ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА

Том 225 1972

# АППРОКСИМАЦИЯ ОДНОГО ИЗ ВИДОВ ТИПОВОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

В. Н. СТАНЕВКО

(Представлена научным семинаром кафедры приборов и устройств систем автоматики)

В расчетах и теоретических исследованиях часто приходится сталкиваться с нелинейными характеристиками вида рис. 1.

При проведении исследований с применением такого рода характеристик необходимо иметь аналитическое выражение, описывающее данную кривую. Это аналитическое выражение должно обеспечивать достаточную точность аппроксимации и обладать удобной формой для возможности использования при аналитических исследованиях. Для получения аппроксимации отметим основные особенности этой кривой. Она проходит через начало координат и при стремлении аргумента к бесконечности приближается к асимптоте, уравнение которой можно представить в виде.

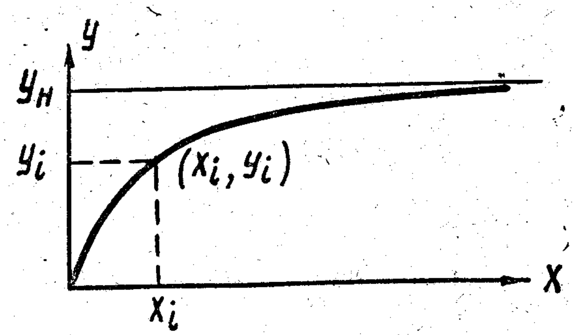

Рис. 1

$$Y = Y_н.$$

В результате проведенных анализов получено и предлагается следующее выражение для аппроксимации кривой рис. 1:

$$Y(x) = \frac{Y_н \cdot S}{Sx - 1} \cdot x, \tag{1}$$

где $S$ — параметр аппроксимации кривой — определяется путем выбора конкретной точки на кривой рис. 1 с координатами $x_i$ и $y_i$.

Выражение (1) при изменении аргумента от 0 до $\infty$ удовлетворяет особенностям рассматриваемой зависимости. Действительно, кривая, описываемая выражением (1), при $x = 0$ проходит через начало координат,

$$\lim_{x \to 0} Y(x) = 0,$$

при $x \to \infty$ эта кривая стремится к $Y = Y_н$

$$\lim_{x \to \infty} Y(x) = Y_н,$$

при этом она проходит через одну из выбранных точек.

В зависимости от выбора точки на кривой для определения параметра $S$ точность аппроксимации различна. Зависимость точности аппроксимации от выбора точки на кривой исследовалась с помощью ЭЦВМ М-20. В результате проведенных исследований выяснено, что наилучшая аппроксимация осуществляется при выборе точки в середине интервала наиболее нелинейного участка кривой. В этом случае относительная ошибка аппроксимации, взятая по модулю в предполагаемом рабочем диапазоне, не превышает 1,5%.

Выражение (1) обеспечивает лучшую аппроксимацию, нежели известная формула, предложенная Робинзоном [1] для подобного случая

$$Y = \frac{x}{\alpha + \beta x}. \qquad (2)$$

Выражение (2), предлагаемое для аппроксимации кривых с насыщением, удовлетворяет лишь одной из особенностей указанной кривой. Оно обеспечивает прохождение кривой, соответствующей выражению (2), через начало координат, т. е.

$$\lim_{x\to\infty} \frac{x}{\alpha + \beta x} = 0,$$

но не обеспечивает приближение ее к величине насыщения $Y_н$, то есть

$$\lim_{x\to\infty} \frac{x}{\alpha + \beta x} = \frac{1}{\beta}. \qquad (3)$$

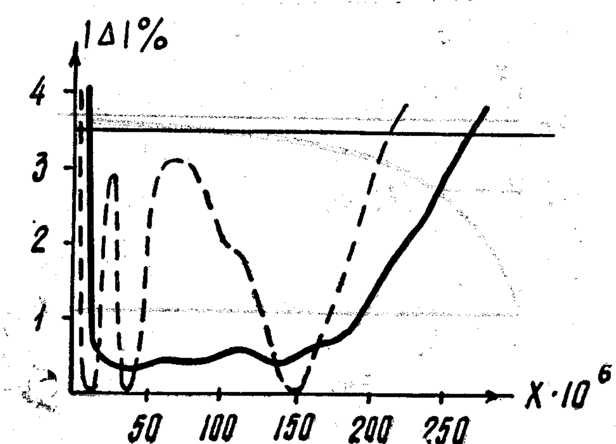


Рис. 2. ——— ошибка известной аппроксимации, 2 - - - — ошибка предлагаемой аппроксимации

Так как $\alpha$ и $\beta$ определяются точками аппроксимации кривой, поэтому лишь в частном случае может выполняться равенство

$$\frac{1}{\beta} = Y_н.$$

По указанной причине выражение (2) дает существенную погрешность в области насыщения. На основании проведенной работы по оценке точности аппроксимации выражениями (1) и (2) построены графики зависимости относительной ошибки в % от величины аргумента. Величина ошибки определялась по формуле:

$$|\Delta_i\,\%| = \left|\frac{Y_{i\,эксп.} - Y_{i\,апр.}}{Y_{i\,эксп.}}\right| \cdot 100\%,$$

где $Y_{i\,эксп.}$ — значение функции рис. 1 в точке $X_i$ для экспериментальной кривой;

$Y_{i\,апр.}$ — значение функции в точке $X_i$ для аппроксимирующей кривой.

Из рис. 2 видно, что:

1) диапазон, в котором погрешность не превышает 3,5%, для выражения (1) больше, чем для выражения (2);

2) величины ошибок для выражения (1) существенно меньше, чем для выражения (2).

ЛИТЕРАТУРА


1. Л. А. Бессонов. Электрические цепи со сталью. Госэнергоиздат, 1948.