

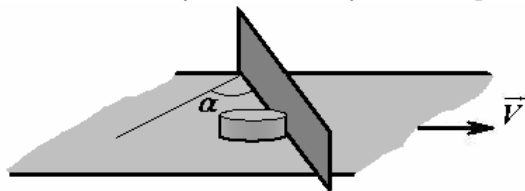
Транспортер

Условие

Задача 1. «Транспортер» Для механического снятия готовых изделий с ленты транспортера, движущейся горизонтально со скоростью V , используется неподвижная вертикальная направляющая перекладина, установленная под углом α на ленте. Коэффициент трения изделий о ленту транспортера равен μ_1 , а о направляющую перекладину — μ_2 .

1.1 При каком минимальном угле $\alpha_{\min}$ изделия будут соскальзывать с ленты транспортера?

1.2 Найдите установившуюся скорость u движения изделий вдоль направляющей.



Решение

Задача 1. «Транспортер»

1.1 После контакта детали с направляющей на деталь в горизонтальной плоскости будут действовать две силы трения: $\vec{F}_{\text{тр}1}$ (со стороны ленты транспортера) и $\vec{F}_{\text{тр}2}$ (со стороны направляющей), а также сила реакции $\vec{N}$ со стороны направляющей.

Будем считать, что движение деталей носит поступательный характер, т.е. они не вращаются при трении о направляющую.

Для снятия (соскальзывания) детали с транспортера необходимо, чтобы проекция силы трения $F_{\text{тр}1} = \mu_1 mg$ на направляющую была больше силы трения $F_{\text{тр}2} = \mu_2 N$ о направляющую (рис. 1):

$$\mu_1 mg \sin \alpha > \mu_2 N.$$

С учетом того, что сила реакции

$$N = \mu_1 mg \cos \alpha,$$

получаем

$$\operatorname{tg} \alpha \geq \mu_2$$

Соответственно, для минимального угла $\alpha_{\min}$ выбираем случай равенства

$$\operatorname{tg} \alpha_{\min} = \mu_2. \quad (1)$$

Обратите внимание, что (1) не зависит от значения коэффициента трения μ_1 , главное — чтобы он был отличен от нуля, иначе детали не смогут двигаться по транспортеру.

1.2 Таким образом, при выполнении условия $\alpha > \alpha_{\min}$ детали будут скользить вдоль направляющей. Заметим, что по мере роста скорости $\vec{u}$ движения деталей вдоль направляющей вектор $\vec{w}$ скорости их проскальзывания относительно транспортера будет поворачиваться, «прижимаясь» к нормали AD . Вследствие этого будет поворачиваться и вектор силы трения $\vec{F}_{\text{тр}1}$ из начального положения «вдоль транспортера» до установившегося положения, при котором он будет составлять некоторый угол β с нормалью AD к направляющей (рис.2). Следовательно, в установившемся режиме

$$F_{\text{тр}1} \sin \beta = \mu_2 N = \mu_2 F_{\text{тр}1} \cos \beta \Rightarrow \operatorname{tg} \beta = \mu_2. \quad (2)$$

С другой стороны из треугольника скоростей ABC (см. рис. 2) по теореме синусов имеем

$$\frac{u}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{V}{\sin \xi}, \quad (3)$$

где $\xi = \frac{\pi}{2} + \beta$.

Выделяя из (3) $\tan \beta$ с учетом (2) получаем

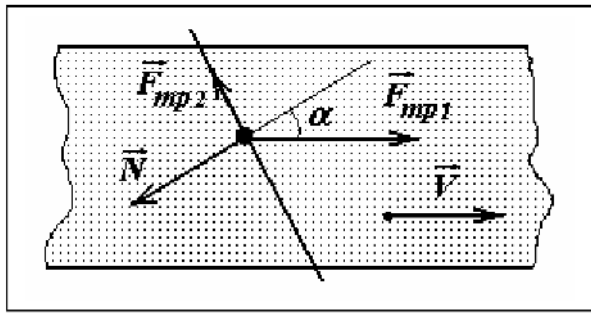


Рис. 1

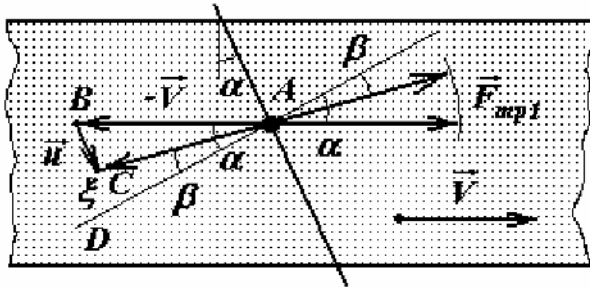


Рис. 2

$$\tan \beta = \frac{V \sin \alpha - u}{V \cos \alpha} = \mu_2.$$

Окончательно для установившейся скорости u поступательного движения деталей вдоль направляющей получаем

$$u = V(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha). \quad (4)$$

Как видим из (4) выражение имеет смысл только при выполнении условия

$$\tan \alpha \geq \mu_2,$$

в противном случае после упора в направляющую детали будут покоиться, т.е. $u = 0$.