Ув. студенты! Ознакомиться с практической работой, выполнить задание, согласно своего варианта. Выполненное задание предоставить до **20.01** на электронный адрес преподавателя vika-lnr@mail.ru
Если возникнут вопросы обращаться по телефону 072-106-54-33

Лабораторная работа

Тема: **Работа и мощность**

Цель работы – научиться рассчитывать мощность с учетом потерь на трение и сил инерции, определять параметры движения с помощью теорем динамики

Список рекомендованной литературы

1 Гузенков П.Г. Детали машин. - Г.: Высшая школа, 1986
2 Гулида Э.М. Прикладная механика. - Львов: Мир, 2007
3 Фролов М.И. Техническая механика. Детали машин. - М: Высшая школа, 1986

Задания

Скорость кабины лифта массой m изменяется согласно графикам (рис.4.4). Используя принцип Даламбера определить натяжение каната кабины лифта на каждом участке движения. Определить максимальное натяжение каната. По максимальному натяжению каната определить максимальную потребную мощность для подъема груза. По заданной величине КПД механизма определить максимальную мощность двигателя (табл. 4.1).

Теоретическое обоснование

Принципом Даламбера называют метод, позволяющий решать задачи динамики приемами статики. Для характеристики действия силы на некотором перемещении точки ее приложения вводят понятие «работа силы». Работа служит мерой действия силы, работа – скалярная величина.

Работа постоянной силы. Работа постоянной по модулю и направлению силы при прямолинейном перемещении определяется скалярным произведением вектора силы на вектор перемещения точки ее приложения.

$A = F\,S\cos(\overline{F},\overline{V}) = F\,S\cos\alpha$ (4.1)

Работа силы трения: $A_{Fmp} = F_{mp}\,S\cos(\overline{F}_{TP},\overline{V}) = f_{mp}\,NS\cos 180 = -f_{mp}NS$ (4.2)

Работа силы, приложенной к вращающемуся твердому телу: $A = \int_0^{\phi} M_z\,d\phi = A = M_z\,\varphi$. (4.3)

Для характеристики работоспособности и быстроты совершения работы введено понятие мощности

Мощность при поступательном движении

$\boldsymbol{P = F\upsilon\cos\alpha}$ (4.4)

где F- постоянная сила, Н; υ – скорость движения, м/с; α- угол между направлениями силы и перемещения.

Мощность при вращение

P=Mω, (4.5)

где M – вращающий момент, Н*м; ω – угловая скорость, рад/с.

Коэффициент полезного действия

КПД=Рпол/Рзатр (4.6)

где Рпол – полезная мощность, Вт; Рзатр – затраченная мощность, Вт.

Сила инерции

F = - ma (4.7)

где a – ускорение точки, м/с; m – масса, кг.

Основные уравнения динамики

Поступательное движение твёрдого тела: F = ma/

Вращательное движение твёрдого тела: Mz = τε

где Mz - суммарный момент внешних сил относительно оси вращения, кг*м;

ε – угловое ускорение, рад/с.

Порядок выполнения работы

1. Используя принцип Даламбера определить натяжение каната кабины лифта на каждом участке движения.
2. Определить максимальное натяжение каната.
3. По максимальному натяжению каната определить максимальную потребную мощность для подъема груза.
4. По заданной величине КПД механизма определить максимальную мощность двигателя.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие силы называют движущими?
2. Какие силы называют силами сопротивления?
3. Запишите формулы для определения работы при поступательном и вращательном движениях?
4. Можно ли задачи динамики решать с помощью уравнений равновесия?
5. Чему равна работа силы тяжести при горизонтальном перемещении тела?
6. Как изменится кинетическая энергия прямолинейно движущейся точки, если ее скорость увеличится в два раза?

Пример выполнения

График изменения скорости лифта при подъеме известен (рис.4.1). Масса лифта с грузом

2800 кг. Определить натяжение каната, на котором подвешен лифт на всех участках подъема.

Решение

1. Рассмотрим участок 1 – подъем с ускорением. Составим схему сил (рис.4.2). Уравнение равновесия кабины лифта:

$$\sum_{0}^{n} F_{ky} = 0; \quad T_1 - G - F_{ин1} = 0; \quad T_1 = mg + ma_1$$

Где Т – натяжение каната;

G – сила тяжести;

$F_{ин}$ - сила инерции, растягивающая канат.

Для определения ускорения на участке 1 учтем, что движение на этом участке равнопеременное, скорость $v = v_0 + at;\ v_0 = 0,$

Следовательно, ускорение:

$$a_1 = \frac{v_1}{t_1} = \frac{5}{4} = 1{,}25 м/с^2$$

Определяем усилие натяжения каната при подъеме с ускорением

2800(9,81 + 1,25) = 30968 Н; T_1 = 30,97 кН

2. Рассмотрим участок 2 – равномерный подъем. Ускорение и сила инерции равны нулю. Натяжение каната равно силе тяжести.

$$T_2 - G = 0;\ T_2 = G = mg;\ T_2 = 2800 \cdot 9{,}81 \approx 28 kH$$

3. Участок 3 – подъем с замедлением. Ускорение направлено в сторону, обратную направлению подъема. Составим схему сил (рис.4.3)

Уравнение равновесия: $F_{ин3} + T_3 - G = 0$, отсюда $T_3 = G - F_{ин3} = mg - ma_3$

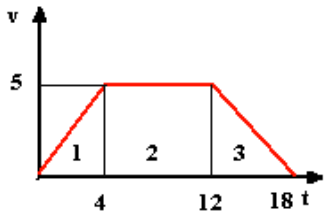
Ускорение (замедление) на этом участке определяется с учетом того, что v = 0.

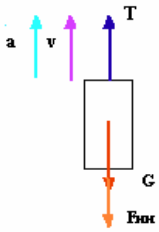
$$v_0 + a_3 t_3 = 0;\ a_3 = -\frac{v_0}{t_3} = -\frac{5}{6} м/с^2$$

Натяжение каната при замедлении до остановки:

$$T_3 = 2800(9{,}81 - \frac{5}{6}) = 25144 H;\ T_3 = 25{,}14 kH$$

Таким образом, натяжение каната меняется при каждом подъеме и опускании, канат выходит из строя в результате усталости материала. Работоспособность зависит от времени.





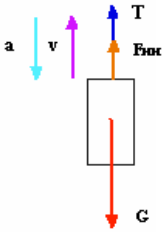


Рис.4.1 Рис.4.2 Рис.4.3

Рис. 4.4

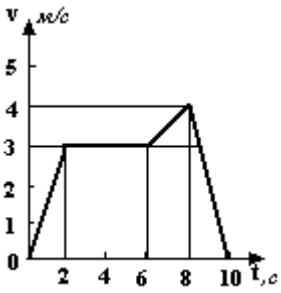
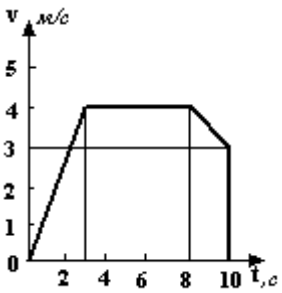
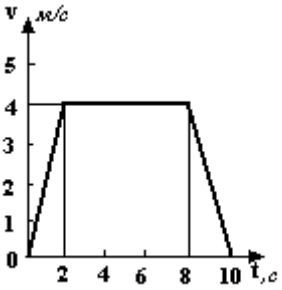
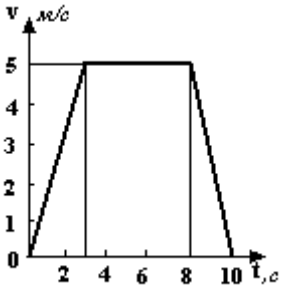
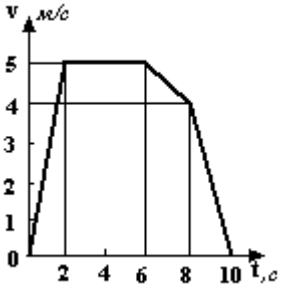
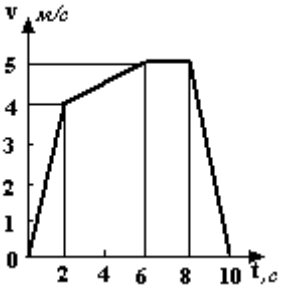
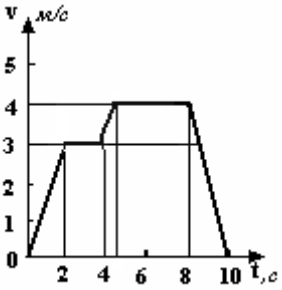
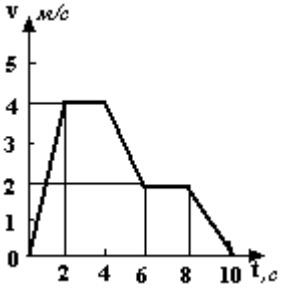
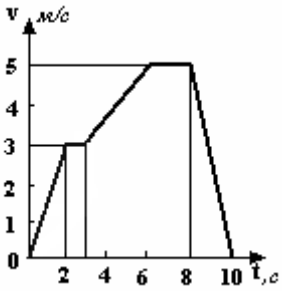
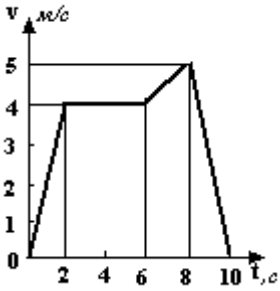
1 	2 	3 
4 	5 	6 
7 	8 	9 
10 		

Таблица 4.1

Вариант	Параметр		
	Масса, кг	КПД механизма	Рисунок
1	500	0,70	1
2	700	0,75	2
3	750	0,80	3
4	800	0,85	4
5	600	0,70	5
6	800	0,75	6
7	600	0,80	7
8	450	0,85	8
9	900	0,70	9
10	850	0,75	10
11	500	0,80	1
12	550	0,85	2
13	600	0,70	3
14	650	0,75	4
15	700	0,80	5
16	750	0,85	6
17	800	0,70	7
18	850	0,75	8
19	900	0,80	9
20	850	0,85	10