

7-8 классы

Задача на решение №1.

Какова должна быть мощность двигателя плечевого сустава человекоподобного робота, чтобы он смог равномерно приподнять пылесос массой 3 килограмма на высоту 10 сантиметров за 1 секунду, доставая его с полки шкафа. Потери энергии в механизме робота достигают 50%. Массой руки робота пренебречь.

1. Работа, совершаемая силой равна $A=F*S=mg*S=3*9.8*0.1\approx 3$ Дж.
2. Мощность равна $N=A/t= 3/1=3$ Вт.
3. Учитывая, что потери 50% ($K=0.5$), то необходима мощность двигателя $N_{д}=N/K=6$ Вт.

Задача на решение №2.

Робот-квадрокоптер (маленький квадратный вертолет с четырьмя винтами в вершинах этого квадрата) используется для фотосъемки местности. Определите, сможет ли такой робот подняться на высоту 1 километр, если его масса равна 4 килограммам, а емкость его электрической батареи составляет 10 Ватт*час.

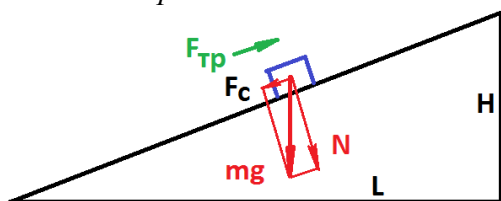
1. Чтобы поднять на такую высоту такой груз необходимо совершить работу равную $A=h*mg=1000*4*9.8\approx 40\ 000$ Дж.

2. Емкость батареи согласно размерностям дает мощность 10 Ватт в течение часа.

За секунду такая батарея может обеспечить выполнение работы 10 Дж. ($A= N*t$). В течении часа работа может обеспечить выполнение работы 10 Дж * 3600 сек, т.е. в целом 36000 Дж. Это меньше 40 000. Значит такой батареи недостаточно для подъема квадрокоптера на данную высоту.

Задача на решение №3.

Роботы-лошади, предназначенные для переноски грузов, начинают применяться в армии. Общая масса такого робота с грузом 1000 килограммов. Такой робот должен проходить всюду, в том числе и по обледеневшей дороге. Зная, что коэффициент трения стали по льду равен 0,02, определите максимальную высоту H пологой горы с прямолинейной дорогой, на которую может забраться такой робот, если длина L этой горы вдоль горизонтальной линии равна 1000 метров.

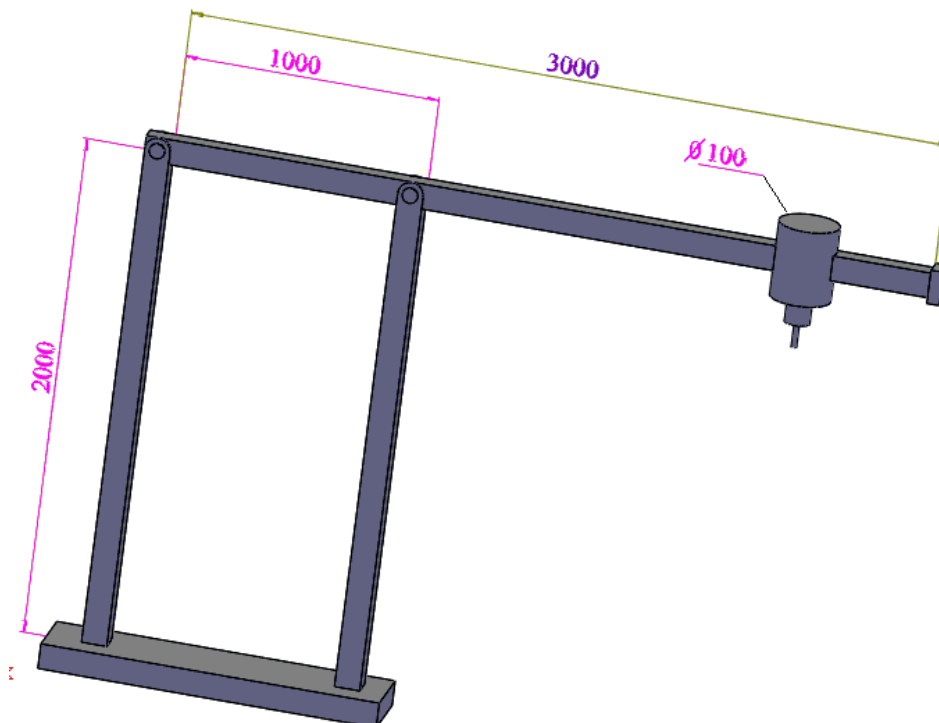


1. Робот будет скользить вниз благодаря составляющей его веса F_c . Из подобия треугольников горы и силового треугольника $F_c/N=H/L$. Или $H = F_c L / N$.
2. Чтобы он не скользил сила трения $F_{тр}$ должны быть больше или равна F_c . $F_{тр} = \mu N$ или $F_c = \mu N$.
3. Подставим в 1): $H = \mu N L / N = \mu L$. Окончательно: $H = 0,02*1000=20$ м.

9-11 классы

Задача на решение №1

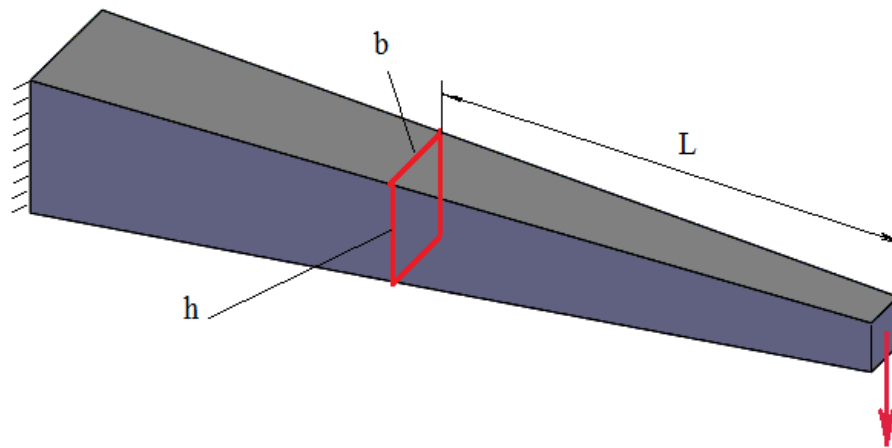
Определите максимальную массу цилиндрического шпинделя станка-робота портального типа из условий прочности его стальных вертикальных стержней неполого квадратного сечения размером 100x100 миллиметров. Размеры стержней даны на рис. 1. Крепление сверху шарнирное. Коэффициент запаса прочности принять $K=1,5$.



1. Поскольку крепление шарнирное, и на конструкцию действует лишь вертикальная сила, то вертикальные стержни работают только на растяжение или сжатие.
2. Условие прочности таких стержней $K \cdot F/S = [\sigma]$. Для стали $[\sigma] = 5 \cdot 10^8$ Па
3. Если использовать правило рычага, то можно приравнять момент от реакции второй опоры равный моменту от веса шпинделя. $L_1 \cdot R = L_2 \cdot mg$.
Здесь $L_1 = 1000$, а $L_2 = (3000 - 1000 - 100/2) = 1950$. Тогда $m = (L_1 / L_2) (R/g)$.
4. Так как реакция на правой опоре равна силе воздействия на нее, то $R = F = [\sigma] S / K$
5. Площадь $S = 0.1 \cdot 0.1 = 0.01$ м².
6. Тогда масса может быть: $m = (1000/1950) (5 \cdot 10^8 \cdot 0.01 / 1.5 / 9.8) = 174428$ кг.

Задача на решение №2

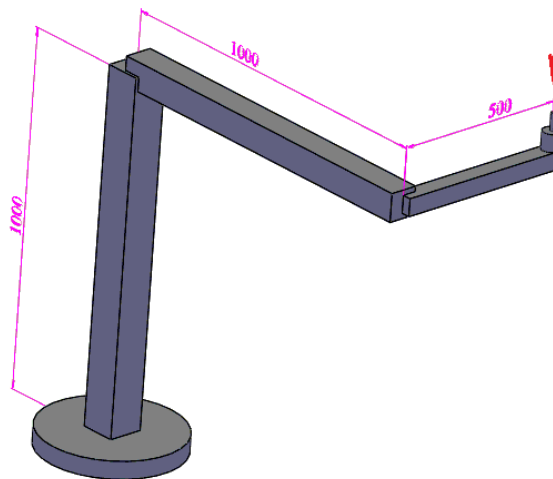
Звенья рук промышленных роботов (плечи, локти) могут быть, например, квадратного поперечного сечения и быть сплошными. Размеры такого сечения могут быть постоянными по длине звена, а могут меняться (см. рис. 2). Если полагать, что звено, например, локоть расположено горизонтально и на его конце (в кисти) зажат груз некоторой массы, то в звене в некоторых его точках могут возникнуть максимальные напряжения, которые могут разрушить это звено. Определите в виде формулы закон изменения размера h квадратного поперечного сечения звена в зависимости от расстояния этого сечения до груза L . В качестве условия принять требование, чтобы максимальные напряжения в каждом из сечений звена были бы одинаковыми.



1. Формула для расчета напряжений в любом сечении $\sigma = 6 \cdot L \cdot F / (b \cdot h^2)$.
2. Поскольку по условию сечение квадратное, то $\sigma = 6 \cdot L \cdot F / (h^3)$.
3. Откуда $h = (\text{Корень третьей степени от } (6 \cdot F / \sigma)) \cdot (\text{Корень третьей степени от } (L))$
Таким образом, размер h зависит от L как корень третьей степени от (L) .

Задача на решение №3.

Определить величину смещения конца сверла, установленного в шпинделе на конце руки промышленного робота, в зависимости от действия силы резания на этом сверле, равной 100 Н. Все элементы робота выполнены из конструкционной стали. Конструкция и размеры робота приведены на рисунке. Массой всех элементов робота, шпинделя и сверла пренебречь. Длинами всех звеньев робота считать длины, указанные на рис. 3. Сечения всех звеньев сплошные и квадратные. Размеры квадратов, соответственно: 100, 80 и 50 мм.



1. Имеется три стержня, каждый из которых деформируется: третий стержень изгибается, второй изгибается и скручивается и первый изгибается и сжимается. Необходимо рассчитать все эти деформации.

2. Изгиб третьего стержня: $Y_3 = FL_3^3 / (3 \cdot E \cdot J_x)$, где $J_x = h_3^4 / 12$. $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па
 $Y_3 = 100 \cdot 0,5^3 / (3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,05^4 / 12) = 0,000040$ м.

3. Изгиб второго стержня
 $Y_2 = 100 \cdot 1^3 / (3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,08^4 / 12) = 0,000049$ м.

4. Скручивание второго стержня $\varphi = M \cdot L_2 / (G \cdot I)$. Здесь $M = F \cdot L_3$ и $I \approx h^4 / 7$. $G = 8 \cdot 10^{10}$ Па.
 $\varphi = F \cdot L_3 \cdot L_2 / (G \cdot \pi \cdot h^4 / 32)$ или $\varphi = 100 \cdot 0,5 \cdot 1 / (8 \cdot 10^{10} \cdot 0,08^4 / 7) = 1 \cdot 10^{-4}$ рад.

Тогда перемещение конца третьего звена будет равно: $\text{tg}(0,0001 \text{ рад}) \cdot L_3$
или $\text{tg}(0,0001 \text{ рад}) \cdot 0,5 = 0,000053$ мм.

5. Изгиб первого стержня
 $Y_1 = 100 \cdot \text{SQRT}(0,5^2 + 1^2)^3 / (3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,1^4 / 12) = 0,000028$ м.

6. Сжатие первого стержня: $\Delta L = F \cdot L_1 / (E S_1)$
 $\Delta L = 100 \cdot 1 / (2 \cdot 10^{11} \cdot 0,1 \cdot 0,1) = 5 \cdot 10^{-8}$ м.

7 Суммарная деформация: $0.000040+0.000049+ 0.000053+0.000028+5*10^{-8}=0.00017$ м.
или 0,17 мм..