Балтийский государственный технический университет

«ВОЕНМЕХ»

Кафедра А4

Курсы : «Теория амортизации», «Ударовиброзащита», «Моделирование технических систем в MATLAB», «Физическое моделирование в Simulink»

Методическое пособие

Моделирование динамики механической системы груза и амортизатора

Варианты домашних заданий

Версия 0.0.1.

Преподаватель : Гагарский С.В.

С-Петербург

2020 г.

Моделирование динамики движения груза на амортизаторе

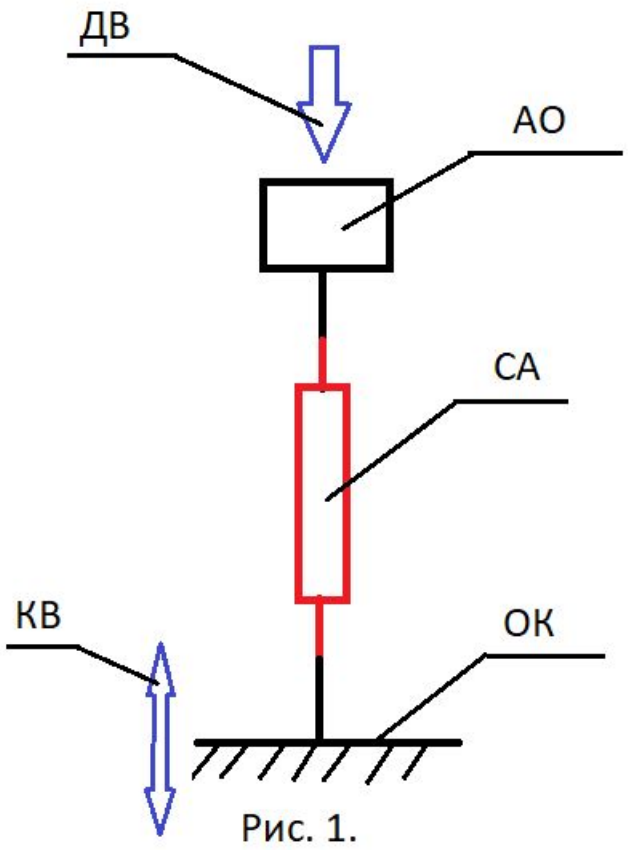


Рис. 1.

Описание физической системы

Груз (амортизируемый объект (АО)) массой m закреплен вертикально на амортизаторе (на системе амортизации (СА)). Амортизатор установлен на основание (на ограждающую конструкцию (ОК)). В механической системе рассматриваем динамическое воздействие (ДВ), в виде заданной вертикально приложенной к грузу силы F(t), являющейся функцией времени, а также кинематическое воздействие (КВ), в виде заданного временного закона перемещения ограждающей конструкции Xe(t) (см. Рис. 1).

Состав амортизатора

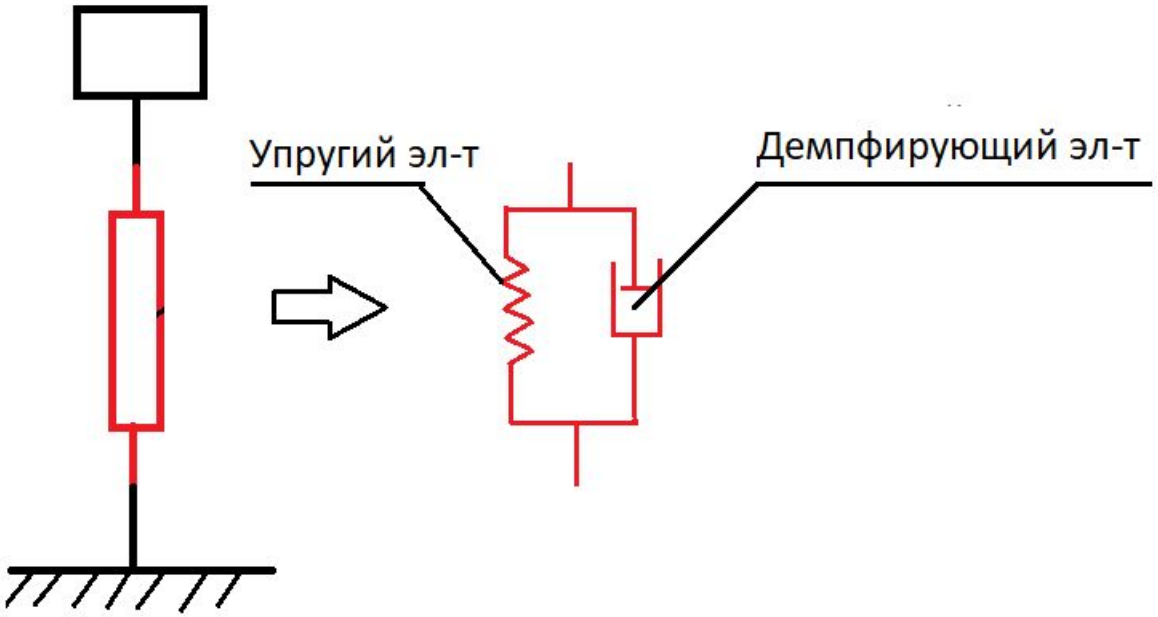


Рис. 2.

Силовая характеристика упругого элемента

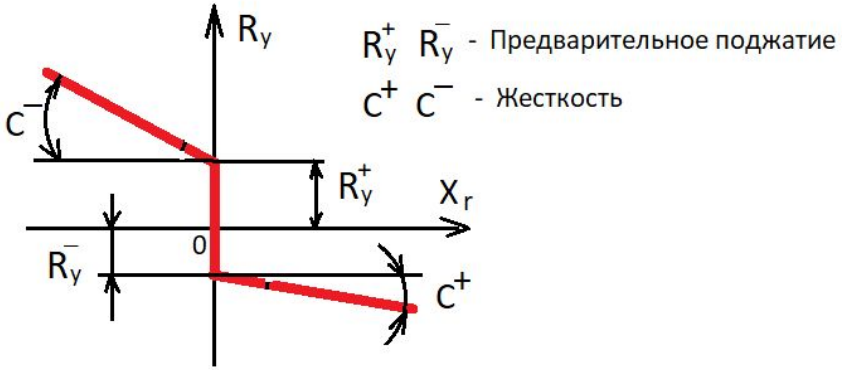


Рис. 3.

В состав амортизатора входят упругий и демпфирующий элементы (см. Рис.2).

Каждый из элементов обладает силовой характеристикой, т.е. способностью воспроизводить силу сопротивления, как реакцию на «деформацию» (упругий элемент) (см. Рис.3) и на «скорость деформации» (демпфирующий элемент) (см. Рис. 4).

Силовая харакеристика демпфирующего элемента

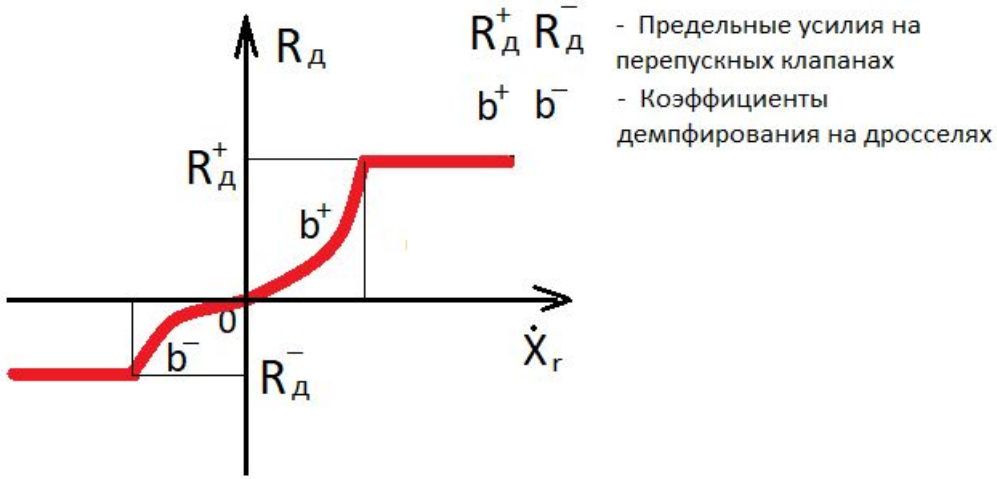


Рис. 4.

Кнематическое и динамическое воздействия

Примеры возможных зависимостей

Рис. 5.

Рис. 6.

Принятые обозначения и сокращения математической модели

Переменная	Размерность	Описание
	[кг]	Масса амортизируемого объекта
	[м/с^2]	Ускорение свободного падения
	[м]	
	[м/с]	
	[м/с^2]	
	[Н/м]	Коэффициент жесткости упругого элемента амортизатора
	[Н$_*$с^2/м^2]	Коэффициент демпфирования квадратичного демпфирующего элемента амортизатора
	[Н]	Реакция предварительного поджатия упругого элемента на ходе «отбоя» и ходе «сжатия»
	[Н]	Реакция демпфера при открытии клапана предельного давления на ходе «отбоя» и ходе «сжатия»
	[Н]	
	[Н]	

Задание к исполнению. Уровень 1.

1. Создайте имитационную модель физической системы груза закрепленного на амортизаторе по схеме Рис.1.

Считаем, что в состав амортизатора входит упругий и демпфирующий элементы (Рис.2) с силовыми характеристиками представленными соответственно на Рис.3 и Рис.4. В качестве заданного внешнего воздействия рассматриваем «Кинематическое воздействие» (КВ) и «Динамическое воздействие» (ДВ), представленные соответственно по аналогии на Рис.5 и Рис.6.

2. Проведите анализ динамики механической системы с целью подбора всех параметров амортизатора, для достижения следующих требований предъявляемых к движению груза :

- Абсолютное ускорение груза должно быть в интервале $\left[\ddot{X}_a^{min}, \ddot{X}_a^{max}\right]$.
- Относительное перемещение груза должно быть в интервале $[X_r^{min}, X_r^{max}]$.

Для выполнения задания выберите исходные данные из ниже представленных таблиц, в соответствии с Вашим вариантом задания.

Варианты ДЗ [1 - 10]

№		ДВ			КВ						
1	100	9	75	-55	3	20	-15	-1000	800	-27	14
2	120	5	100	-50	7	25	-20	-900	1200	-15	18
3	55	3	150	-45	1	15	-25	-2000	1300	-8	10
4	200	8	200	-20	4	35	-10	-2500	3000	-5	6
5	150	10	80	-35	2	30	-17	-2750	3500	-28	20
6	75	6	300	-200	5	10	-12	-1200	2500	-16	17
7	175	2	90	-70	6	22	-27	-500	600	-17	23
8	110	7	250	-100	10	35	-40	-850	2050	-24	11
9	90	1	300	-150	8	40	-35	-950	700	-9	10
10	125	4	190	-175	9	27	-18	-2900	3750	-13	25

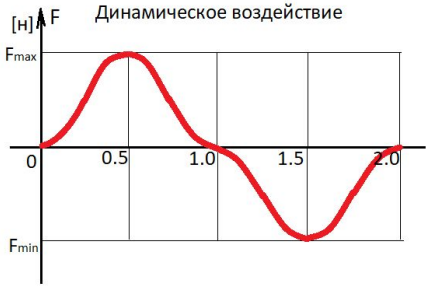
Варианты ДЗ [11 - 20]

№		ДВ			КВ						
11	100	19	75	-55	13	20	-15	-1100	2100	-15	20
12	120	15	100	-50	17	25	-20	-2000	3400	-12	18
13	55	13	150	-45	11	15	-25	-2150	3100	-18	10
14	200	18	200	-20	14	35	-10	-3550	2570	-20	14
15	150	20	80	-35	12	30	-17	-2480	1750	-30	25
16	75	16	300	-200	15	10	-12	-1750	1550	-25	30
17	175	12	90	-70	16	22	-27	-1500	1600	-27	10
18	110	17	250	-100	20	35	-40	-770	550	-7	15
19	90	11	300	-150	18	40	-35	-880	640	-19	22
20	125	14	190	-175	19	27	-18	-970	570	-8	11

Варианты ДЗ [21 - 30]

№		ДВ			КВ						
21	90	19	70	-60	13	25	-15	-1100	2100	-15	20
22	100	15	75	-80	1	30	-20	-2000	3400	-12	18
23	75	19	100	-50	5	17	-25	-2150	3100	-18	10
24	225	8	150	-25	14	33	-10	-3550	2570	-20	14
25	125	10	250	-65	9	38	-17	-2480	1750	-30	25
26	70	5	300	-150	15	19	-12	-1750	1550	-25	30
27	115	3	165	-55	19	27	-27	-1500	1600	-27	10
28	105	7	275	-200	20	32	-40	-770	550	-7	15
29	65	15	450	-155	11	48	-35	-880	640	-19	22
30	175	17	300	-170	7	26	-18	-970	570	-8	11

Вид динамического воздействия (ДВ) (варианты [1-10])



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Вид динамического воздействия (ДВ) (варианты [11-20])

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

Вид кинематического воздействия (КВ) (варианты [1-10])

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Вид кинематического воздействия (КВ) (варианты [11-20])

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

Задание к исполнению. Уровень 2.

1. Создайте имитационную модель физической системы нескольких грузов закрепленных на нескольких амортизаторах в соответствии со схемой Вашего задания.

Считаем, что в состав каждого амортизатора входит упругий и демпфирующий элементы (Рис.2) с силовыми характеристиками представленными соответственно на Рис.3 и Рис.4. В качестве заданного внешнего воздействия рассматриваем либо «Кинематическое воздействие» (КВ), либо «Динамическое воздействие» (ДВ), представленные соответственно по аналогии на Рис.5 и Рис.6. Если воздействие, в Вашем варианте схемы, приложено к основанию то считаем заданным КВ, если воздействие приложено к грузу – считаем заданным ДВ.

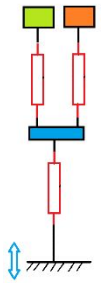
2. Проведите анализ динамики механической системы с целью подбора всех параметров амортизатора, для достижения следующих требований предъявляемых к движению «зеленого» груза (см. схему Вашего задания):

- Абсолютное ускорение груза должно быть в интервале $\left[\ddot{X}_a^{min}, \ddot{X}_a^{max}\right]$.
- Относительное перемещение груза должно быть в интервале $\left[X_r^{min}, X_r^{max}\right]$.

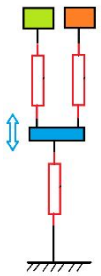
Вид и параметры воздействия, массы всех грузов (считаем одинаковыми), а также предельные значения для кинематических параметров движения «зеленого» груза выберите в соответствии с Вашим вариантом из раздела задания «Уровень 1».

Для выполнения задания выберите исходные данные из ниже представленных таблиц, в соответствии с Вашим вариантом задания.

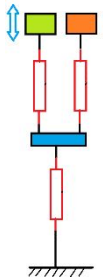
Варианты ДЗ [1-10]



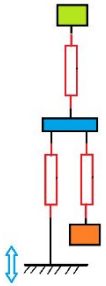
1



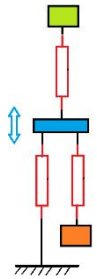
2



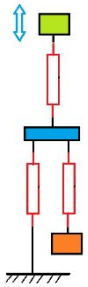
3



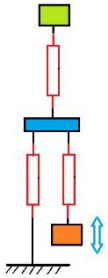
4



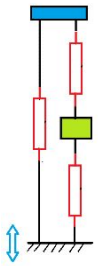
5



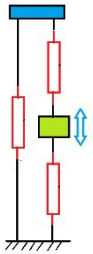
6



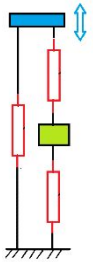
7



8

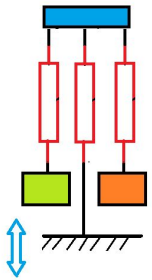


9

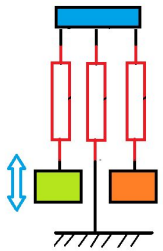


10

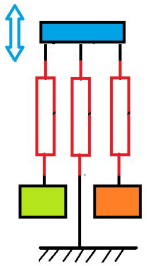
Варианты ДЗ [11-20]



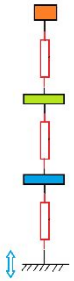
11



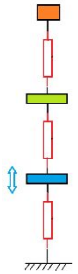
12



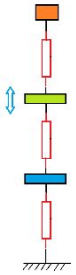
13



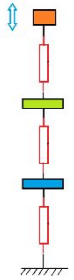
14



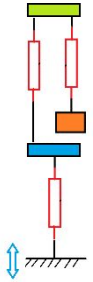
15



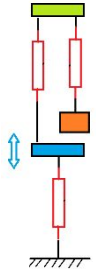
16



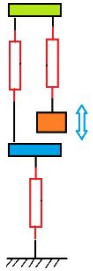
17



18

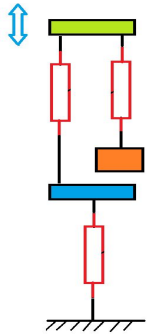


19

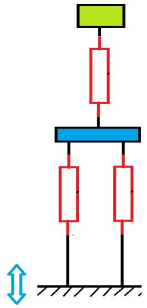


20

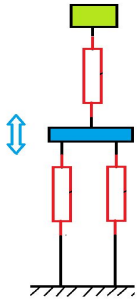
Варианты ДЗ [21-30]



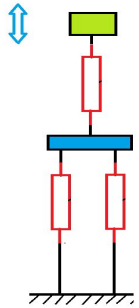
21



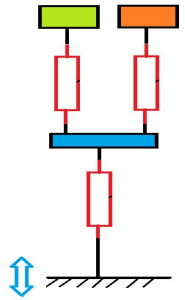
22



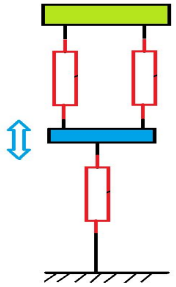
23



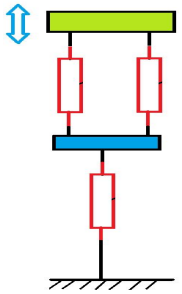
24



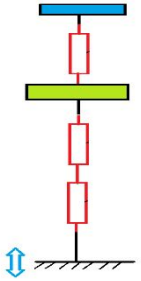
25



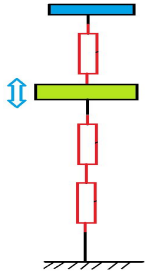
26



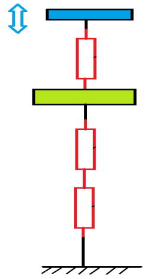
27



28



29



30

Рекомендуемая литература

1. Методическое пособие. Часть 1. Математическая модель динамики механической системы груза и амортизатора