оценить как видом кривой переходного процесса (монотонный, аperiodический, колебательный), так и величиной некоторых параметров этого переходного процесса.

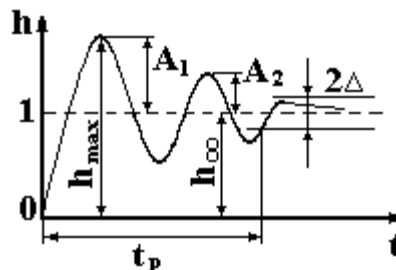


Рисунок 12.1

К таким параметрам (прямым оценкам качества) относят:

1) Время регулирования t_p – минимальное время, по истечении которого выполняется неравенство

$|h(t) - h_{\infty}| \leq \Delta$, где Δ - некоторая наперед заданная величина. Обычно принимают $\Delta = 0,05 \cdot h_{\infty}$.

2) Перерегулирование σ – максимальное динамическое отклонение переходной характеристики от установившегося значения, выраженное в процентах.

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h_{\infty}}{h_{\infty}} \cdot 100\%.$$

Допустимое значение перерегулирования определяется особенностями технологического процесса или агрегата и обычно $\sigma=10...30\%$, но иногда перерегулирование не допускается совсем.

3) Число полных колебаний переходной характеристики $h(t)$ за время регулирования. Часто принимается допустимым число колебаний $n=1...3$, но в некоторых случаях колебания в системе не допускаются.

4) Степень затухания переходного процесса

$$\Psi = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \cdot 100\%.$$

Оптимальные значения степени затухания колебательного переходного процесса $\Psi=75\dots90\%$.

Для статических САР, в которых после окончания переходного процесса возникает ошибка регулирования, вводят еще один важный показатель качества – установившуюся ошибку регулирования ε_∞ , которую определяют по уравнению $\varepsilon_\infty=1-h_\infty$ и выражают в единицах измерения выходной величины.

Определение ошибки зависит от:

а) вида канала воздействия – канала по управляющему воздействию (заданию) и канала по возмущающему воздействию;

б) типу объекта и регулятора – статические или астатические.

Объект является статическим, если в результате воздействия, его выходная величина стремится к установившемуся значению, и астатическим (без самовыравнивания), если установившееся состояние не достигается.

Регулятор является статическим, если он осуществляет регулирование с ошибкой, но в заданных пределах, и астатическим, если регулирование происходит без ошибки (ошибка равна нулю).

Оценка установившейся ошибки по каналу управляющего воздействия. В этом случае возмущающее воздействие $F(t)=0$ и выражение для изображения ошибки имеет вид:

$$\xi(p) = \frac{G(p)}{1 + W_{об}(p) \times W_R(p)}, \quad (12.1)$$

где $G(p)$ – задающее воздействие;

$W_{об}(p)$ – передаточная функция объекта;

$W_R(p)$ – передаточная функция регулятора.

При ступенчатом воздействии $G(p) = \frac{G_0}{p}$,

$$\xi_\infty = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{G_0}{1 + W_{об}(p) \times W_R(p)}, \quad (12.2)$$

где G_0 – начальное значение задающего воздействия.

Для статического объекта и статического регулятора (П - регулятора)

$$\xi_\infty = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{G_0}{1 + \frac{K_{об} \times K_R}{T_2 p^2 + T_1 p + 1}} = \frac{G_0}{1 + K_{об} \times K_R}, \quad (12.3)$$

где $K_{об}$ – коэффициент передачи объекта;

K_R – коэффициент передачи регулятора.

Для статического объекта и астатического регулятора (И, ПИ – регуляторы)

$$\xi_{\infty} = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{G_0}{1 + \frac{K_{об} \times K_R}{T_2 p^2 + T_1 p + 1} \times \frac{K_R}{p}} = 0 . \quad (12.4)$$

Оценка установившейся ошибки по каналу возмущающего воздействия. В этом случае задающее воздействие $G(t)=0$ и выражение для изображения ошибки $f(p) = \frac{f_0}{p}$ равно

$$\xi(p) = \frac{f_0 \times W_{об}(p)}{1 + W_{об}(p) \times W_R(p)} , \quad (12.5)$$

где $W_R(p)$ и $W_{об}(p)$ – передаточные функции регулятора и объекта соответственно;

f_0 – начальное значение возмущающего воздействия.

Установившееся значение ошибки

$$\xi_{\infty} = \lim_{p \rightarrow 0} \times \frac{f_0 \times W_{об}(p)}{1 + W_{об}(p) \times W_R(p)} \quad (12.6)$$

Для статического объекта и статического регулятора (П – регулятора)

$$\xi_{\infty} = \lim_{p \rightarrow 0} \times \frac{f_0 K_{об}}{T_2 p^2 + T_1 p + 1 + K_{об} K_R} = \frac{f_0 K_{об}}{1 + K_{об} K_R} \quad (12.7)$$

Для статического объекта и астатического регулятора (И, ПИ – регуляторы).

$$\xi_{\infty} = \lim_{p \rightarrow 0} \times \frac{p f_0 K_{об}}{T_2 p^3 + T_1 p^2 + p + K_{об} K_R} = 0 . \quad (12.8)$$

Астатический регулятор типа И – регулятор не может обеспечить устойчивое регулирование астатических объектов (без самовыравнивания).