

### Задача 1.71.3

Определить скорость  $v$  скольжения прямоугольной пластины ( $a \times b \times c$ ) по наклонной плоскости под углом  $\beta$ , если между пластиной и плоскостью находится слой масла  $A$  (рисунок 13). Толщина слоя масла  $\delta$ , температура масла  $T$ , плотность материала пластины  $\rho$ . Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из табл. 1.

Указание. При решении задачи применяется формула Ньютона. Поскольку слой масла тонкий, можно считать, что скорость в нем изменяется по прямолинейному закону.

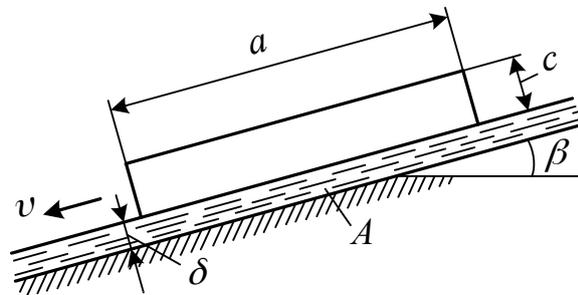


Рисунок 13

Таблица 1

Вариант	Масло	$a$	$b$	$c$	$\delta$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$T, ^\circ\text{C}$	$\beta^\circ$
		мм						
г	Трансформаторное	460	240	15	0,4	430	25	9

## Решение

Во время равномерного скольжения пластины ускорение отсутствует, а условие равновесия сил в проекциях на вертикальную ось запишется:

$$F_{mp} = m \cdot n \cdot \sin \beta, H \quad (1)$$

где  $m$  - масса пластины, кг;

$g$  - ускорение свободного падения,  $\frac{м}{с^2}$ .

В соответствии с законом Ньютона для вязкого трения сила трения равна:

$$F_{mp} = \mu \frac{dv}{dy} S, H \quad (2)$$

где  $\mu$  - коэффициент динамической вязкости, Па·с;

$dv$  - увеличение скорости, соответствующее увеличению координаты  $dy$ ,  $\frac{м}{с}$ ;

$S$  - площадь поверхности,  $м^2$ ;

$$S = a \cdot b, м^2 \quad (3)$$

Поскольку слой масла тонкий, то принимаем  $\frac{dv}{dy} = v$ , тогда условие равновесия запишется в виде:

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha = \mu \frac{dv}{dy} a \cdot b \quad (4)$$

Выражаем массу пластины через ее объем:

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow m = \rho \cdot W = \rho_n \cdot a \cdot b \cdot c, кг \quad (5)$$

Определяем коэффициент динамической вязкости масла:

$$\mu = \nu \cdot \rho_m, \text{Па} \cdot \text{с} \quad (6)$$

где  $\nu$  - коэффициент кинематической вязкости масла

Трансформаторное при  $t = 25^\circ \text{C}$ ,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$\rho_m$  - плотность масла Трансформаторное при  $t = 25^\circ \text{C}$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$$\rho_m = \frac{\rho_{50}}{(1 + \alpha \cdot \Delta t)}, \text{кг}/\text{м}^3 \quad (7)$$

тут  $\rho_{50}$  - плотность масла Трансформаторное при  $t = 50^\circ \text{C}$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\alpha$  - коэффициент температурного расширения,  $1/\text{K}$ ;

$$\rho_m = \frac{880}{(1 + 0,0007 \cdot (25 - 50))} = 896 \text{кг}/\text{м}^3$$

$$\mu = 0,24 \cdot 10^{-4} \cdot 896 = 0,0215 \text{Па} \cdot \text{с}$$

Определяем скорость скольжения пластины:

$$v_n = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot g \cdot \sin \beta \cdot \delta}{\mu \cdot a \cdot b}, \text{м}/\text{с} \quad (8)$$

$$v_n = \frac{430 \cdot 0,460 \cdot 0,240 \cdot 0,015 \cdot 9,81 \cdot \sin 9^\circ \cdot 0,0004}{0,0215 \cdot 0,460 \cdot 0,240} = 0,18 \text{м}/\text{с}$$

**Ответ:**  $v_n = 0,18 \text{м}/\text{с}$ .