

## Обоснована структура автоматизированной системы ситуационного управления технологическим комплексом производства поршневых холодильных компрессоров.

Список источников:

1. Воронцов О.Г., Дегтяренко И.В. Автоматизация контролю і управління процесом виробництва машин зворотно-поступальної дії з низькою віброакустичною активністю// Прогрессивные технологии и системы машиностроения: международный сборник научных трудов, выпуск 15. – Донецк: ДонГТУ. – 2001. – С. 54-59.
2. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М: Наука, 1986.–288 с.
3. Воронцов А.Г., Дегтяренко И.В. Об использовании частотно-временного анализа вибраций для оценки виброакустических характеристик элементов машин возвратно-поступательного действия// Наукові праці ДонДТУ, випуск 20. – Донецьк.- 2000. – С. 31-38.
4. Воронцов А.Г., Дегтяренко И.В. Математическая модель малого поршневого компрессора// Наукові праці Донецького державного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація, випуск 3. - Донецьк: ДонДТУ, -1999. – С. 32-39.
5. Дегтяренко И.В. Автоматизированная система контроля и управления технологическим комплексом производства машин возвратно-поступательного действия с низкой виброакустической активностью. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.07. – Донецк: ДонГТУ. – 2001.

## СПОСОБ НАХОЖДЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ФУНКЦИИ

Цапенко Г.И., Гурский А.П.

Донецкий национальный технический университет

Методам идентификации объектов управления посвящен ряд работ и в частности [1,2]. Чаще всего для получения моделей объектов управления используются переходные функции (кривые разгона) объектов управления, поскольку экспериментальное определение переходных функций не требует сложной измерительной аппаратуры и практически всегда возможно.

Ниже предлагается метод нахождения амплитудно-фазовых частотных характеристик объектов управления по экспериментальным переходным функциям, обладающий достаточной точностью и малым объемом вычислительных операций.

Исходная экспериментальная переходная функция  $h(t)$  объекта управления, полученная при входном воздействии в виде скачка

$x(t) = \eta \cdot l(t)$  ( $\eta$  – величина скачка) аппроксимируется кусочно-линейной функцией  $h(t) \approx h^*(t)$  так, что отрезки ломаной линии на интервалах времени  $\tau$  практически совпадают с исходной переходной функцией (рис.1). Интервалы времени  $\tau$  одинаковы. Величина интервала  $\tau$  выбирается из условия  $\tau \approx 0.1 - 0.05T$ , где  $T$  предполагаемая наименьшая постоянная времени исследуемого объекта.

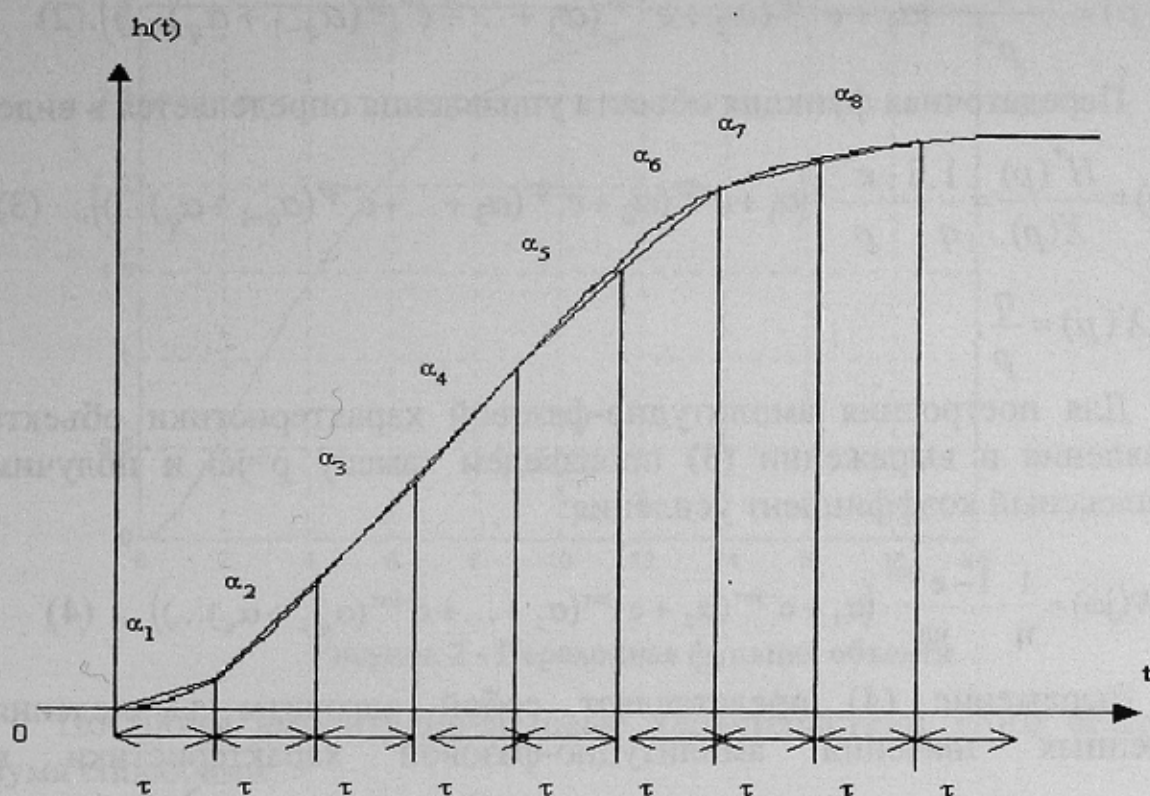


Рисунок 1 - Аппроксимация временной характеристики кусочно-линейной функцией.

Кусочно-линейную функцию  $h^*(t)$  можно записать в виде:

$$h^*(t) = \alpha_1 t + \alpha_2 t \eta(t - \tau) - \alpha_1 t \eta(t - \tau) + \alpha_3 t \eta(t - 2\tau) - \alpha_2 t \eta(t - 2\tau) + \dots + \alpha_q t \eta(t - (q - 1)\tau) - \alpha_{q-1} t \eta(t - (q - 1)\tau) - \alpha_q t \eta(t - q\tau); \quad (1)$$

при  $t < 0, \tau \leq t < n\tau$

Преобразуем по Лапласу выражение (1):



$$H^*(p) = \frac{\alpha_1}{p^2} + \frac{\alpha_2}{p^2} e^{-\tau p} - \frac{\alpha_1}{p^2} e^{-\tau p} + \frac{\alpha_3}{p^2} e^{-2\tau p} - \frac{\alpha_2}{p^2} e^{-2\tau p} + \dots + \frac{\alpha_q}{p^2} e^{-(q-1)\tau p} - \frac{\alpha_{q-1}}{p^2} e^{-(q-1)\tau p} - \frac{\alpha_q}{p^2} e^{-q\tau p}$$

или

$$H^*(p) = \frac{1 - e^{-\tau p}}{p^2} \left( \alpha_1 + e^{-\tau p} (\alpha_2 + e^{-\tau p} (\alpha_3 + \dots + e^{-\tau p} (\alpha_{q-1} + \alpha_q) \dots)) \right). \quad (2)$$

Передаточная функция объекта управления определяется в виде:

$$W(p) = \frac{H^*(p)}{X(p)} = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{1 - e^{-\tau p}}{p} \left( \alpha_1 + e^{-\tau p} (\alpha_2 + e^{-\tau p} (\alpha_3 + \dots + e^{-\tau p} (\alpha_{q-1} + \alpha_q) \dots)) \right), \quad (3)$$

где  $X(p) = \frac{\eta}{p}$ .

Для построения амплитудно-фазовой характеристики объекта управления в выражении (3) произведем замену  $p = j\omega$  и получим комплексный коэффициент усиления:

$$W(j\omega) = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{1 - e^{-j\omega\tau}}{j\omega} \left( \alpha_1 + e^{-j\omega\tau} (\alpha_2 + e^{-j\omega\tau} (\alpha_3 + \dots + e^{-j\omega\tau} (\alpha_{q-1} + \alpha_q) \dots)) \right) \quad (4)$$

Выражение (4) представляет собой алгоритм вычисления численных значений амплитудно-фазовой характеристики в диапазоне частот от нуля до  $\frac{\omega_0}{2}$ , где  $\omega_0 = \frac{2\pi}{\tau}$  ввиду периодичности функции  $e^{-j\omega\tau}$  с периодом повторения  $\omega_0$ . Частота  $\omega_0$  лежит в высокочастотной области далеко за пределами рабочих частот объекта управления, поэтому полученная амплитудно-фазовая характеристика в достаточной мере отражает динамические свойства объекта.

Оценку предлагаемого метода проведем следующим образом.

Примем в качестве исследуемого объекта объект с известными параметрами, например, объект с передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{k}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}, \quad (5)$$

где  $k=3$ ,  
 $T_1=3\text{с}$ ,  
 $T_2=2\text{с}$ .

Переходная функция этого объекта при воздействии на его вход  $x(t) = \eta \cdot 1(t)$  представлена на рис.2

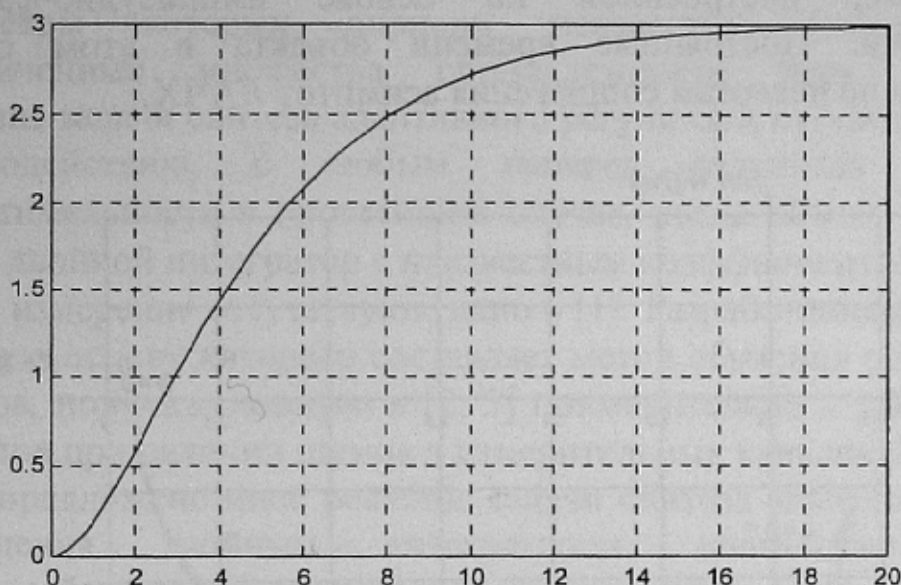


Рисунок 2 - Переходная функция объекта

Построим амплитудно-фазовые характеристики этого объекта двумя способами:

- используя предлагаемый метод;
- используя передаточную функцию объекта (5) с известными параметрами.

Сравним полученные амплитудно-фазовые характеристики (рис.3). Оценку предлагаемого метода получим, вычислив среднеквадратичную ошибку СКО.

$$\text{СКО} = 5.674 \cdot 10^{-3}$$

Максимальная относительная ошибка не превышает 2%.

Выводы. Идентификация объекта управления по переходной функции путем получения амплитудно-фазовой характеристики имеет хорошую сходимость (погрешность расчетов не превышает величин полученных в данном примере), малую трудоемкость.

Амплитудно-фазовая характеристика объекта управления может быть использована при определении настроек управляющего устройства в системе автоматического управления, например, методом, изложенным в [3].

Параметры объекта управления не сложно определить по асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристике, построенной на основе амплитудно-фазовой характеристики. Постоянные времени объекта в этом случае определяются по частотам сопряжения асимптот ЛАЧХ.

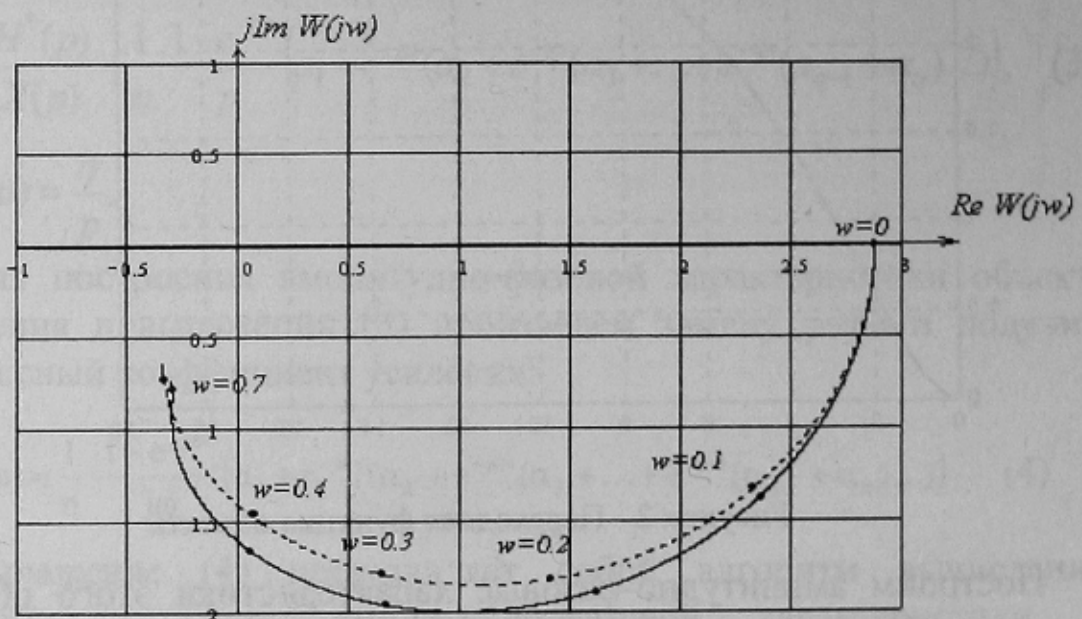


Рисунок 3 - Амплитудно-фазовые характеристики объекта

#### Список источников

1. Изерман Р. Цифровые системы управления. – М.: Мир, 1984. – 541 с.
2. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для использования. – М.: Наука, 1991. – 432 с.
3. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.
4. Цапенко Г.И. Определение амплитудно-фазовых характеристик систем автоматического регулирования по временным характеристикам // Сб. "Автоматика и телемеханика". Вып. 4. – Киев: Минвуз УССР, 1971. – с. 103-107