

§27. Могут ли простые механизмы повысить КПД

Группа **Бориса** предложила проанализировать и опровергнуть приведенные ниже расчеты. Ошибочность расчетов очевидна, так как ребята получили бесконечный рост коэффициента полезного действия (КПД) механизма.

Для подъема грузов используем одинаковые бензиновые моторчики. Каждый моторчик может поднять только 50 г. Решим несколько расчетных задач.

1. Один моторчик для подъема груза массой $m = 50$ г на высоту $h = 20$ м расходует 1 мг бензина. При сгорании этого количества бензина выделяется примерно 10 кал энергии. При поднятии груза на данную высоту совершается полезная работа $50 \text{ Г} \cdot 20 \text{ м} = 1000 \text{ Г}\cdot\text{м}$. Для удобства дальнейших расчетов учтем, что $1 \text{ кал} \approx 400 \text{ Г}\cdot\text{м}$. Таким образом, при затратах $Q_{\text{затр}} \approx 10$ кал полезная работа составляет лишь $A_{\text{пол}} \approx 2,5$ кал, т.е. КПД примерно равен 25%.

2. Для того чтобы поднять на ту же высоту удвоенную массу, равную 100 г, использовали два моторчика. Два моторчика, естественно, сожгли вдвое больше бензина, затратив 20 кал энергии. При этом была совершена полезная работа, равная $2 \cdot 50 \text{ Г} \cdot 20 \text{ м} = 2000 \text{ Г}\cdot\text{м} \approx 5$ кал.

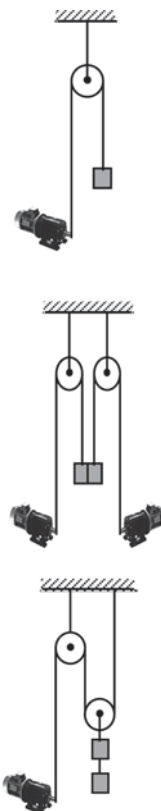
$$\text{Найдем КПД: } \eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\% \approx \frac{5 \text{ кал}}{20 \text{ кал}} \cdot 100\% = 25\%$$

3. Изменим способ решения предыдущей задачи. Вместо второго моторчика используем подвижный блок, который, как известно, позволяет выиграть в силе в 2 раза. Таким образом, моторчик, рассчитанный на подъем только 50 г, сможет поднять груз 100 г. Теперь:

$$A_{\text{пол}} = 100 \text{ Г} \cdot 20 \text{ м} = 2000 \text{ Г}\cdot\text{м} \approx 5 \text{ кал.}$$

$$Q_{\text{затр}} \approx 10 \text{ кал, так как работал только один моторчик.}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\% \approx \frac{5 \text{ кал}}{10 \text{ кал}} \cdot 100\% = 50\%$$



Эти и другие решенные задачи представлены в таблице:

Опыт №	Действие	Механизм	Затраченная энергия	Полезная работа	КПД
1	50 г ↑ на 20 м	Неподвижный блок	10 кал	$1000 \text{ Г}\cdot\text{м} \approx 2,5 \text{ кал}$	25 %
2	100 г ↑ на 20 м	Два моторчика	20 кал	$2000 \text{ Г}\cdot\text{м} \approx 5 \text{ кал}$	25 %
3	100 г ↑ на 20 м	1 подвижный блок	10 кал	$2000 \text{ Г}\cdot\text{м} \approx 5 \text{ кал}$	50 %
4	200 г ↑ на 20 м	2 подвижных блока	10 кал	$4000 \text{ Г}\cdot\text{м} \approx 10 \text{ кал}$	100 %
5	300 г ↑ на 20 м	3 подвижных блока	10 кал	$6000 \text{ Г}\cdot\text{м} \approx 15 \text{ кал}$	150 %
6	400 г ↑ на 20 м	3 подвижных блока	10 кал	$8000 \text{ Г}\cdot\text{м} \approx 20 \text{ кал}$	200 %

Мы получили результат, который противоречит закону сохранения энергии: увеличивая количество блоков, можно неограниченно увеличивать КПД!



В какой строчке допущена первая ошибка и в чем она состоит? Нарисуйте конструкции для трех подвижных блоков, в которых выигрыш в силе равен: а) 6 (опыт №5); б) 8 (опыт №6). Предложите и испытайте аналогичные конструкции для двух подвижных блоков и найдите выигрыш в силе, который дает каждая конструкция.