

Лабораторная работа №5

Определение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости.

Цели работы:

- Установить зависимость КПД и выигрыша в силе K наклонной плоскости от угла наклона.

- Установить зависимость КПД и выигрыша в силе K наклонной плоскости от массы тела.

Проблемные вопросы:

- Зависит ли выигрыш в силе от угла наклона плоскости?
- Зависит ли КПД наклонной плоскости от веса груза, который перемещается по ней?

Теоретическое введение

Коэффициент полезного действия любого простого механизма равен отношению полезной работы $A_{\text{п}}$ к совершенной работе $A_{\text{с}}$.

КПД обычно выражается в процентах:

$$\eta = (A_{\text{п}} / A_{\text{с}}) 100\% \quad (1)$$

Полезная работа при подъеме груза равна произведению веса тела $P = mg$ на высоту h его подъема:

$$A_{\text{п}} = mgh, \quad (2)$$

Совершенная работа при подъеме груза равна произведению силы F , перемещающей тело по наклонной плоскости, на длину пути l .

$$A_{\text{с}} = Fl \cos \theta \quad (3)$$

Расстояния l и h измеряем линейкой, вес тела – с помощью динамометра или датчика силы, подвесив к нему тело. Силу F измеряем в процессе равномерного перемещения тела вверх по наклонной плоскости.

(Направление вектора силы F в этом эксперименте должно быть параллельным наклонной плоскости)

При отсутствии трения КПД простого механизма, в том числе и наклонной плоскости, равен единице. В этом случае работа, совершенная силой F , приложенной к телу и направленной вдоль наклонной плоскости вверх, равна полезной работе.

$$A_{\text{п}} = A_{\text{с}} \quad (4)$$

Отсюда следует, что

$$Fl = Ph \quad (5)$$

При этом мы получаем выигрыш в силе, который равен

$$K = P/F \quad (6)$$

И с учетом (5) получаем для выигрыша в силе следующее соотношение:

$$K = l/h. \quad (7)$$

В реальных условиях действие силы трения снижает КПД наклонной плоскости и уменьшает выигрыш в силе.

Для определения КПД наклонной плоскости воспользуемся формулой

$$\eta = mgh/Fl \quad (8)$$

Для определения выигрыша в силе воспользуемся выражением

$$K=mg/F \quad (9)$$

Целью работы является измерение КПД наклонной плоскости и выигрыша в силе при разных углах α ее наклона к горизонту, а также выяснение зависимости КПД наклонной плоскости от веса груза.

Схема установки и оборудование:

1. Наклонная плоскость (трибометр), закрепленная на штативе.
2. Брусок с грузами.
3. Датчик силы (10Н).
4. КПК + Интерфейс Или Trilink и КПК или регистратор Nova.
5. Деревянный транспортер и линейка

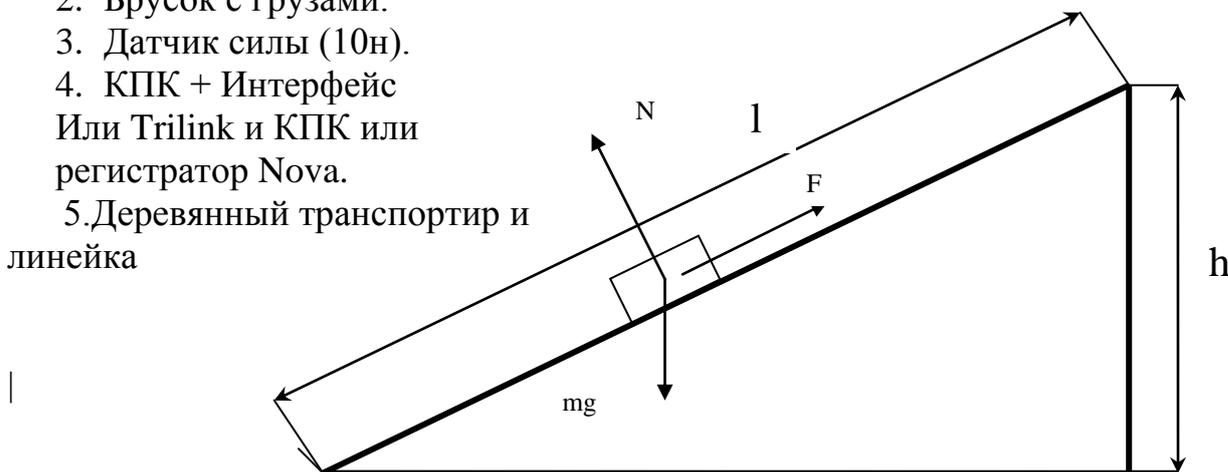


Рис. №1

Порядок выполнения работы:

Задача №1. Определение веса бруска.

Настройте регистратор NOVA для проведения опыта.

1. выберите Датчик силы с пределом 10Н;
 - соедините датчик силы с портом 1
 - установите параметры измерений:
– при нажатии.
2. Закрепите датчик силы на штативе. Подвесьте брусок на крюк датчика силы.

Начните измерения с помощью регистратора NOVA : **Начните регистрацию данных**

 - Производите запись при нажатии. Сохраните результат. Запишите пять значений веса бруска в протокол, в таблицу № 1.
 - Посчитайте среднее значение веса бруска и запишите в протокол.

Относительную погрешность датчика силы примите равным 1%.
Так как $\epsilon_F=1\%$, то посчитайте абсолютную погрешность по формуле

$$\Delta P = \epsilon_F * P_{cp}$$
 - Запишите значение веса бруска в стандартном виде с учетом погрешности.

3. Соберите установку по рисунку №1. Измерьте высоту h и длину наклонной плоскости l при угле наклона $\alpha=30^\circ$. Погрешность измерения этих параметров примите равным приборной погрешности линейки $\Delta h = \Delta l = 1 \text{ мм}$. Запишите параметры наклонной плоскости перед таблицей №1.

4. Положите брусок на наклонную плоскость. Установите на брусок груз весом 1 Н .

Прикрепите крюк датчика силы. Настройте регистратор NOVA для проведения опыта.

- выберите Датчик силы с пределом 10 Н ;
- соедините датчик силы с портом 1 интерфейса;
- установите параметры измерений:
- Замер 20 измерений в секунду;
- Длительность – вручную.

: Начните регистрацию данных

Равномерно перемещайте брусок вдоль наклонной плоскости с помощью датчика силы. Запишите в таблицу №1 пять произвольно выбранных значений силы из таблицы значений. Посчитайте среднее значение силы тяги F_1

7. Установите на брусок три груза, весом по 1 Н . Повторите с этим набором грузов п. 4-6.

Результаты занесите в таблицу №1.

8. Повторите измерения пп 4-7 при углах наклона плоскости $\alpha=45^\circ$ и $\alpha=60^\circ$. Результаты занесите в таблицу №2 и таблицу №3.

Обработка результатов измерений

1. Вычислите максимально возможное значение выигрыша в силе, получаемого при заданном угле наклона плоскости. Воспользуйтесь формулой (7). Запишите K_T перед таблицей.

2. Рассчитайте значение экспериментального выигрыша в силе, полученного с помощью наклонной плоскости:

$K_{\text{э}} = P_{1\text{cp}} / F_{1\text{cp}}$, где $P_{1\text{cp}}$ - средний вес бруска с одним грузом, а $F_{1\text{cp}}$ - среднее значение силы тяги. При этом можно считать вес одного груза равным 1 Н .

3. Рассчитайте КПД для первого случая с помощью формулы (8). При расчете пользуйтесь средними значениями силы тяги и веса груза.

Таблица №1. *Результаты измерений при угле $\alpha=30^\circ$*

Параметры наклонной плоскости $L =$ $h =$ $K_T = l/h$

4. Постройте на миллиметровой бумаге зависимость $K(\alpha)$ и $\eta_2(\alpha)$ для данных из опытов с тремя грузами. Сделайте вывод о характере этой зависимости.

5. Выберите любую из таблиц данных для обработки погрешности измерений одного опыта (лучше для обработки взять опыт с тремя грузами на бруске). Запишите результат измерений силы тяги и веса груза в стандартном виде с учетом погрешности

$$F = F_{\text{ср}} + \Delta F,$$

$$P = P_{\text{ср}} + \Delta P$$

Погрешность измерения $K_{\text{э}}$ будет рассчитываться по формуле:

$$\varepsilon_K = 2 \varepsilon_F$$

$$\text{Тогда } \Delta K_{\text{э}} = \varepsilon_K * K_{\text{э}}.$$

Запишите результат для $K_{\text{э}}$ в стандартном виде.

Погрешность измерения КПД будет рассчитываться по формуле:

$\varepsilon_{\eta} = 2\varepsilon_F + 2\varepsilon_H$, причем абсолютную погрешность измерений линейкой примите равной 1 мм, то есть $\Delta h = 1 \text{ мм}$.

$$\text{Тогда } \Delta \eta = \varepsilon_{\eta} * \eta$$

Запишите результат для η в стандартном виде.

Задание для любознательных:

Рассчитайте КПД η наклонной плоскости при заданном угле $\alpha = 45^\circ$, не используя динамометр. Выведите формулу для расчета η , пользуясь только значением угла α . При нахождении коэффициента трения наклонной плоскости воспользуйтесь методом, предложенным в лабораторной работе №4 (« задание для любознательных»).

Вопросы к защите лабораторной работы:

1. Что такое коэффициент полезного действия?
2. Каков физический смысл термина «выигрыш в силе»?
3. Если при движении по наклонной плоскости мы получаем выигрыш в силе, означает ли это автоматический выигрыш в величине полезной работы и в КПД?