

СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СИСТЕМЫ С РЕЛАКСАЦИОННЫМ ВЯЗКИМ ДЕМПФИРОВАНИЕМ

Шакиров Ф.М.

Самарский государственный аэрокосмический университет

FREE VIBRATION OF RELAXATIONAL AND VISCOUS-DAMPED SYSTEM

Shakirov F.M. The paper describes a viscous relaxation damping model and results of the study on its basis of free vibration of system.

В материале приводится математическая модель свободных колебаний механической системы в виде сосредоточенной массы с подвеской в виде реологической модели Пойнтинга–Томсона (так называемой модели «Зенера»), диссипативный элемент в которой является демпфером вязкого трения, а два упругих элемента – линейные.

Анализ, проведенный на основании представленной модели, показывает, что рассматриваемая колебательная система в зависимости от уровня демпфирования в ней и соотношения жесткостей основного и релаксационного упругих элементов может иметь несколько вариантов поведения при свободном движении.

Если величина жесткости релаксационного упругого элемента меньше восьмикратной жесткости основного упругого элемента, то независимо от уровня вязкого демпфирования в системе ее свободное движение имеет характер монотонно затухающих колебаний.

При величинах жесткости релаксационного упругого элемента, не меньших восьмикратной жесткости основного упругого элемента, система может совершать либо монотонно затухающие колебательные движения, либо апериодические движения, либо находиться на границе между колебательным и апериодическим движением – в зависимости от величины параметра вязкого демпфирования. Существенным при этом является то, что граница перехода между

колебательным и апериодическим движением имеет двузначность (верхнюю и нижнюю составляющие). Данное обстоятельство отличает рассматриваемую колебательную систему от системы, подвеска массы в которой имеет вид упруго-вязкой модели Кельвина. У последней при ее свободных колебаниях граница перехода от колебательного движения к апериодическому однозначна.

В работе приводится аналитическое выражение, разбивающее множество всех возможных значений параметра вязкого демпфирования на три интервала: нижний, средний и верхний.

При значениях параметра вязкого демпфирования, попадающих внутрь среднего интервала, свободное движение рассматриваемой системы имеет апериодический характер. При величинах параметра вязкого демпфирования, принадлежащих верхнему и нижнему интервалам, движения системы становятся колебательными с затуханием. А значения параметра вязкого демпфирования на двух границах упомянутых интервалов обозначают переход от одного вида движения к другому.

Если величина жесткости релаксационного упругого элемента системы равна восьмикратной жесткости основного упругого элемента, то средний из интервалов возникает и его границы сходятся в одну точку со значением, которое определяется аналитическим выражением.