

## ЗАДАНИЕ ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ

ВАРИАНТ 41101 для 10 класса

«Снег красив, да ноги зябнут» – думала Баба Яга, глядя на радостно прыгающую по первому снегу избушку, – «замерзнет милая; одними носочками не обойтись, надо насест делать...» – и принялась за работу: установила копр и начала забивать сваи...

Сваю забивать – не числа складывать. Попробуем смоделировать процесс и определить, сколько времени потребуется для этого тяжелого физического труда.

Будем считать, что на забиваемую сваю действует сила сопротивления, складывающаяся из двух частей. Во-первых, это сила сопротивления грунта  $F_0$  под нижним концом сваи. Эту силу в простейшем случае можно считать постоянной. Во-вторых, это сила трения боковой поверхности о грунт  $F_{\text{тр}}$  при погружении после очередного удара. Можно считать эту силу пропорциональной длине  $x$  погруженной части  $F_{\text{тр}} = \beta x$  (где в коэффициенте  $\beta$  учтены коэффициент трения, периметр поперечного сечения, а также напряжение обжимающих сваю слоев грунта и т.д.) Для упрощения расчетов будем полагать, что во время каждого удара копра сила  $F_{\text{тр}}$  определяется длиной  $x$ , погруженной в грунт перед ударом.



Пусть масса сваи  $m = 100$  кг, ее длина  $L = 3$  м; масса молота копра  $M = 1,5$  т и каждый раз он свободно падает с высоты  $H = 5$  м. Удар является неупругим, после него свая и молот движутся как единое целое, но при движении вниз по штанге до удара молот теряет часть своей энергии  $Q = 8$  кДж. Пусть  $\beta = 10^6$ ,  $F_0 = 40$  кН, ускорение свободного падения примем равным  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>. В начальный момент времени свая опирается нижним концом на грунт.

1. Определите глубину погружения сваи после первого и после второго ударов.
2. Определите, после какого количества ударов копра свая погрузится в землю на 1 м.
3. Пусть на каждый удар по свае требуется 2 часа. Определите, успеет ли Баба Яга за одну неделю забить две сваи на глубину 2 м каждую. Укажите, сколько часов  $T$  потребуется для этого, а также сколько ударов  $K$  придется сделать по каждой свае.
4. Можно ли подобрать такую массу молота  $M_2$ , чтобы количество ударов, необходимых для погружения сваи на 2 м, составило  $K/2$  (для величины  $K$ , найденной в п. 3)? Попробуйте найти минимально необходимую массу  $M_2$  с точностью до 0,1 ц.

### Ответы.

1.  $h_1 = 83$  см,  $h_2 = 86$  см.
2. 6 ударов.
3. 43 удара на одну сваю;  
работа займет  $2 \cdot 43 \cdot 2 = 172$  часа, а в одной неделе 168 часов, Баба Яга не успеет.
4. 22 удара при  $M_2 = 1860$  кг, 23 удара при  $M_2 = 1850$  кг.