

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра механіки і проектування машин

ЗАВДАННЯ, МЕТОДИЧНІ ПОРАДИ

**та типовий звіт до виконання самостійної роботи
з дослідження рівноваги залізничних вагів
з дисципліни**

“ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА”

Харків – 2013

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри механіки і проектування машин 20 листопада 2010 р., протокол № 6.

Укладачі:

доценти О.А. Логвіненко,
О.В. Оробінський,
О.С. Шуліка,
старш. викл. А.В. Павшенко

Рецензент

доц. О.В. Надтока

Завдання, методичні поради та типовий звіт
до виконання самостійної роботи
з дослідження рівноваги залізничних вагів
з дисципліни
“Технічна механіка”

Відповідальний за випуск Оробінський О.В.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 30.08.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,25. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Вихідні дані та порядок виконання розрахунково-графічної роботи	5
2 Методичні поради до виконання розрахунково-графічної роботи	6
3 Типовий звіт з виконання розрахунково-графічної роботи “Дослідження рівноваги залізничних вагів”	9
Список літератури	16

ВСТУП

Навчальна дисципліна “Технічна механіка” займає важливе місце в загальноінженерній підготовці фахівців залізничного транспорту і викладається на кафедрі “Механіка і проектування машин” Української державної академії залізничного транспорту для студентів факультету «Управління процесами перевезень» спеціальності 7.100403 “Організація перевезень і управління на транспорті” (напрямок залізничний транспорт).

Навчально-методична розробка впроваджена в навчальний процес з метою забезпечення самостійної роботи студентів денної форми навчання при виконанні розрахунково-графічної роботи, яка виконується при вивченні змістового модуля “Статика”.

Структурно розробка містить завдання, методичні вказівки з виконання самостійної роботи, а також форму типового звіту, яку студентам слід використовувати для оформлення результатів розрахунків.

При виборі індивідуальних вихідних даних студенти денної форми навчання обирають вихідні дані за вказівкою керівника практичних занять.

1 ВИХІДНІ ДАНІ ТА ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

Таблиця 1 – Вихідні дані

Перша цифра варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Співвідношення пліч 1-го важеля $u_1 = \frac{h_1}{h_1^*}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{26}$	$\frac{1}{27}$	$\frac{1}{28}$	$\frac{1}{29}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{29}$	$\frac{1}{28}$	$\frac{1}{27}$	$\frac{1}{27}$
Друга цифра варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Співвідношення пліч 2-го важеля $u_2 = \frac{h_2}{h_2^*}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{17}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{17}$

Примітка - довжина плеча важеля 3: $h_3 = 0,1 \text{ м}$; вага великої гирі $Q_в = 1 \text{ кг} \approx 10 \text{ Н}$; вага малої гирі $Q_м = 0,1 \text{ кг} \approx 1 \text{ Н}$. **Результати розрахунків проводити з урахуванням п'яти знаків після коми.**

Порядок виконання:

При дослідженні залізничних вагів необхідно:

- 1) ознайомитися із загальною будовою та принципом дії залізничних вагів;
- 2) визначити зусилля в тягах 4 та 5 (F_4 та F_5);
- 3) визначити співвідношення пліч важеля 3 при заданих співвідношеннях пліч важелів 1 та 2;
- 4) виконати тарування планок переміщення гирь:
 - великої при зміні навантаження від $Q = 1000 \text{ кг} \approx 10 \text{ кН}$ до $Q = 3000 \text{ кг} \approx 30 \text{ кН}$ через $200 \text{ кг} \approx 2 \text{ кН}$;

- малої від $Q = 1000 \text{ кг} \approx 10 \text{ кН}$ до $Q = 1200 \text{ кг} \approx 12 \text{ кН}$ через $20 \text{ кг} \approx 0,2 \text{ кН}$.

2 МЕТОДИЧНІ ПОРАДИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

На рисунках 1 і 2 наведені принципова та кінематична схеми залізничних вагів. Вони складаються з двох важелів другого роду (важелі 1,2) та одного важеля першого роду (важіль 3), які послідовно з'єднані за допомогою тяг 4 і 5. При цьому нижній важіль (важіль 1) є складовим, а його обидві половинки з'єднані між собою за допомогою серги 6.

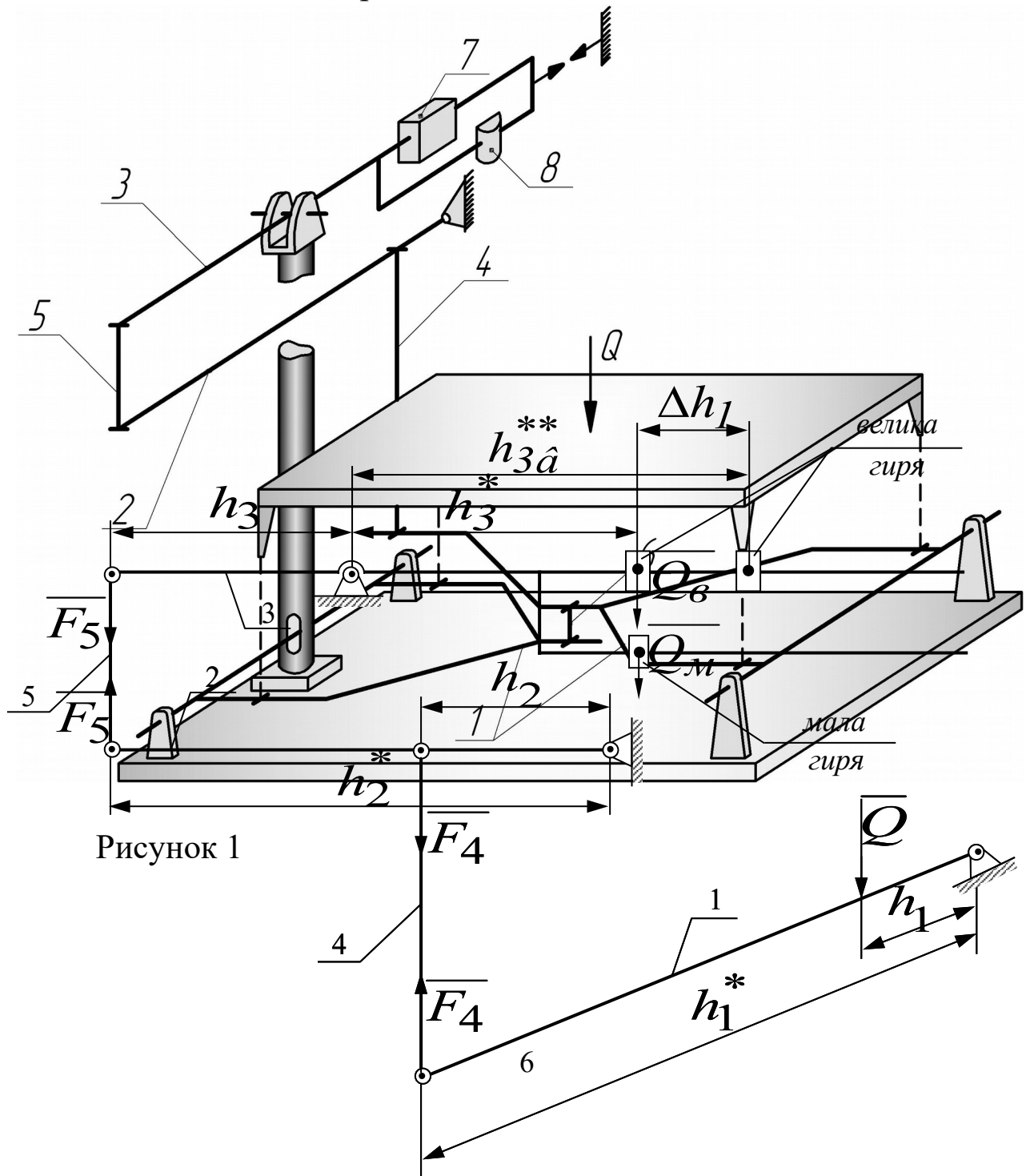


Рисунок 2

На нижній важіль діє вантаж вагою Q , що підлягає зважуванню. Важіль 3 врівноважується двома гирями, великою (7) і малою (8). Мінімальна вага вантажу (вага платформи) $Q = 1000 \text{ кг} \approx 10 \text{ кН}$ відповідає лівому положенню обох гир, які розташовані на однаковій відстані від осі важеля 3.

Для визначення зусиль у тягах 4 і 5 складаються рівняння рівноваги 1-го та 2-го важелів

$$Q \cdot h_1 - F_4 \cdot h_1^* = 0, \quad (1)$$

$$F_4 \cdot h_2 - F_5 \cdot h_2^* = 0, \quad (2)$$

звідки

$$F_4 = Q \cdot \frac{h_1}{h_1^*} = Q \cdot u_1, \quad (3)$$

$$F_5 = F_4 \cdot \frac{h_2}{h_2^*} = F_4 \cdot u_2, \quad (4)$$

або

$$F_5 = Q \cdot u_1 \cdot u_2, \quad (5)$$

Загальне співвідношення пліч послідовно з'єднаних важелів визначається як добуток співвідношень пліч окремих важелів, а саме

$$u_{заг} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3, \quad (6)$$

або при відомих значеннях ваг великої та малої гир, а також вазі вантажу

$$u_{заг} = \frac{Q_в + Q_м}{Q}. \quad (7)$$

Для визначення співвідношення пліч 3-го важеля u_3 використовуються формули (6) та (7)

$$u_3 = \frac{h_3}{h_3^*} = \frac{u_{заг}}{u_1 \cdot u_2}, \quad (8)$$

звідки

$$h_3^* = \frac{h_3}{u_3}. \quad (9)$$

3 ТИПОВИЙ ЗВІТ З ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ “ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОВАГИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГІВ”

Вихідними даними до виконання розрахунково-графічної роботи є:

- співвідношення пліч 1-го важеля: $u_1 =$;

- співвідношення пліч 2-го важеля: $u_2 =$;

- довжина плеча важеля 3: $h_3 = 0,1 \text{ м}$;

- вага великої гирі $Q_6 = 1 \text{ кг} \approx 10 \text{ Н}$;

- вага малої гирі $Q_M = 0,1 \text{ кг} \approx 1 \text{ Н}$.

Порядок виконання

Зусилля в тягах 4 і 5 визначаються за формулами (3) та (4)

$$F_4 =$$

$$F_5 =$$

Для визначення співвідношення пліч 3-го важеля спочатку визначаємо загальне співвідношення пліч послідовно з'єднаних важелів за формулою (7)

$$u_{\text{заг}} =$$

після чого за формулою (8)

$$u_3 =$$

Початкове положення великої та малої гир визначається з умов рівноваги платформи залізничних вагів ($Q = 10 \text{ кН}$). Відстань h_3^* знаходимо за формулою (9)

$$h_3^* =$$

Для виконання тарування планки великої гирі необхідно знайти поточні значення її переміщення зі збільшенням ваги вантажу, що зважується, при розташуванні малої гирі в початковому положенні.

Отже, для врівноваження 3-го важеля при збільшенні ваги вантажу на 2 кН ($Q = 12 \text{ кН}$) необхідно перемістити велику гирю на відстань $\Delta h_{1\epsilon}$ від її початкового положення. Для знаходження цієї відстані необхідно визначити зусилля у тязі 5 ($F_{5\epsilon 1}^*$) та відстань $h_{3\epsilon 1}^{**}$.

Зусилля $F_{5\epsilon 1}^*$ знаходимо з використанням формули (5)

$$F_{5\epsilon 1}^* =$$

Формула для визначення відстані $h_{3\epsilon 1}^{**}$, на якій розташована велика гиря від осі обертання 3-го важеля, отримується з рівняння рівноваги цього важеля, а саме

$$F_{5\epsilon 1}^* \cdot h_3 - Q_M \cdot h_3^* - Q_\epsilon \cdot h_{3\epsilon 1}^{**} = 0, \quad (10)$$

звідки

$$h_{3\epsilon 1}^{**} = \frac{F_{5\epsilon 1}^* \cdot h_3 - Q_M \cdot h_3^*}{Q_\epsilon}, \quad (11)$$

$$h_{3\epsilon 1}^{**} =$$

Переміщення великої гирі від лівого початкового положення при збільшенні вантажу на 2 кН визначається за формулою

$$\Delta h_{1\epsilon} = h_{3\epsilon 1}^{**} - h_3^*, \quad (12)$$

$$\Delta h_{1\epsilon} =$$

Для врівноваження 3-го важеля при збільшенні ваги вантажу на 4 кН ($Q = 14 \text{ кН}$) необхідно перемістити велику гирю на відстань $\Delta h_{2\epsilon}$ від її початкового положення. Для знаходження цієї відстані необхідно визначити зусилля у тязі 5 ($F_{5\epsilon 2}^*$) та відстань $h_{3\epsilon 2}^{**}$.

Зусилля $F_{5\epsilon 2}^*$ знаходимо з використанням формули (5)

$$F_{5\epsilon 2}^* =$$

Формула для визначення відстані $h_{3\epsilon 2}^{**}$, на якій розташована велика гиря від осі обертання 3-го важеля, отримується з рівняння рівноваги цього важеля, а саме

$$F_{5\epsilon 2}^* \cdot h_3 - Q_M \cdot h_3^* - Q_\epsilon \cdot h_{3\epsilon 2}^{**} = 0, \quad (13)$$

звідки

$$h_{3\epsilon 2}^{**} = \frac{F_{5\epsilon 2}^* \cdot h_3 - Q_M \cdot h_3^*}{Q_\epsilon}, \quad (14)$$

$$h_{3\epsilon 2}^{**} =$$

Переміщення великої гирі від лівого початкового положення при збільшенні вантажу на 4 кН визначається за формулою

$$\Delta h_{2\epsilon} = h_{3\epsilon 2}^{**} - h_3^*, \quad (15)$$

$$\Delta h_{2\epsilon} =$$

Правильність виконаних розрахунків контролюється з порівняння отриманих величин $\Delta h_{1в}$ та $\Delta h_{2в}$, а саме, якщо $\Delta h_{2в}$ у 2 рази більше $\Delta h_{1в}$, то проведені розрахунки слід вважати правильними.

Для виконання тарування планки малої гирі необхідно знайти поточні значення її переміщення зі збільшенням ваги вантажу, що зважується, при розташуванні великої гирі в початковому положенні.

Отже, для врівноваження 3-го важеля при збільшенні ваги вантажу на $0,2 \text{ кН}$ ($Q = 10,2 \text{ кН}$) необхідно перемістити малу гирю на відстань $\Delta h_{1м}$ від її початкового положення. Для знаходження цієї відстані необхідно визначити зусилля у тязі 5 ($F_{5м1}^*$) та відстань $h_{3м1}^{**}$.

Зусилля F_5^* знаходимо з використанням формули (5)

$$F_{5м1}^* =$$

Формула для визначення відстані $h_{3м1}^{**}$, на якій розташована мала гиря від осі обертання 3-го важеля, отримується з рівняння рівноваги цього важеля, а саме

$$F_{5м1}^* \cdot h_3 - Q_m \cdot h_{3м1}^{**} - Q_b \cdot h_3^* = 0, \quad (16)$$

звідки

$$h_{3м1}^{**} = \frac{F_{5м1}^* \cdot h_3 - Q_b \cdot h_3^*}{Q_m}, \quad (17)$$

$$h_{3м1}^{**} =$$

Переміщення великої гирі від лівого початкового положення при збільшенні вантажу на $0,2 \text{ кН}$ визначається за формулою

$$\Delta h_{1M} = h_{3M1}^{**} - h_3^*, \quad (18)$$

$$\Delta h_{1M} =$$

Для врівноваження 3-го важеля при збільшенні ваги вантажу на $0,4 \text{ кН}$ ($Q = 10,4 \text{ кН}$) необхідно перемістити малу гирю на відстань Δh_{M2} від її початкового положення. Для знаходження цієї відстані необхідно визначити зусилля у тязі 5 (F_{5M2}^*) та відстань h_{3M2}^{**} .

Зусилля F_5^* знаходимо з використанням формули (5)

$$F_{5M2}^* =$$

Формула для визначення відстані h_{3M2}^{**} , на якій розташована мала гиря від осі обертання 3-го важеля, отримується з рівняння рівноваги цього важеля, а саме

$$F_{5M2}^* \cdot h_3 - Q_M \cdot h_{3M2}^{**} - Q_6 \cdot h_3^* = 0, \quad (19)$$

звідки

$$h_{3M2}^{**} = \frac{F_{5M2}^* \cdot h_3 - Q_6 \cdot h_3^*}{Q_M}, \quad (20)$$

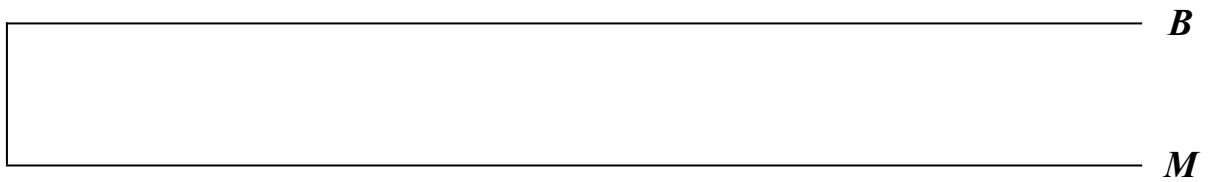
$$h_{3M2}^{**} =$$

Переміщення великої гирі від лівого початкового положення при збільшенні вантажу на $0,4 \text{ кН}$ визначається за формулою

$$\Delta h_{2M} = h_{3M2}^{**} - h_3^*, \quad (21)$$

$$\Delta h_{2M} =$$

Правильність виконаних розрахунків контролюється з порівняння отриманих величин Δh_{1M} та Δh_{2M} , а саме, якщо Δh_{2M} у 2 рази більше Δh_{1M} , то проведені розрахунки слід вважати правильними.



B – планка для великої гирі,

M – планка для малої гирі.

Рисунок 3 - Тарування планок великої та малої гир

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1 Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 1984. – Ч.1,2.

2 Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – 10-е-изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 416 с.

