УДК 62-523

А.В. ГУСЕВ, зав. кафедрой общей электротехники (КузГТУ)
г. Кемерово

НЕПРЕРЫВНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА

Методика построения регуляторов с помощью аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) требует от математического описания объекта управления непрерывности и дифференцируемости во всем диапазоне возможных значений переменных.

В большинстве электромеханических систем подъемно-транспортных механизмов присутствует нелинейный элемент – подъемный канат. Передаваемое этим элементом усилие зависит от взаимного положения масс соединяемых канатом, и в литературе описывается как кусочно-линейная зависимость [1], [2]. Такое математическое описание не подходит для построения регуляторов механических координат по методике АКАР.

Для устранения кусочно-линейной зависимости усилия в канате от взаимного положения масс предлагается использовать зависимость вида:

$$F_K = \frac{C_K}{a}\ln\left(e^{a(x_1 - x_2)} + 1\right) = \frac{C_K}{a}\ln\left(e^{a\Delta(x)} + 1\right), \qquad (1)$$

где F_K – усилие в канате; C_K – жесткость подъемного каната; x_1, x_2 – координаты положения первой и второй масс, соединяемых канатом; a – параметр, учитывающий крутизну подъема зависимости в точке $\Delta(x)=0$.

На рисунке 1 представлены графики зависимостей $F_K = f(\Delta(x))$ при различных значениях параметра a. Параметр a является настроечным. Величина параметра a должна выбираться исходя из приемлемой ошибки моделирования. Максимальная абсолютная ошибка моделирования соответствует точке $\Delta(x)=0$. Максимальная относительная ошибка моделирования зависит от величины поднимаемого груза. Величины максимальных относительных погрешностей моделирования при различных массах поднимаемого груза и различных значениях параметра a приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Величина максимальных относительных погрешностей моделирования при различных массах поднимаемого груза и различных значениях параметра a

Масса груза, кг	Максимальная относительная погрешность моделирования, %

	$a=10^5$	$a=2\cdot10^5$	$a=10^6$
50	2,461	1,231	0,246
500	0,246	0,123	0,025
3000	0,041	0,021	0,004

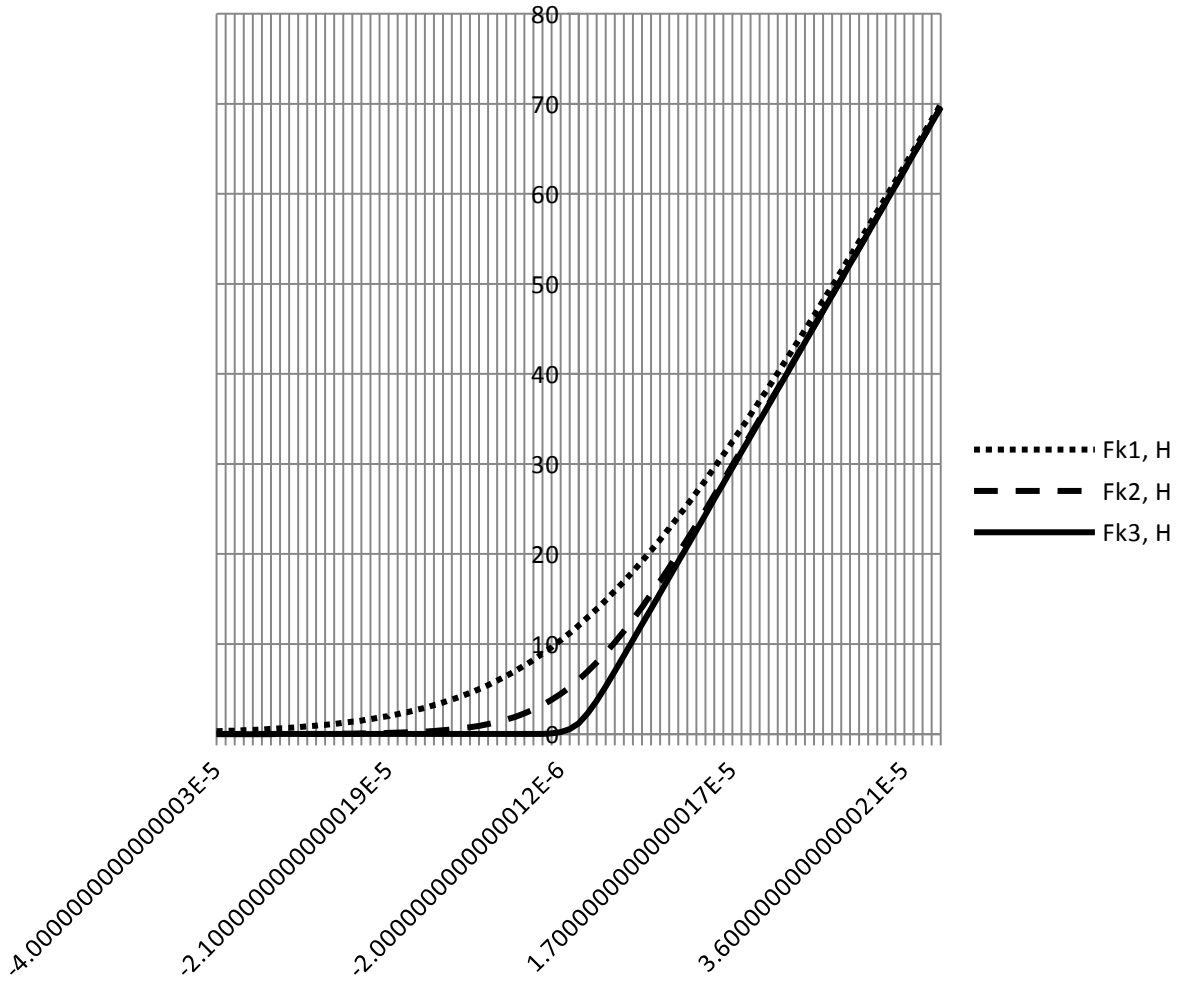

Рисунок 1 – Графики зависимостей $F_K=f(\Delta(x))$ при $C_K=1740000\,H/м$ и параметре $a=10^5$ (кривая F_{K1}), $a=2\cdot10^5$ (кривая F_{K2}), $a=10^6$ (кривая F_{K3}).

Таким образом, используя указанную выше математическую модель подъемного каната можно синтезировать различные регуляторы для управления электроприводом подъемно-транспортного механизма с помощью метода АКАР. Величина параметра a выбирается исходя из требуемой точности моделирования.

Список литературы

1. Герасимяк, Р. П. Анализ и синтез крановых электромеханических систем / Герасимяк Р. П., Лещев В. А. – Одесса: СНИЛ, 2008. – 192 с.
2. Завьялов В. М., Семыкина И. Ю. Математическая модель механической части взаимосвязанных электроприводов напора и подъема карьерного экскаватора // Известия ТПУ . 2007. №3. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-mehanicheskoy-chasti-vzaimosvyazannyh-elektroprivodov-napora-i-podema-kariernogo-ekskavatora (дата обращения: 08.11.2015).