

Лабораторна робота №2 ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ КІНЕМАТИКИ І ДИНАМІКИ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ

Мета роботи – експериментально перевірити закони кінематики й динаміки поступального руху.

Прилади і матеріали: машина Атвуда, секундомір, тягарі.

Опис установки

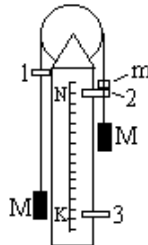


Рис. 2.1.

Установка складається з машини Атвуда і секундоміра.

Машина Атвуда – вертикальна штанга, вгорі якої встановлений легкий блок, що обертається з незначним тертям. Через блок перекинута нитка з тягарями однакових мас M . Тягарі можуть утримуватися в будь-якому положенні електромагнітом 1. На штанзі кріпиться рухоме кільце 2, яке служить для зняття додаткової маси m при проходженні через нього правого тягара. Знизу до штанги кріпиться приймальний блок 3 для правого тягара.

Для приведення машини в дію необхідно розімкнути коло електромагніта. Тягарі під дією додаткової маси приходять у рух і рухаються рівноприскорено, поки маса не зніметься кільцем 2. Далі вони рухаються за інерцією, тобто рівномірно. У момент проходження правого тягара через кільце вмикається секундомір.

Секундомір вмикається, коли тягар досягає приймального блока. Таким чином, секундомір зафіксує час проходження тягарем шляху НК. Щоб привести машину в вихідне положення, необхідно повернути тягарі у вихідний стан і ввімкнути електромагніт.

Теоретичні відомості

Шлях пройдений тілом, при рівномірному русі визначається за формулою $S = vt$, звідки випливає співвідношення:

$$\frac{S_1}{t_1} = \frac{S_2}{t_2} = v = \frac{S_n}{t_n}, \quad (2.1)$$

де $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ – відрізки шляху; t_1, t_2, \dots, t_n – інтервали часу проходження даних відрізків шляху.

Якщо тягарі рухаються рівноприскорено, то справедливі формули:

$$S = \frac{at^2}{2}, \quad a = \frac{mg}{2M + m}, \quad (2.2)$$

де m, M – відповідно додаткова маса і маса тіла.

Початкова швидкість тягарів у цьому досліді дорівнює нулю.

Розглянемо динаміку рівноприскореного руху тягарів. Сила, що приводить систему в рух, дорівнює різниці ваги правого і лівого тіл. Припустимо, що тягарі завантажили масами $m_1 < m_2$. Тоді $F_1 = (m_2 - m_1)g$.

Якщо обидва навантаження перекласти на правий тягар, то сила визначатиметься як $F_2 = (m_1 + m_2)g$. На основі закону Ньютона для двох випадків дістанемо:

$$a_1 = \frac{(m_2 - m_1)g}{2M + m_1 + m_2}, \quad a_2 = \frac{(m_1 + m_2)g}{2M + m_1 + m_2}.$$

Звідси можна знайти співвідношення:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}. \quad (2.3)$$

Порядок виконання роботи

Завдання 1. Перевірити співвідношення (2.1). Для цього, встановлюючи кільце 3 машини Атвуда на різній висоті, виміряти секундоміром відповідний час t_1, t_2, \dots, t_n .

Знайти швидкість рівномірного руху і записати у вигляді:

$$\frac{S_1}{t_1} = \left(\frac{S_1}{t_1} \right)_{\text{ср}} \pm \Delta \left(\frac{S_1}{t_1} \right).$$

Перевірити, чи різниця між швидкостями, визначеними для двох дослідів, менша за сумарну абсолютну похибку визначення цих швидкостей:

$$\left| \left(\frac{S_1}{t_1} \right)_{\text{ср}} - \left(\frac{S_2}{t_2} \right)_{\text{ср}} \right| < \Delta \left(\frac{S_1}{t_1} \right) + \Delta \left(\frac{S_2}{t_2} \right).$$

Завдання 2. Перевірити виконання формули (2.2). Для цього зняти кільце 2 зі штанги. У початковий момент руху тягарів секундомір вмикається, а вимикається в момент, коли правий тягар торкається блока 3. Установлюючи приймальний блок на різній висоті, виміряти шлях і відповідний час рівноприскореного руху правого тягаря. За цими даними побудувати графік залежності $S = f(t)$. За формулою (2.2) у цій системі координат побудувати теоретичний графік руху (області розходження експериментального і теоретичного графіків заштрихувати).

Завдання 3. Перевірити співвідношення (2.3). Спочатку покласти на правий тягар два додаткових тягарі масою m_1 і m_2 . Виміряти не менш як п'ять разів значення S і t . Потім перекласти менший тягар на лівий і повторити вимірювання. Ліву частину співвідношення (2.3) обчислити, використовуючи формули (2.2), а праву – за заданими масами додаткових тягарів.

Контрольні запитання

1а. Виведіть формулу для шляху при довільному русі. Якою кривою зображується графік рівноприскореного руху?

2а. Знайдіть натяг нитки при прискореному русі (M – маса лівого тягаря; $M + m$ – маса правого тягаря). Інерцією блока і тертям знехтувати.

3а. Дайте визначення маси і ваги тіла.