

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра №906 «Машиноведение и детали машин»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине

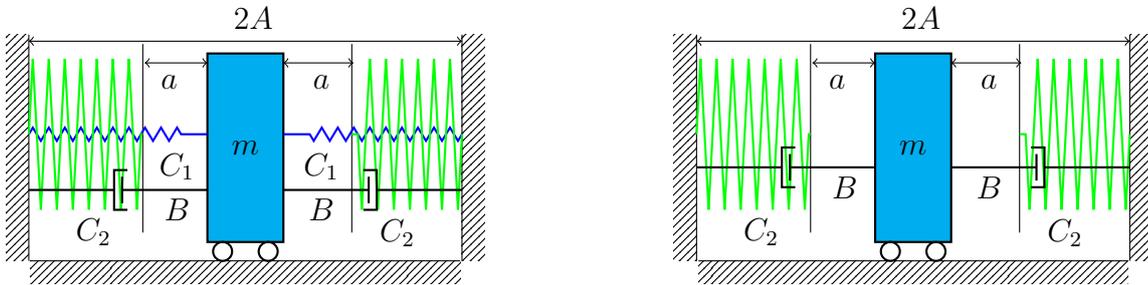
«Математическое моделирование динамики конструкций»

Содержание

1	Исследование динамики нелинейных осцилляторов	2
2	Исследование виброизолированной колебательной системы и системы с виброгасителем	4
3	Приложение: Титульный лист отчета о курсовой работе	7

1 Исследование динамики нелинейных осцилляторов

В рамках этого задания необходимо исследовать поведение нелинейных систем, представленных на рисунке 1, под действием кинематического возбуждения. Для каждой системы рассмотреть два расчетных случая: без учета потерь и с учетом вязкого трения B .



а) Билинейная система

б) Система с зазорами и упругими упорами

Рис. 1. Рассматриваемые системы с нелинейными характеристиками

На рисунке 1 введены следующие обозначения: m – масса, C_1 – жесткость упругой связи, C_2 – жесткость упругих упоров, B – показатель вязкости демпфирующего элемента, a – зазор между массой и упругими упорами, A – максимальное возможное отклонение массы в одну сторону. В качестве начального состояния рассмотрим такой случай кинематического возбуждения когда в начальный момент времени система переведена в крайнее положение $x = A$ и отпущена без дополнительной скорости. При проведении исследования динамического состояния необходимо выполнить следующие действия:

- Составить уравнение движения;
- Получить численное решение поставленной задачи;
- Построить графики зависимостей перемещений и скоростей от времени;
- Построить фазовый портрет системы в переменных «положение – скорость»;
- Для билинейной системы оценить время, необходимое для ухода с демпфера C_2 ;
- Для системы с зазорами оценить время, необходимое для прекращения биений об упругие упоры;
- Сравнить пиковые перегрузки, испытываемые телом при встрече с упругими упорами C_2 в обеих рассматриваемых системах.
- Провести анализ полученных результатов.

Исходные данные для проведения моделирования билинейной системы приведены в таблице 1. При исследовании системы с зазорами и упругими упорами необходимо величину C_1 принять равной нулю.

Таблица 1. Характеристики билинейной системы по вариантам заданий

№ варианта	M1	M2	Mвг	C1	C2	Cвг	B1	B1
1	8	25	0.8	7000	2500	2.5	35	100
2	9	29	1.18	7157	2710	2.71	37	109
3	11	33	1.56	7315	2921	2.92	39	118
4	13	38	1.94	7473	3131	3.13	41	127
5	15	42	2.32	7631	3342	3.34	44	136
6	16	47	2.69	7789	3552	3.55	46	146
7	18	51	3.07	7947	3763	3.76	48	155
8	20	56	3.45	8105	3973	3.97	50	164
9	22	60	3.83	8263	4184	4.18	53	173
10	24	65	4.21	8421	4394	4.39	55	182
11	25	69	4.59	8578	4605	4.61	57	192
12	27	74	4.97	8736	4815	4.82	59	201
13	29	78	5.35	8894	5026	5.03	62	210
14	31	83	5.73	9052	5236	5.24	64	219
15	33	87	6.11	9210	5447	5.45	66	228
16	34	92	6.48	9368	5657	5.66	68	238
17	36	96	6.86	9526	5868	5.87	71	247
18	38	101	7.24	9684	6078	6.08	73	256
19	40	105	7.62	9842	6289	6.29	75	265
20	42	110	8.0	10000	6500	6.5	78	275

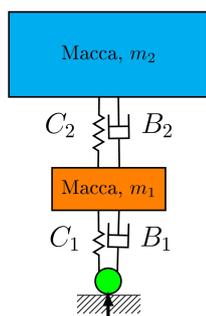
2 Исследование виброизолированной колебательной системы и системы с виброгасителем

В рамках этого задания необходимо исследовать два варианта системы виброзащиты для системы связанных осцилляторов, представленной на рисунке 2 (а - виброизоляция; б - виброгашение), под действием кинематического внезапно приложенного гармонического возбуждения с характеристиками

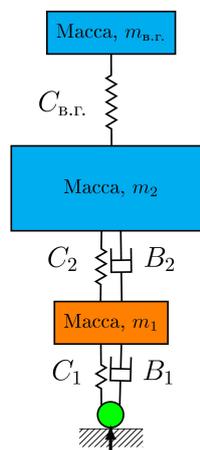
- Амплитуда – 0.15;
- Частота – 4.0;
- Время приложения – 100.

Расчетная схема для 2-х массовой системы с упругим соединением, демпфированием элементов и виброгасителем.

Расчетная схема для 2-х массовой системы с упругим соединением и демпфированием элементов.



а)



б)

Рис. 2. Колебательные системы с защитой от вибраций

На рисунке 2 введены обозначения аналогичные рисунку 1. При проведении исследования динамического состояния необходимо выполнить следующие действия:

- Составить уравнение движения;
- Получить численное решение поставленной задачи;
- Построить графики зависимостей перемещений и скоростей от времени;
- Построить фазовый портрет системы в переменных «положение – скорость»;
- Считая характеристики "подвески" заданными, провести численное исследование реакции системы на указанные выше воздействия для следующих вариантов виброзащиты
 - ◇ для системы с виброизоляцией:
 - заданные характеристики подложки;

- "мягкая" подложка;
- "жесткая" подложка;
- подобрать характеристики подложки, обеспечивающая наиболее "спокойный" режим для полезной нагрузки;
- ◇ для системы с виброгасителем:
 - заданные характеристики виброгасителя;
 - частота виброгасителя меньше "частоты нагрузки";
 - частота виброгасителя больше "частоты нагрузки";
 - подобрать характеристики виброгасителя, обеспечивающая наиболее "спокойный" режим для полезной нагрузки;
- Провести анализ полученных результатов.

Исходные данные для проведения моделирования виброзащищённых систем приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Характеристики виброзащищённых систем
по вариантам заданий**

№ варианта	M1	M2	Mвг	C1	C2	Cвг	B1	B1
1	8	25	0.8	7000	2500	2.5	35	100
2	9	29	1.18	7157	2710	2.71	37	109
3	11	33	1.56	7315	2921	2.92	39	118
4	13	38	1.94	7473	3131	3.13	41	127
5	15	42	2.32	7631	3342	3.34	44	136
6	16	47	2.69	7789	3552	3.55	46	146
7	18	51	3.07	7947	3763	3.76	48	155
8	20	56	3.45	8105	3973	3.97	50	164
9	22	60	3.83	8263	4184	4.18	53	173
10	24	65	4.21	8421	4394	4.39	55	182
11	25	69	4.59	8578	4605	4.61	57	192
12	27	74	4.97	8736	4815	4.82	59	201
13	29	78	5.35	8894	5026	5.03	62	210
14	31	83	5.73	9052	5236	5.24	64	219
15	33	87	6.11	9210	5447	5.45	66	228
16	34	92	6.48	9368	5657	5.66	68	238
17	36	96	6.86	9526	5868	5.87	71	247
18	38	101	7.24	9684	6078	6.08	73	256
19	40	105	7.62	9842	6289	6.29	75	265
20	42	110	8.0	10000	6500	6.5	78	275

3 Приложение: Титульный лист отчета о курсовой работе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Кафедра №906 «Машиноведение и детали машин»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине

«Математическое моделирование динамики конструкций»

Выполнил: _____

Группа: _____

Факультет: _____

Принял: _____

Подпись: _____

Дата: «___» _____ 2018г.