

РАЗРАБОТКА АППАРАТУРЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Васильев В. И.

*Конотопский институт Сумского государственного университета
г. Конотоп, Украина*

Конструкции протяженных промышленных установок характеризуются взаимодействием систем сосредоточенных и распределенных масс (конвейерные линии, подъемные установки глубоких шахт, буровые установки и др.). Это ухудшает их динамические свойства, быстродействие, безопасность, ресурс оборудования.

Для эффективной работы в автоматизированных системах на этапе проектирования аппаратуры в такие установки закладываются оптимальные законы управления. При создании математических описаний (моделей) сложных систем с инерционными элементами разной физической природы удобно пользоваться методом структурного моделирования [1].

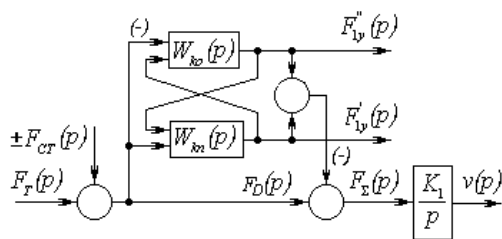


Рис. 1. Структурная схема динамики уравновешенного подъема

Проведены исследования по созданию аппаратуры автоматически регулируемого аварийного торможения подъемных установок глубоких шахт с учетом влияния упругой части подъема на динамику торможения [2].

В качестве расчетной принята схема уравновешенного подъема, характерная для подъема со шкивом трения и лифта. Структурная схема динамической модели подъема приведена на рис. 1. F_T , F_{CT} , F_{1y}' , F_{1y}'' — усилия, соответственно: тормозное, статическое, в точках сопряжения канатов и органа навивки (барабана, шкива трения), v — скорость движения подъемной машины. Передаточные функции упругой части статически уравновешенной системы подъема [1] имеют вид:

$$W_{kn}(p) = \frac{\alpha_{11}(b_0' p^n + b_1' p^{n-1} + \dots + b_{n-1}' p + b_n')}{a_0' p^4 + a_1' p^3 + a_2' p^2 + a_3' p + a_4'}$$

$$W_{ko}(p) = \frac{\alpha_{21}(b_0'' p^n + b_1'' p^{n-1} + \dots + b_{n-1}'' p + b_n'')}{a_0'' p^n + a_1'' p^{n-1} + \dots + a_{n-1}'' p + a_n''}$$

где: α_{i1} — коэффициенты соотношений движущихся масс, a_i' , a_i'' , b_i' , b_i'' — коэффициенты дифференциальных уравнений, n — порядок передаточных функций, учитывает тип установки, количество и параметры упругих

свойств ветвей подвесных и уравновешивающих канатов. В частности, для уравновешенного подъема, с учетом всех ветвей канатов, $n = 4$.

Согласно теории устойчивости и оптимальных систем качество переходного процесса определяется свойствами знаменателя передаточной функции объекта управления, а переходные процессы можно считать оптимальными, если в любой момент времени хотя бы одна из переменных достигает ограничения.

Методами компьютерного моделирования исследованы способы аппроксимации математического описания динамики подъема, в частности, путем пренебрежения упругостью уравновешивающих канатов и включения их масс в массы соответствующих сосудов. Результаты моделирования представлены на рис. 2. Сравнение переходных процессов в усилиях $F_{1y}'(t)$ и $F_{1y}''(t)$ для сосудов, расположенных в крайних положениях, с учетом и без учета влияния упругости уравновешивающих канатов, показало отсутствие значительной погрешности вычислений по частоте, амплитуде, коэффициенту затухания колебаний и установившемуся значению.

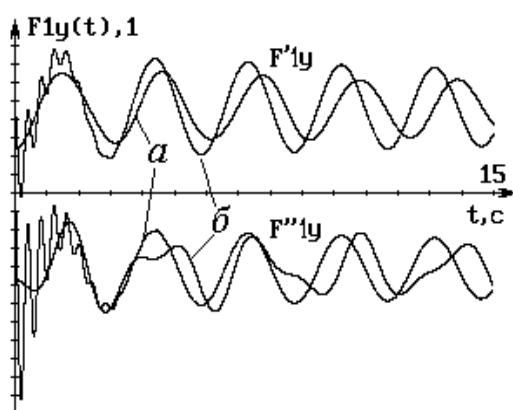


Рис. 2. Переходные характеристики усилий $F_{1y}'(t)$ и $F_{1y}''(t)$, с учетом (а) и без учета (б) влияния упругости уравновешивающих канатов

Исследован способ аппроксимации сложных колебаний функцией вида:

$$y(t) = Ae^{-at} \sin(\omega t + \psi) + y_{уст},$$

где $y(t)$, A , ω , a , ψ , $y_{уст}$ — соответственно, аппроксимирующая функция, амплитуда, частота, коэффициент затухания колебаний, фазовый сдвиг, установившееся значение.

Полученные параметры частоты и коэффициента затухания основного тона колебаний системы используются для настройки задающего устройства [3]. В качестве него используется нелинейный фильтр второго порядка,

который обеспечивает оптимальный закон управления динамическими режимами.

Література

1. Чермалых В. М. Исследование сложных электромеханических систем / В. М. Чермалых — Киев, КПИ, 1979. — 63 с.
2. Васильев В. І. Обґрунтування раціональних динамічних параметрів запобіжного гальмування шахтних підіймальних установок: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.09 — «Динаміка та міцність машин» / Васильев Володимир Іванович; Сумський держ. ун-т. — Суми, 2012.— 20с. : іл. — Бібліогр. : с. 17 — 18.
3. А. с. № 1447743 (СССР) Устройство для управления приводом шахтной подъемной машины / Васильев В. И., Дубовик В. Г., Чермалых В. М. Опубл. 30.12.88. Бюл. № 48.