

Лабораторная работа № 20

Определение коэффициента трения скольжения

Цель работы: изучение законов динамики поступательного движения, ознакомление с методикой расчета коэффициента трения скольжения.

Оборудование: модульный учебный комплекс МУК-М2 (блок механический БМ2-04, секундомер электронный СЭ1-07)

Краткое теоретическое введение

При соскальзывании бруска с наклонной плоскости на него действует несколько сил: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения скольжения $\vec{F}_{\text{тр.}}$.

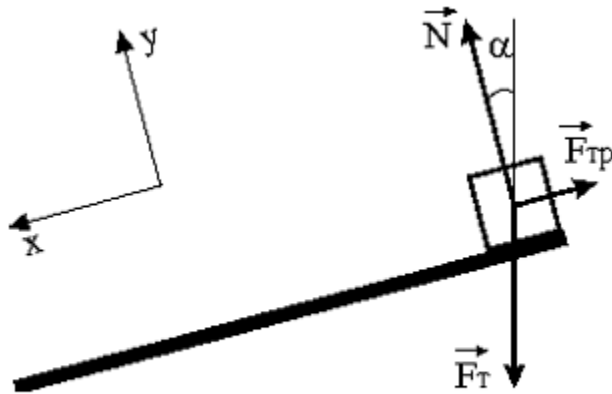


Рис.1

Выберем направление координатной оси X вдоль плоскости вниз, а координатной оси Y перпендикулярно плоскости вверх. Запишем уравнение динамики поступательного движения бруска

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр.}} + \vec{N} + \vec{F}_g$$

в проекциях на эти оси:

$$\begin{cases} OX: ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр.}}; \\ OY: 0 = N - mg \cos \alpha \end{cases}; \quad (1)$$

Учтем, что сила трения скольжения равна:

$$F_{\text{тр.}} = \mu N, \quad (2)$$

где μ - коэффициент трения скольжения.

Решая систему уравнений (1) и (2), получаем

$$\mu = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha - \frac{a}{g \cos \alpha}. \quad (3)$$

Величину ускорения \vec{a} можно найти, измерив пройденный бруском путь S и соответствующее время t :

$$a = \frac{2S}{t^2}. \quad (4)$$

Формула получена при нулевом значении начальной скорости, что соответствует условиям опыта. Подставляем (4) в (3), получаем рабочую формулу для определения коэффициента трения скольжения:

$$\mu = \operatorname{tg} \alpha - \frac{2S}{g t^2 \cos \alpha}. \quad (5)$$

Методика эксперимента

Установка представляет собой наклонную плоскость 1, которую с помощью винта 2 можно устанавливать под разными углами α к горизонту (рис.2). Угол α измеряется с помощью шкалы 3. На плоскость помещается брусок 4 массой m , состоящий из двух частей, изготовленных из различных материалов: дерево-дюраль. Брусок закрепляется в верхней точке наклонной плоскости с помощью электромагнита 5, управление которым осуществляется с помощью электронного секундомера СЭ1 и тумблера на левой стороне лабораторного стенда. Пройденное бруском расстояние составляет 0,52 м. Время соскальзывания бруска измеряется автоматически с помощью датчика 7, выключающего секундомер в момент касания бруском финишной точки.

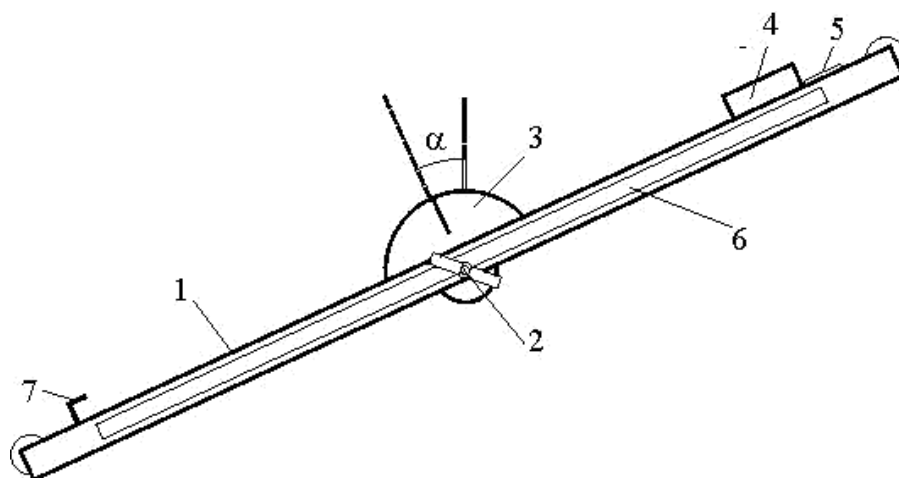


Рис.2

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ослабив винт 2 (рис.2), установите плоскость под углом 25° к горизонту, электромагнит при этом должен находиться в верхней части плоскости. Закрепите плоскость в таком положении, зажав винт 2.
2. Включите секундомер СЭ1. Переключите его в режим №1.
3. Поместите брусок на наклонную плоскость в положении деревом вниз, прижмите торец бруска, на который наклеена металлическая пластина, к электромагниту. Убедитесь, что брусок удерживается в этом положении.
4. Нажмите кнопку «Пуск» секундомера. При этом происходит одновременное отключение электромагнита и включение секундомера. Выключение секундомера происходит автоматически в момент удара бруска по финишному датчику.
5. Запишите время соскальзывания бруска t , пройденный бруском путь S , угол наклона плоскости α в таблицу 1. Повторите опыт 3 раза.
6. Повторите п.п.3-5 для других углов α ($\alpha=35^{\circ}$, $\alpha=45^{\circ}$).

Дерево-дерево

Таблица 1

| № | α , град | S, м | t, с | μ | |
|---|-----------------|------|------|-------|--|
| 1 | 25° | 0,52 | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 1 | 35° | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 1 | 45° | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

7. Вычислите по формуле (5) коэффициент трения скольжения μ . Проведите математическую обработку результатов измерений. Результаты занесите в таблицу 2.

Дерево-дерево

Таблица 2

| № | μ | $\Delta\mu$ | $\varepsilon, \%$ |
|-------|-------|-------------|-------------------|
| 1 | | | |
| ... | | | |
| 9 | | | |
| Сред. | | | |

8. Повторите п.п. 3-7 для дюралюминия и запишите значения в таблицу «Дерево-дюраль».

Дерево-дюраль

Таблица 3

| № | α , град | S , м | t , с | μ | |
|---|-----------------|---------|---------|-------|--|
| 1 | 25° | 0,52 | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 1 | 35° | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 1 | 45° | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

Дерево-дюраль

Таблица 4

| № | μ | $\Delta\mu$ | $\varepsilon, \%$ |
|-------|-------|-------------|-------------------|
| 1 | | | |
| ... | | | |
| 9 | | | |
| Сред. | | | |

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение силы трения скольжения. Единица измерения.
2. Выведите рабочую формулу (5).
3. Из уравнения кинематики выведите формулу (4).
4. Запишите формулу пути при равноускоренном движении.
5. Сформулируйте основной закон динамики поступательного движения (II закон Ньютона).