

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ**

Кафедра «Автомобільний транспорт»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ».
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ
6.070101 «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ
(ЗА ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ)»)**

1/50-2014-04

Горлівка — 2014

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор АДІ ДонНТУ
М. М. Чальцев
—.—.2014

Кафедра «Автомобільний транспорт»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ».
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ
6.070101 «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ
(ЗА ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ)»)**

1/50-2014-04

РЕКОМЕНДОВАНО

Протокол засідання
Навчально-методичної комісії
факультету «Транспортні
технології»
12.02.2014 №3

РЕКОМЕНДОВАНО

Протокол засідання
кафедри «Автомобільний
транспорт»
24.12.2013 №3

УДК 629.015 (076)

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Експлуатаційні властивості транспортних засобів». (Для студентів напряму підготовки 6.070101 «Транспортні технології (за видами транспорту)») [Електронний ресурс] / укладачі В. Г. Цокур, А. В. Хімченко, Д. Ю. Приходченко.— Електрон. дані.— Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2014.— 33 с.

Викладено методики проведення експериментів і порядок обробки результатів вимірювань. Наведено схеми й опис лабораторного обладнання. Надані методичні рекомендації щодо освоєння теоретичних питань пов'язаних з темами лабораторних робіт та питання для самоконтролю.

Лабораторні роботи виконуються студентами денної та заочної форми навчання при вивченні дисципліни «Експлуатаційні властивості транспортних засобів».

Укладачі:

Цокур В. Г., к. т. н., доц.
Хімченко А. В., к. т. н., доц.
Приходченко Д. Ю., ст. викладач

Відповідальний за випуск:

Міщенко М. І., д. т. н., проф.

Рецензент:

Дугельний В. М., к. т. н., доц.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП	6
1 РАДІУСИ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА (ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1)	7
1.1 Теоретична підготовка до роботи	7
1.2 Експериментальна частина	7
1.2.1 Методика проведення експерименту	8
1.2.2 Порядок виконання роботи	9
1.2.3 Обробка експериментальних даних	10
1.3 Вміст звіту	11
1.4 Контрольні питання	11
2 ВЗАЄМОДІЯ КОЛЕСА З ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ (ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2)	12
2.1 Теоретична підготовка до роботи	12
2.2 Експериментальна частина	13
2.2.1 Методика проведення експерименту	13
2.2.2 Порядок виконання роботи	14
2.2.3 Обробка експериментальних даних	16
2.3 Вміст звіту	16
2.4 Контрольні питання	16
3 ЗЧЕПЛЕННЯ КОЛЕСА З ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ (ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3)	18
3.1 Теоретична підготовка до роботи	18
3.2 Експериментальна частина	19
3.2.1 Методика проведення експерименту	19
3.2.2 Порядок виконання роботи	20
3.2.3 Обробка експериментальних даних	21
3.3 Вміст звіту	21
3.4 Контрольні питання	23
4 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ АВТОМОБІЛЯ (ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4)	24
4.1 Теоретична підготовка до роботи	24
4.2 Експериментальна частина	25
4.2.1 Методика проведення експерименту	25

4.2.2	Порядок виконання роботи	28
4.2.3	Обробка експериментальних даних	30
4.3	Вміст звіту	31
4.4	Контрольні питання	31

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	33
-------------------------	-----------

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

$\delta_{вр}$	— коефіцієнт урахування мас, що обертаються;
φ	— коефіцієнт зчеплення;
f	— коефіцієнт опору кочення;
g	— прискорення вільного падіння;
G_a	— вага візка з додатковим навантаженням;
\dot{j}_a	— прискорення автомобіля;
P_f	— сила опору кочення;
P_j	— сила інерції;
P_Z	— вертикальне навантаження на колесо;
P_B	— сили опору повітряного середовища;
$P_{дин}$	— показання динамометра;
P_{II}	— сила опору підйому;
$P_{зч}$	— сила зчеплення коліс з дорогою;
P_T	— сила тяги;
m_0	— маса візка;
m_a	— маса автомобіля;
m_B	— маса вантажів;
n	— кількість обертів, зроблена колесом;
S	— шлях, що проходить колесо;
S_T	— гальмівний шлях автомобіля;
t	— час вільного вибігу;
V_a	— початкова швидкість автомобіля;
E_k	— кінетична енергія автомобіля;
A_T	— робота сил тертя при гальмуванні;
L	— база автомобіля, м;
B	— колія автомобіля, м;
R_{Z1}	— проекція на вісь Z реакції дороги на колеса передньої осі, Н;
m_a	— маса автомобіля, кг;
a	— відстань від передньої осі автомобіля до лінії дії ваги автомобіля, м;
b	— відстань від задньої осі автомобіля до лінії дії ваги автомобіля, м;
$a_{см}$	— зсув реакцій R_1 та R_2 опорної поверхні на колеса передньої і задньої осі, м;
h_g	— висота центра ваги, м;
$r_{ст}$	— статичний радіус шини, м;
α	— кут нахилу опорної поверхні.

ВСТУП

На цей час теорія експлуатаційних властивостей автомобілів, набула широкого розвитку у всьому світі. Великий вклад в її розвиток внесли радянські вчені, а в їх складі й українські. Теоретичні здобутки дозволяють створювати транспортні засоби, які відповідають найвищим вимогам до них в експлуатації. Це стосується і якості транспортного процесу, і безпеки дорожнього руху, і надійності транспортних засобів. Важливі практичні результати досягнуті завдяки, насамперед, розумінню тих елементарних процесів, що супроводжують рух автомобіля. Це завдання — одне з основних, що стоять перед студентами при вивченні експлуатаційних властивостей транспортних засобів.

Методичні вказівки для лабораторних робіт з дисципліни «Експлуатаційні властивості транспортних засобів» покликані допомогти студенту засвоїти навчальний матеріал щодо взаємодії пружного деформованого колеса з опорною поверхнею. Розуміння питань кінематики й динаміки колеса дозволить в подальшому розібратися в процесах, що обумовлюють тягові й гальмові властивості транспортних засобів, їх керованість, стійкість, плавність руху та прохідність.

Методичні вказівки не несуть у собі теоретичної інформації, яка у повному обсязі викладена у відповідних підручниках, а, в першу чергу, допомагають дістати навички роботи із спеціальною літературою та навчитися на практиці з належною достовірністю визначати вплив тих чи інших факторів на параметри, що характеризують взаємодію колеса з дорогою.

При виконанні робіт слід звернути увагу на методику проведення експерименту, в якій подано його основні принципи, та на чітко викладений у кожній роботі порядок її виконання. Це дозволить швидко та з найменшою кількістю помилок виконати й захистити лабораторні роботи.

1 РАДІУСИ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА (ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1)

Мета роботи: вивчити радіуси автомобільного колеса та фактори, що впливають на їхню величину.

Задачі роботи:

1. Ознайомитися з поняттями про вільний, статичний, динамічний і кінематичний радіуси колеса.
2. Обумовити вплив різних факторів на статичний і кінематичний радіуси колеса.

Обладнання: візок динамометричний, рулетка, крейда, манометр, насос пневматичний, набір вантажів.

1.1 Теоретична підготовка до роботи

Дати відповіді на питання:

1. Що називається вільним радіусом колеса? Фактори, що впливають на величину вільного радіуса колеса. Як визначити величину вільного радіуса колеса? [1, с. 21–22; 2, с. 11].

2. Що називається статичним радіусом колеса? Фактори, що впливають на величину статичного радіуса колеса. Як визначити величину статичного радіуса колеса? [1, с. 21; 2, с. 11; 3, с. 22–23].

3. Що називається динамічним радіусом колеса? Фактори, що впливають на величину динамічного радіуса колеса. Як визначити величину динамічного радіуса колеса? [1, с. 22–23; 2, с. 11; 3, с. 22–23].

4. Що називається кінематичним радіусом колеса? Фактори, що впливають на величину кінематичного радіуса колеса. Як визначити величину кінематичного радіуса колеса? [1, с. 23; 2, с. 11; 3, с. 22–23].

5. Що називається пружним проковзуванням і сковзанням колеса? [2, с. 13].

Навести у звіті:

1. Визначення радіусів автомобільного колеса.
2. Залежність для визначення статичного радіуса колеса.
3. Графічну залежність кінематичного радіуса колеса від прикладеного моменту.

1.2 Експериментальна частина

Лабораторна робота виконується за допомогою динамометричного візка, схема якого представлена на рисунку 1.1.

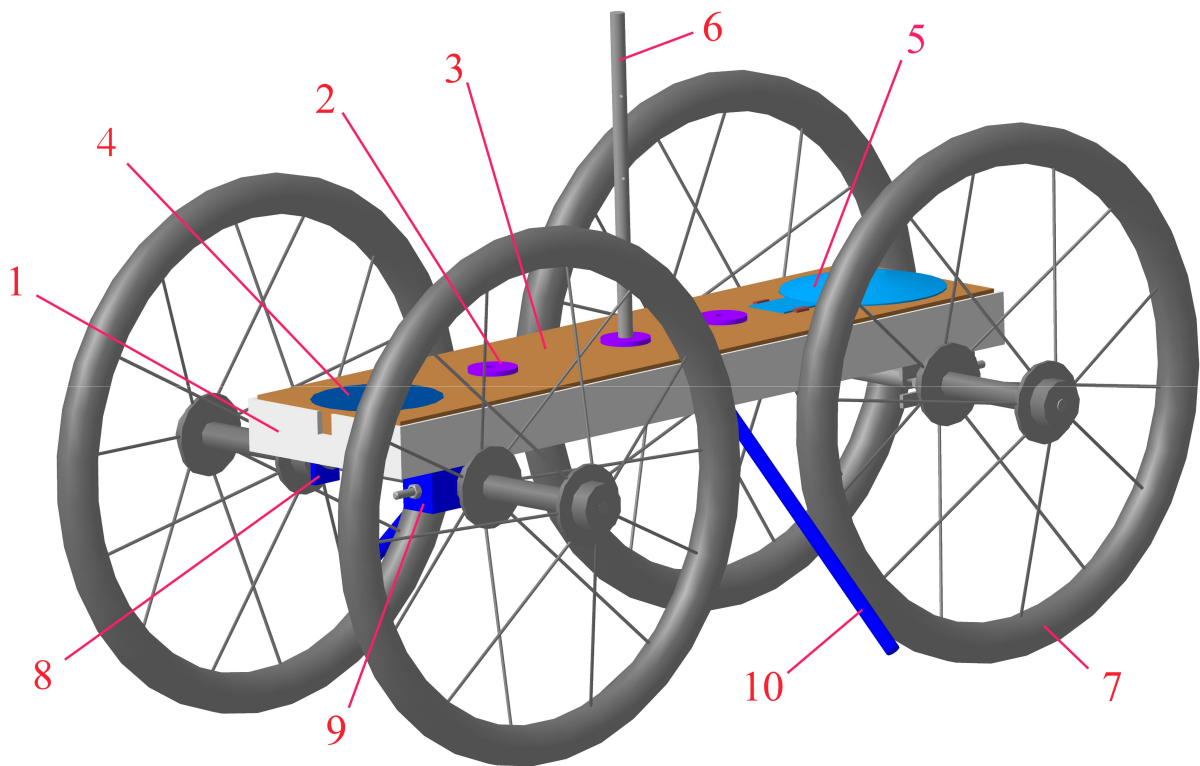


Рисунок 1.1 — Візок динамометричний

Візок складається з корпусу 1, до якого за допомогою кріпильних втулок 2 підтискується платформа 3. У платформі є фасонні отвори для встановлення динамометрів 4 і 5.

Для встановлення вантажів використовується шток 6, що вкручується в одну із кріпильних втулок. Висоту розташування вантажів можна змінювати, фіксуючи їхнє положення за допомогою штифта, що встановлюється в отвори осі вантажів.

Візок взаємодіє з опорною поверхнею чотирма колесами 7 на пневматичних шинах. Колеса встановлені на двох осях, які, у свою чергу, закріплені в опорах 8 і 9 візка. Опори 9 являються регульованими та дозволяють забезпечити прямолінійний рух візка по горизонтальній поверхні. Для запобігання бічного перекидання візка використовується опора 10.

1.2.1 Методика проведення експерименту

З достатньою точністю кінематичний радіус колеса (радіус кочення колеса) можна визначити методом крейдових відбитків.

Суть методу полягає в наступному. Визначається середня довжина шляху, що проходить колесо за один оберт. Якщо колесо, пройшовши шлях S , залишить на опорній поверхні $n + 1$ відбитків (рис. 1.2), то шлях, який пройшло колесо за

один оберт (по суті, довжина окружності колеса),

$$l_{\text{окр}} = \frac{S}{n}$$

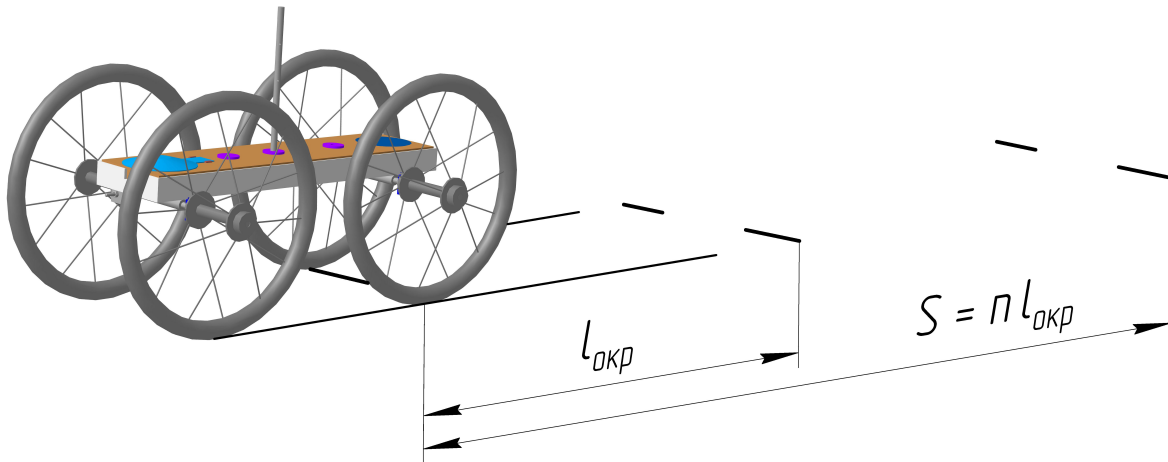


Рисунок 1.2 — Схема визначення середньої довжини шляху, що проходить колесо за один оберт

З огляду на геометричне співвідношення, що зв'язує довжину окружності з радіусом r ,

$$l_{\text{окр}} = 2\pi r. \quad (1.1)$$

можна визначити кінематичний радіус колеса

$$r_{\text{к}} = \frac{l_{\text{окр}}}{2\pi}.$$

Слід зазначити, що довжина окружності, яка буде визначена по відбитках на опорній поверхні не є реальною довжиною окружності колеса (бігової доріжки шини) і може суттєво відрізнятися від неї. Різниця залежить від проковзування та сковзання коліс візка і, саме тому, таким чином можливо визначити лише кінематичний радіус, а не, наприклад, динамічний.

1.2.2 Порядок виконання роботи

1. Установити в колесах візка максимальний тиск повітря (140...160 кПа).
2. Покласти на платформу візка вантаж відповідної маси.
3. Виміряти статичний радіус коліс. Результати вимірювань занести в таблицю 1.1.
4. Задатися кількістю обертів коліс.

Таблиця 1.1 — Експериментальні дані та результати розрахунку

Умови експерименту			$r_{ст}, м$	Передні (задні) колеса			
Тиск повітря в шинах, кПа	Маса вантажу, кг	Кількість обертів колеса		Праве		Ліве	
				$S, м$	$r_k, м$	$S, м$	$r_k, м$

5. Зробити крейдою мітки на протекторах шин правого та лівого коліс і на підлозі.

6. Установити візок на початок ділянки шляху таким чином, щоб мітки збігалися.

7. Буксирувати візок з невеликою постійною швидкістю, підраховуючи оберти коліс.

8. Після виконання колесами заданої кількості обертів, по мітках, що залишені на підлозі, уточнити кількість обертів колеса та шлях, пройдений кожним колесом.

9. Виміряти шлях, пройдений кожним колесом (відстань між кінцевими мітками).

10. Повторити пункти 3...9 три рази. Визначити середню величину пройде-ного шляху та занести результат у таблицю 1.1.

11. Змінити масу вантажу та повторити пункти 3...10.

12. Зменшити тиск повітря в колесах візка й повторити пункти 2...11.

1.2.3 Обробка експериментальних даних

За даними табл. 1.1 визначимо величину кінематичного радіуса колеса за наступною залежністю:

$$r_k = \frac{S}{2\pi n}, \text{ м,}$$

де S — шлях, що проходить колесо, м;
 n — кількість обертів, що зроблені колесом.
Результати розрахунку занести в таблицю 1.1.

1.3 Вміст звіту

1. Порядковий номер лабораторної роботи.
2. Тема роботи.
3. Мета та задачі роботи.
4. Перелік необхідного обладнання.
5. Відповіді на питання, зазначені в розділі «Теоретична підготовка до роботи».
6. Порядок виконання експерименту.
7. Результати експерименту й обробки експериментальних даних у вигляді таблиці.
8. Приклад виконання розрахунку для одного експерименту.
9. Висновок, у якому на основі експериментальних даних виконати аналіз впливу різних факторів на величину кінематичного радіуса.

1.4 Контрольні питання

1. Поясніть що називається вільним радіусом автомобільного колеса.
2. Від чого залежить величина вільного радіуса колеса?
3. Поясніть що називається статичним радіусом колеса.
4. Від чого залежить величина статичного радіуса колеса?
5. Що називається динамічним радіусом автомобільного колеса?
6. Від чого залежить величина динамічного радіуса колеса?
7. Поясніть що називається кінематичним радіусом (радіусом кочення) автомобільного колеса.
8. Від чого залежить величина кінематичного радіуса колеса?
9. Яке колесо називається веденим?
10. Яке колесо називається ведучим?
11. Що називається пружним проковзуванням колеса?
12. Що називається ковзанням колеса?
13. Зобразить і пояснить графік залежності радіуса кочення колеса від переданого моменту.
14. Опишіть експериментальний метод визначення величини радіуса кочення колеса.

2 ВЗАЄМОДІЯ КОЛЕСА З ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ (ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2)

Мета роботи: вивчити процеси взаємодії коліс з опорною поверхнею при коченні колеса в різних експлуатаційних умовах.

Задачі роботи:

1. Навчитися аналізувати процеси взаємодії коліс з опорною поверхнею при різних умовах кочення.

2. Визначити конструктивні та експлуатаційні фактори, що впливають на взаємодію колеса і опорної поверхні. Визначити характер їх впливу в різних дорожніх умовах.

Обладнання: візок динамометричний, насос, манометр, набір вантажів, зразки різних опорних поверхонь.

2.1 Теоретична підготовка до роботи

Дати відповіді на питання:

1. Як виникає момент опору коченню еластичного колеса при коченні по твердій поверхні? [1, с. 23–25; 2, с. 15–16].

2. Які процеси сприяють виникненню моменту опору коченню твердого колеса на деформованій поверхні? [1, с. 25–27].

3. Як виникає момент опору коченню еластичного колеса при коченні по дорозі, що деформується? [1, с. 28].

4. Що являє собою коефіцієнт опору коченню? Яка його фізична суть? [1, с. 23–28].

5. Що називається силою опору коченню? [1, с. 23].

6. Які існують методи випробувань шин, їх переваги та недоліки? [6, с. 103–112].

7. Як змінюється коефіцієнт опору коченню в залежності від таких експлуатаційних та конструктивних факторів як: тип покриття дороги та її стан; швидкість руху транспортного засобу; тиск повітря в шині; розмір крутного моменту, що підведений до колеса; нахил колеса до вертикалі та кочення з бічним відведенням; температури шини; навантаження на колесо; товщина протектора; діаметр колеса; ширини колеса; співвідношення H/B ; будова каркаса та якість матеріалів? [1, с. 23–35; 2, с. 35–37; 5, с. 266–273].

8. Які значення може діставати коефіцієнт опору коченню в залежності від типу покриття дороги та її стану? [1, с. 32–33; 2, с. 37; 4, с. 8; 5, с. 267–269].

Навести у звіті:

1. Визначення коефіцієнта опору коченню.

2. Теоретичну залежність для визначення коефіцієнта опору коченню колеса.

3. Схему сил, які діють на еластичне колесо при коченні по дорозі, що деформується. Пояснення до схеми.

4. Значення коефіцієнта опору коченню в залежності від типу покриття дороги та її стану.

2.2 Експериментальна частина

Лабораторна робота виконується за допомогою динамометричного візка, опис якого надано в лабораторній роботі №1.

2.2.1 Методика проведення експерименту

Коефіцієнт опору коченню експериментальним шляхом визначається: методом буксирування візка, на стенді з біговими барабанами або методом вибігу.

Метод вибігу використовується у випадку, якщо слід визначити коефіцієнт опору коченню шин встановлених на автомобілі для конкретних дорожніх умов. Розглянемо суть цього методу.

На початку експерименту автомобіль повинен рухатися з постійною швидкістю не більше 15–16 км/год на горизонтальній ділянці дороги. При проходженні позначки на дорозі водій повинен швидко вимкнути зчеплення та поставити важіль коробки переключення передач в нейтральне положення. У той самий час вмикається секундомір та вимірюється час вільного вибігу автомобіля до повної зупинки.

Коефіцієнт опору кочення можемо знайти з рівняння силового балансу автомобіля

$$P_T = P_{\Pi} + P_f + P_v + P_j, \quad (2.1)$$

де P_T — сила тяги;

P_{Π} — сила опору підйому;

P_f — сила опору кочення;

P_v — сили опору повітряного середовища;

P_j — сила інерції.

Згідно умовам експерименту під час вибігу $P_T = 0$, $P_{\Pi} = 0$. Силою опору повітряного середовища на малих швидкостях можна знехтувати та вважати $P_v = 0$.

Враховуючи напрям дії сили інерції, рівняння (2.1) має вигляд:

$$P_j = P_f \Leftrightarrow m_a j_a \delta_{вр} = f m_a g, \quad (2.2)$$

де m_a — маса автомобіля;

$\delta_{вр}$ — коефіцієнт урахування мас, що обертаються;
 j_a — прискорення автомобіля;
 f — коефіцієнт опору кочення;
 g — прискорення вільного падіння.

Маючи значення початкової швидкості V_a автомобіля та час вільного вибігу t до повної зупинки, можна знайти його прискорення:

$$j_a = \frac{V_a}{t},$$

а з рівняння (2.2) — величину коефіцієнта f .

При виконанні лабораторної роботи коефіцієнт опору коченню може бути визначений *методом буксирування візка*.

Візок за допомогою тросика, що закріплений за динамометр, буксирується по різних горизонтальних поверхнях рівномірно, тобто з постійною швидкістю. Швидкість буксирування повинна бути невеликою — не більше 2...3 м/с. Під час буксирування необхідно динамометром визначити силу P_T , яка прикладається до візка для його переміщення.

Згідно з рівнянням силового балансу (2.1) для візка сила тяги P_T використовується для подолання сили опору підйому $P_{п}$, сили опору кочення P_f , сили опору повітряного середовища P_v та сили інерції P_j .

Враховуючи те, що при рівномірному русі $P_j = 0$, на горизонтальній поверхні $P_{п} = 0$, а на малих швидкостях силою опору повітряного середовища можна зневажити, отримуємо

$$P_T = P_f.$$

За визначенням $P_f = fP_Z$ (де P_Z — вертикальне навантаження на колесо). Для візка в цілому $P_Z = G_a$ — вазі візка з додатковим навантаженням.

Таким чином, щоб отримати значення коефіцієнту опору коченню коліс, достатньо знати силу тяги та повну вагу візка. Сумарний коефіцієнт опору коченню коліс розраховується за залежністю

$$f = \frac{P_f}{P_Z}.$$

Слід зазначити, що таким методом ми не враховуємо кінематичну складову коефіцієнта опору коченню: сила тяги підведена не до коліс, а до крюка динамометра, і, відповідно, крутний момент на колесах відсутній.

2.2.2 Порядок виконання роботи

1. Установити в колесах візка максимальний тиск повітря (140...160 кПа).
2. Установити візок на тверду поверхню.

3. Покласти на платформу візка вантаж відповідної маси m_B .
4. Буксирувати візок з невеликою постійною швидкістю та визначити показання динамометра $P_{дин}$. Результати виміру занести в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Експериментальні дані та результати розрахунку

Умови експерименту				Показання динамометра $P_{дин}$, кг	Коефіцієнт опору коченню f	
Тип поверхні	Тиск повітря, кПа	Маса				
		візка m_0 , кг	вантаж m_B , кг			
Тверда						
Піщана						

5. Змінити масу вантажу та повторити пункт 4.
6. Перемінити дорожні умови та повторити пункти 3...5.
7. Змінити тиск повітря в шинах і повторити пункти 2...6.

2.2.3 Обробка експериментальних даних

Чисельне значення коефіцієнта опору коченню визначається відповідно до порядку виконання роботи за залежністю

$$f = \frac{P_{\text{дин}}g}{(m_0 + m_{\text{в}})g} = \frac{P_{\text{дин}}}{m_0 + m_{\text{в}}}, \quad (2.3)$$

де $P_{\text{дин}}$ — показання динамометра, кг;

m_0 — маса візка, кг;

$m_{\text{в}}$ — маса вантажів, кг.

Результати розрахунків заносяться в таблицю 2.1.

2.3 Вміст звіту

1. Порядковий номер лабораторної роботи.
2. Тема роботи.
3. Мета та задачі роботи.
4. Перелік необхідного обладнання.
5. Відповіді на питання зазначені в розділі «Теоретична підготовка до роботи».
6. Порядок виконання експерименту.
7. Результати експерименту й обробки експериментальних даних у вигляді таблиці.
8. Приклад виконання розрахунку для одного експерименту.
9. Графік залежності коефіцієнта опору кочення f на піщаній поверхні від маси візка з вантажем при різному тиску повітря.
10. Висновок, у якому на основі експериментальних даних проаналізувати вплив різних факторів на величину коефіцієнта опору коченню колеса.

2.4 Контрольні питання

1. Поясніть як виникає опір коченню колеса.
2. Поясніть появу моменту опору коченню колеса.
3. Дайте визначення коефіцієнту опору коченню колеса.
4. Запишіть формулу визначення коефіцієнта опору коченню колеса.
5. Назвіть методи визначення коефіцієнта опору коченню колеса, їх переваги та недоліки.
6. Опишіть порядок визначення коефіцієнта опору коченню колеса методом вибігу.

7. Опишіть порядок визначення коефіцієнта опору коченню колеса методом буксирування.
8. Перелічить та проаналізуйте фактори, що впливають на величину коефіцієнта опору коченню колеса.
9. Формула визначення сили опору коченню.
10. Назвіть шляхи зниження коефіцієнта опору коченню колеса.
11. Проаналізуйте вплив коефіцієнта опору коченню колеса на тягові показники автомобіля.
12. Назвіть порядок величин коефіцієнта опору коченню колеса для доріг з різними покриттями.

З ЗЧЕПЛЕННЯ КОЛЕСА З ОПОРНОЮ ПОВЕРХНЕЮ (ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3)

Мета роботи: навчитися аналізувати процеси взаємодії коліс з опорною поверхнею, що забезпечують зчеплення колеса при коченні або гальмуванні в різних експлуатаційних умовах.

Задачі роботи:

1. Ознайомитися з поняттям «коефіцієнт зчеплення».
2. Визначити вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на зчеплення колеса й опорної поверхні. Обумовити характер їх впливу на різних дорожніх покриттях.
3. Ознайомитися з експериментальними методами визначення коефіцієнта зчеплення.

Обладнання: візок динамометричний, насос, манометр, набір вантажів, зразки різних опорних поверхонь, гальмовий пристрій.

3.1 Теоретична підготовка до роботи

Дати відповіді на питання:

1. Які елементарні сили визначають граничні значення поздовжньої реакції опорної поверхні R_x , що діє на колесо в площині контакту? [1, с. 35–37; 2, с. 12–20; 5, с. 274–276].
2. Що являє собою коефіцієнт поздовжнього зчеплення колеса з опорною поверхнею? Його фізична суть? [1, с. 36–37; 5, с. 274–275].
3. Як впливає на коефіцієнт зчеплення проковзування та буксування колеса? [1, с. 36; 5, с. 274; 6, с. 164–165].
4. У чому полягає суть явища аквапланування? [1, с. 37; 5, с. 277–279; 6, с. 170–173].
5. Які існують методи випробувань шин? Їх переваги та недоліки? [7, с. 103–112].
6. Як змінюється коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в залежності від таких експлуатаційних та конструктивних факторів як: тип покриття дороги та її стан, швидкості руху транспортного засобу, тиск повітря в шині, розмір крутного моменту, що підведений до колеса, температури шини, навантаження на колесо, товщина протектора, діаметр колеса, ширини колеса, насиченість рисунка протектора та ін.? [1, с. 37–38; 2, с. 20–25; 5, с. 275–280; 6, с. 167–174].
7. Які значення може діставати коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою в залежності від типу покриття дороги та її стану? [1, с. 37; 2, с. 25; 4, с. 8; 5, с. 274–276; 6, с. 171].

Навести у звіті:

1. Визначення коефіцієнта зчеплення колеса з опорною поверхнею.

2. Теоретичну залежність коефіцієнта зчеплення від проковзування та буксування колеса.

3. Значення коефіцієнта зчеплення в залежності від типу покриття дороги та її стану.

3.2 Експериментальна частина

Лабораторна робота виконується за допомогою динамометричного візка, опис якого надано в лабораторній роботі №1.

3.2.1 Методика проведення експерименту

Коефіцієнт зчеплення експериментальним шляхом визначається методом буксирування візка, на стенді з біговими барабанами або методом екстреного гальмування.

Метод екстреного гальмування використовується у випадку, якщо слід визначити коефіцієнт зчеплення шин, встановлених на автомобілі, для конкретних дорожніх умов і дозволяє одержати максимальне значення коефіцієнта або значення коефіцієнта при 100 %-му ковзанні. Розглянемо суть цього методу у його спрощеному вигляді.

На початку експерименту автомобіль повинен рухатися з постійною швидкістю на горизонтальній ділянці дороги. Якщо швидкість не більше 15...16 км/год, можна буде знехтувати силою опору повітряного середовища. При проходженні позначки на дорозі водій повинен екстрено загальмувати автомобіль з відключеною трансмісією. Після повної зупинки вимірюється гальмівний шлях S_T автомобіля.

Згідно з законом збереження енергії кінетична енергія E_K автомобіля буде переведена в теплову завдяки роботі A_T сил тертя при гальмуванні. Таким чином можна записати

$$E_K = A_T \Leftrightarrow \frac{m_a V_a^2}{2} = P_{зч} S_T, \quad (3.1)$$

де V_a^2 — початкова швидкість автомобіля; $P_{зч}$ — сила зчеплення коліс з дорогою, яка, за визначенням,

$$P_{зч} = \varphi_x P_Z = \varphi_x G_a = \varphi_x m_a g, \quad (3.2)$$

де P_Z — вертикальне навантаження на колесо, яке для візка у цілому дорівнює G_a — вазі візка з додатковим навантаженням.

Підставивши (3.2) у (3.1), маємо залежність для експериментального визначення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою визначеним способом:

$$\varphi_x = \frac{V_a^2}{2gS_T}, \quad (3.3)$$

де усі значення величин повинні бути приведені до міжнародної системи вимірювань SI [10, 11].

Маючи значення початкової швидкості V_a автомобіля та його гальмівний шлях, можна знайти значення φ_x .

Якщо під час експерименту колеса автомобіля були повністю заблоковані, то визначено φ_x при 100 %-му ковзанні, а при гальмуванні на межі блокування — максимальне значення.

Отримане таким чином значення коефіцієнта зчеплення декілька занижене, оскільки не враховувався час спрацювання гальмівної системи та час наростання уповільнення.

При виконанні лабораторної роботи коефіцієнт зчеплення коліс з опорною поверхнею може бути визначений методом буксирування візка.

Візок за допомогою тросика, що закріплений за динамометр, буксирується по різних горизонтальних поверхнях рівномірно, тобто з постійною швидкістю. При цьому колеса візка повинні бути заблоковані гальмівним пристроєм. Швидкість буксирування повинна бути невеликою — не більше 2...3 м/с. Під час буксирування необхідно динамометром визначити силу P_T , яка прикладається до візка для його переміщення.

У цьому випадку сила тяги P_T використовується для подолання сили зчеплення коліс з опорною поверхнею. Згідно з рівнянням (3.2)

$$P_T = \varphi_x G_a \Rightarrow \varphi_x = \frac{P_T}{G_a}. \quad (3.4)$$

Для випадку застосування динамометра з вимірюванням сили тяги в кГс

$$\varphi_x = \frac{P_T}{m_a}. \quad (3.5)$$

Слід зазначити, що таким методом ми одержуємо значення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою при 100 %-му ковзанні.

3.2.2 Порядок виконання роботи

1. Установити в колесах візка максимальний тиск повітря (140...160 кПа).
2. Установити візок на тверду поверхню.

3. Заблокувати колеса гальмовим пристроєм.
4. Покласти на платформу візка вантаж відповідної маси m_b .
5. Буксирувати візок з невеликою постійною швидкістю та визначити показання динамометра $P_{\text{дин}}$. Результати виміру занести в таблицю 3.1.
6. Змінити масу вантажу та повторити пункт 5.
7. Перемінити дорожні умови та повторити пункти 3...6.
8. Змінити тиск повітря в шинах і повторити пункти 2...7.

3.2.3 Обробка експериментальних даних

Чисельне значення коефіцієнта зчеплення визначається відповідно до порядку виконання роботи за залежністю

$$\varphi = \frac{P_{\text{дин}}g}{(m_0 + m_b)g} = \frac{P_{\text{дин}}}{m_0 + m_b}, \quad (3.6)$$

де $P_{\text{дин}}$ — показання динамометра, кг;

m_0 — маса візка, кг;

m_b — маса вантажів, кг.

У разі, якщо при проведенні експерименту блокувалися лише колеса однієї осі, то враховуючи відповідне навантаження на вісь отримуємо

$$\varphi = \frac{P_{\text{дин}}}{0,5(m_0 + m_b)}. \quad (3.7)$$

Результати розрахунків заносяться в таблицю 3.1.

3.3 Вміст звіту

1. Порядковий номер лабораторної роботи.
2. Тема роботи.
3. Мета та задачі роботи.
4. Перелік необхідного обладнання.
5. Відповіді на питання зазначені в розділі «Теоретична підготовка до роботи».
6. Порядок виконання експерименту.
7. Результати експерименту й обробки експериментальних даних у вигляді таблиці.
8. Приклад виконання розрахунку для одного експерименту.
9. Графік залежності коефіцієнта зчеплення φ від тиску повітря на різних типах поверхні.

Таблиця 3.1 — Експериментальні дані та результати розрахунку

Умови експерименту				Показання динамометра $P_{дин}$, кг	Коефіцієнт опору коченню f
Тип поверхні	Тиск повітря, кПа	Маса			
		візка m_0 , кг	вантаж m_b , кг		
Тверда суха					
Тверда волога					
Піщана суха					

10. Висновок, у якому на основі експериментальних даних виконати аналіз впливу різних факторів на величину коефіцієнта зчеплення коліс з опорною поверхнею.

3.4 Контрольні питання

1. Поясніть які явища обумовлюють силу зчеплення коліс з дорогою.
2. Дайте визначення коефіцієнту зчеплення.
3. Запишіть формулу для визначення коефіцієнта зчеплення.
4. Що характеризує коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою?
5. Які види коефіцієнта зчеплення розрізняють? Який зв'язок між ними?
6. Як визначити максимальну силу зчеплення коліс з дорогою?
7. Назвіть методи визначення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою, їх переваги та недоліки.
8. Опишіть порядок визначення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою методом екстреного гальмування.
9. Опишіть порядок визначення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою методом буксирування.
10. Перелічіть та проаналізуйте фактори, що впливають на величину коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою.
11. Поясніть суть явища аквапланування. Назвіть заходи запобігання цьому явищу.
12. Назвіть шляхи підвищення коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою.
13. Проаналізуйте вплив коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою на тяговошвидкісні та гальмові властивості автомобіля, стійкість його руху та його керованість.
14. Назвіть порядок величин коефіцієнта зчеплення коліс з опорною поверхнею для доріг з різними покриттями.

4 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ АВТОМОБІЛЯ (ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4)

Мета роботи: вивчити основні конструктивні параметри автомобіля та уміти аналізувати їх вплив на взаємодію автомобіля з опорною поверхнею та навколишнім середовищем.

Задачі роботи:

1. Навчитися визначати координати центра ваги і коефіцієнт поперечної стійкості автомобіля в лабораторних умовах.
2. Дослідити фактори, що впливають на розташування центра ваги автомобіля.
3. Ознайомитися зі шляхами вдосконалювання основних конструктивних параметрів автотранспортних засобів.

Обладнання: модель автомобіля, електронні ваги, вантаж для завантаження кузова автомобіля, паралелепіпед дерев'яний.

4.1 Теоретична підготовка до роботи

Конструкція й умови руху транспортного засобу визначають його взаємодію з опорною поверхнею та навколишнім середовищем, а також інерційні сили і моменти. Тому при вивченні експлуатаційних властивостей транспортних засобів необхідно знати ті основні конструктивні параметри, які безпосередньо впливають на їх взаємодію з опорною поверхнею та навколишнім середовищем. Основні параметри транспортних засобів: швидкісна характеристика двигуна, к. п. д. трансмісії, вільний і статичний радіуси коліс, база, колія, координати центру ваги, коефіцієнт поперечної стійкості, моменти інерції транспортного засобу і його частин.

Особливе місце серед перерахованих параметрів займають координати центру ваги автомобіля. Вони впливають на такі якості автотранспортного засобу як: поперечна й поздовжня стійкість, керованість, прохідність, коливання і плавність ходу.

Координати центру ваги автомобіля залежать від його компонування, а також від величини, розташування й об'ємної ваги вантажу й, отже, суттєво змінюються при експлуатації автомобіля.

Дати відповіді на питання:

1. Від чого залежать нормальні реакції на колеса транспортного засобу? [1, с. 53–55; 12, с. 44–46].
2. Як впливає положення центра ваги автомобіля на нормальні реакції дороги на колеса транспортного засобу? [1, с. 53–55; 12, с. 44–46].
3. Як впливає положення центра ваги автомобіля на поперечну стійкість транспортного засобу? [1, с. 165–171].

4. Як впливає положення центра ваги автомобіля на повздовжню стійкість транспортного засобу? [1, с. 165–166].

Навести у звіті:

1. Теоретичні залежності для визначення коефіцієнтів динамічної зміни нормальних реакцій на передніх та задніх колесах транспортних засобів.
2. Чисельні значення координат центра ваги сучасних моделей автомобілів.
3. Чисельні значення коефіцієнтів динамічної зміни нормальної реакції (коефіцієнта перерозподілу) для сучасних моделей автомобілів.
4. Визначення коефіцієнта поперечної стійкості.

4.2 Експериментальна частина

Координати центра ваги автомобіля можуть бути визначені аналітично або графічно по заданих масах і координатах центрів ваги його окремих частин або експериментально шляхом зважування автомобіля в горизонтальному і похилому положеннях.

В лабораторній роботі для визначення положення центра ваги використовуватимемо метод зважування.

4.2.1 Методика проведення експерименту

Для визначення горизонтального положення центра ваги автомобіля необхідно знати його вагу та реакції опорної поверхні на колеса у нерухомому стані при горизонтальному положенні автомобіля.

Розглянемо рівняння рівноваги для нерухомого автомобіля, що стоїть на горизонтальній поверхні (рис. 4.1).

Сума моментів відносно опорної площадки коліс задньої осі

$$\sum m_{O_2} = 0 \Rightarrow R_{Z1}L - m_a g b = 0, \quad (4.1)$$

де L — база автомобіля, м;

R_{Z1} — проекція на вісь Z реакції дороги на колеса передньої осі, Н;

m_a — маса автомобіля, кг;

b — відстань від задньої осі автомобіля до лінії дії ваги автомобіля, м.

З рівняння (4.1) отримуємо значення величини b

$$b = \frac{R_{Z1}L}{m_a g}. \quad (4.2)$$

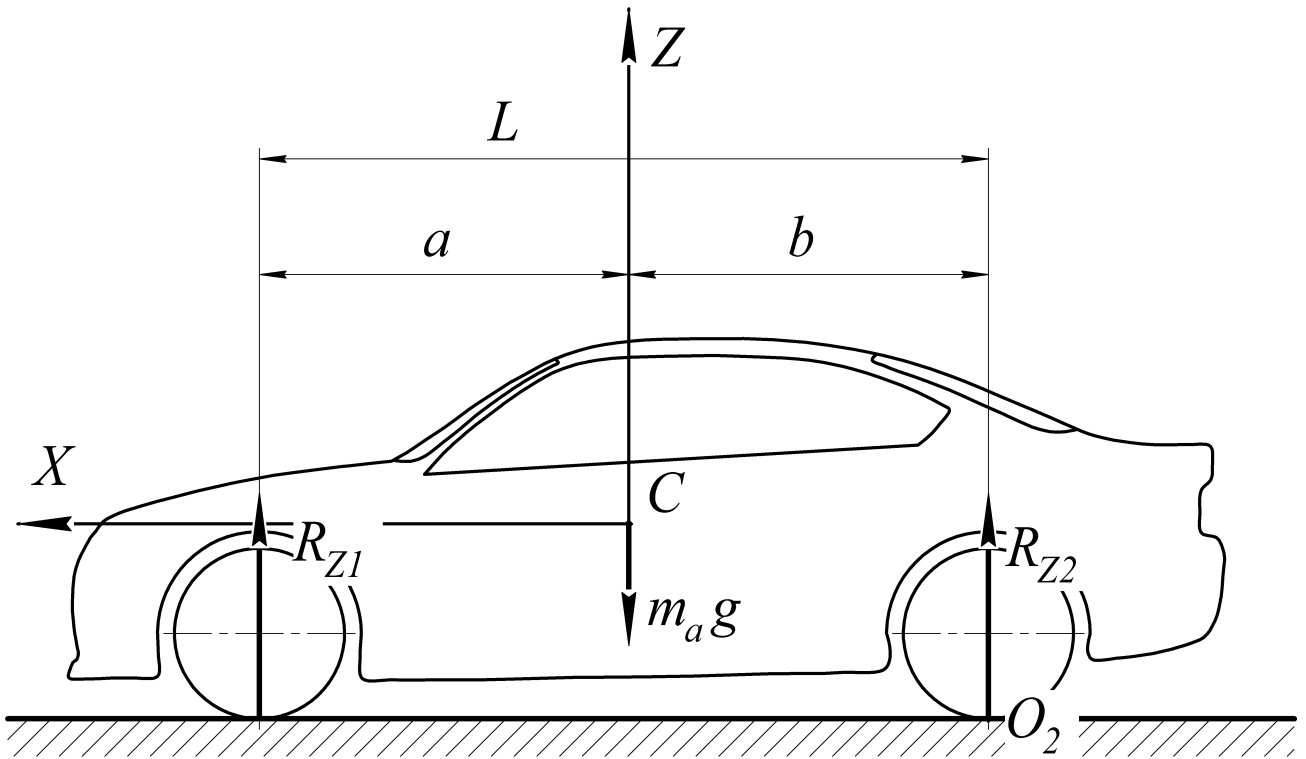


Рисунок 4.1 – Схема визначення координат центру ваги автомобіля по горизонталі

Таким чином, для знаходження горизонтального положення центра ваги необхідно: виміряти базу автомобіля, зважити його та зважити передню вісь при горизонтальному нерухомому положенні.

При відсутності можливості зважування автомобіля цілком, зважують окремо передню і задню осі. Тоді вага автомобіля

$$m_a g = R_{Z1} + R_{Z2}. \quad (4.3)$$

Відстань a від передньої осі до вертикальної лінії, яка проходить через центр ваги, і відстань від задньої осі до тієї ж вертикальної лінії складають колісну базу автомобіля. Враховуючи це, отримуємо відстань a :

$$a = L - b. \quad (4.4)$$

Висоту положення центру ваги визначають звичайно при підйомі передньої або задньої осі автомобіля реєстрацією зміни навантаження на вагах, поміщених, наприклад, під передніми колесами (рис. 4.2).

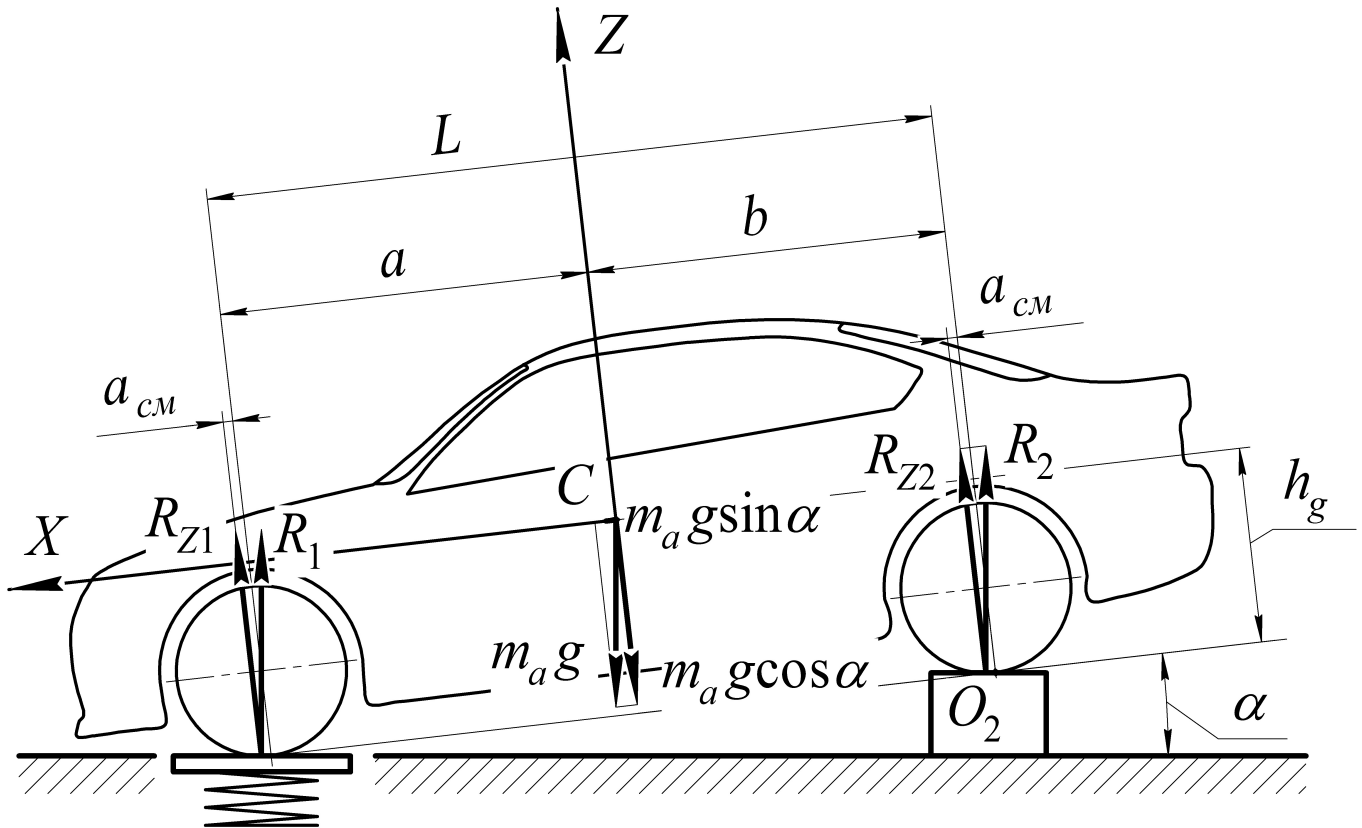


Рисунок 4.2 — Схема визначення координат центру ваги автомобіля по вертикалі

Розглянемо умову рівноваги за моментами відносно опорних ділянок задніх коліс:

$$\sum m_{O_2} = 0; \quad (4.5)$$

$$\downarrow$$

$$LR_{Z1} - (b - a_{cm})m_a g \cos \alpha - (h_g - r_{ст}(1 - \sin \alpha))m_a g \sin \alpha = 0,$$

де a_{cm} — зсув реакцій R_1 та R_2 опорної поверхні на колеса передньої і задньої осі, м:

$$a_{cm} = r_{ст} \sin \alpha; \quad (4.6)$$

h_g — висота центра ваги, м;

$r_{ст}$ — статичний радіус шини, м;

α — кут нахилу опорної поверхні.

Враховуючи нахил автомобіля

$$R_{Z1} = R_1 \sin \alpha. \quad (4.7)$$

Таким чином, після перетворювань співвідношення (4.5) з урахуванням (4.6) та (4.7) знаходимо висоту центра ваги:

$$h_g = \frac{LR_1}{m_a g \operatorname{tg} \alpha} - \frac{b}{\operatorname{tg} \alpha} + r_{\text{ст}}(1 - \sin \alpha + \cos \alpha). \quad (4.8)$$

Для того, щоб зменшити вплив окремих факторів: зміни прогину підвіски відповідно до горизонтального положення, переміщення рідин у картерах і баках — рекомендується піднімати колеса автомобіля на невелику висоту (6...8°).

При виконанні лабораторної роботи з моделлю автомобіля кут підйому коліс моделі може бути збільшений до 25...30°.

Отримання висоти центра ваги автомобіля дозволяє розрахувати коефіцієнт поперечної стійкості

$$\eta_{\text{пс}} = \frac{B}{2h_g}, \quad (4.9)$$

де B — колія автомобіля, м.

При визначенні коефіцієнта перерозподілу нормальних реакцій слід враховувати, що при русі автомобіля на колеса буде діяти сила R_{Z1} , що знаходиться за залежністю (4.7). Тоді коефіцієнт зміни нормальної реакції на передню вісь

$$m_{\text{p1}} = \frac{LR_{Z1}}{m_a g b} = \frac{LR_1 \cos \alpha}{m_a g b}. \quad (4.10)$$

Отримані залежності дозволяють проаналізувати вплив нахилу автомобіля на перерозподіл нормальних реакцій опорної поверхні, та завантаження автомобіля на коефіцієнт поперечної стійкості.

4.2.2 Порядок виконання роботи

1. Включити електронні ваги.
2. Визначити базу моделі автомобіля.
3. Визначити колію моделі автомобіля.
4. Результати виміру занести в таблицю 4.1.
5. Установити строго горизонтально модель автомобіля (рис. 4.1) передньою віссю на чашку ваг, задньою на опорну поверхню.
6. Зважити передню вісь моделі автомобіля.
7. Установити строго горизонтально модель автомобіля задньою віссю на чашку ваг, передньою на опорну поверхню.
8. Зважити задню вісь моделі автомобіля.
9. Результати виміру занести в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 — Результати вимірів і обчислення основних параметрів автомобіля

№ експерименту		1-3			4-6			7-9		
База автомобіля	$L, \text{ м}$									
Коля автомобіля	$B, \text{ м}$									
Статичний радіус колеса	$r_{\text{ст}}, \text{ м}$									
Реакція опорної поверхні на передні колеса при горизонтальному положенні автомобіля	$R_{Z1}, \text{ кГс}$									
Реакція опорної поверхні на задні колеса при горизонтальному положенні автомобіля	$R_{Z2}, \text{ кГс}$									
Маса автомобіля	$m_a, \text{ кг}$									
Відстань від центра ваги до передньої осі	$a, \text{ м}$									
Відстань від центра ваги до задньої осі	$b, \text{ м}$									
Кут нахилу	$\text{tg } \alpha$									
	$\alpha, \text{ м}$									
Реакція опорної поверхні на передні колеса при похилому положенні автомобіля	$R_1, \text{ кГс}$									
Висота центра ваги	$h_g, \text{ м}$									
Коефіцієнт поперечної стійкості	$\eta_{\text{пс}}$									
Коефіцієнт зміни нормальної реакції передньої осі	m_{p1}									

10. Визначити масу моделі автомобіля.

11. Установити модель автомобіля у похилому положенні за допомогою дерев'яного паралелепіпеда так, щоб передня вісь моделі знаходилася на вагах (рис. 4.2).

12. Визначити тангенс кута нахилу моделі автомобіля від горизонту.

13. Зважити передню вісь моделі автомобіля.

14. Результати виміру занести в таблицю 4.1.

15. Змінити кут нахилу моделі та визначити висоту центра ваги.

16. Повторити пункти 11...15 три рази. Визначити середнє значення висоти центра ваги. Результати занести в таблицю 4.1.

17. Завантажити модель автомобіля або змінити масу вантажу та повторити пункти 5...16.

4.2.3 Обробка експериментальних даних

Маса автомобіля

$$m_a = R_{Z1} + R_{Z2}, \quad (4.11)$$

де m_a, R_{Z1}, R_{Z2} в кг.

Координати центра ваги моделі автомобіля:

$$b = \frac{R_{Z1}L}{m_a}, \quad a = L - b. \quad (4.12)$$

Висота центра ваги

$$h_{g\alpha_i} = \frac{LR_{1i}}{m_a \operatorname{tg} \alpha_i} - \frac{b}{\operatorname{tg} \alpha_i} + r_{\text{CT}}(1 - \sin \alpha_i + \cos \alpha_i). \quad (4.13)$$

За результатами розрахунку висоти центра ваги автомобіля для 3-х різних кутів нахилу розраховують його середнє значення:

$$h_g = \frac{\sum_i^3 h_{g\alpha_i}}{3}. \quad (4.14)$$

По середньому значенню висоти центра ваги визначають коефіцієнт поперечної стійкості:

$$\eta_{\text{пс}} = \frac{b}{2h_g}. \quad (4.15)$$

Коефіцієнт перерозподілу нормальних реакцій

$$m_{\text{p1}} = \frac{LR_1 \cos \alpha}{m_a b}. \quad (4.16)$$

Результати розрахунків заносяться в таблицю 4.1.

4.3 Вміст звіту

1. Порядковий номер лабораторної роботи.
2. Тема роботи.
3. Мета та задачі роботи.
4. Перелік необхідного обладнання.
5. Відповіді на питання зазначені в розділі «Теоретична підготовка до роботи».
6. Порядок проведення експерименту.
7. Результати експерименту й обробки експериментальних даних у вигляді таблиці.
8. Приклад виконання розрахунку для одного експерименту.
9. Графік залежності коефіцієнта перерозподілу нормальної реакції передньої осі m_{p1} від кута нахилу моделі автомобіля α .
10. Графік залежності коефіцієнта поперечної стійкості η_{nc} від висоти центра ваги h_g .
11. Висновок, в якому на основі експериментальних даних виконати аналіз впливу основних конструктивних параметрів автомобіля на взаємодію автомобіля з опорною поверхнею та навколишнім середовищем.

4.4 Контрольні питання

1. Поясніть які явища обумовлюють силу зчеплення коліс з дорогою.
2. Перелічіть основні параметри автомобіля.
3. На які якості автотранспортного засобу впливає розташування центру ваги автомобіля та яким чином?
4. Як впливає положення центра ваги автомобіля на нормальні реакції дороги на колеса транспортного засобу?
5. Як впливає положення центра ваги автомобіля на поперечну стійкість транспортного засобу?
6. Як впливає положення центра ваги автомобіля на поздовжню стійкість транспортного засобу?
7. Поясніть методи визначення координат центра ваги автомобіля.
8. Приведіть порядок визначення координат центра ваги автомобіля за допомогою ваг.
9. Перелічіть фактори, що впливають на розташування центра ваги автомобіля.
10. Назвіть шляхи вдосконалювання основних конструктивних параметрів транспортних засобів.
11. Від чого залежать нормальні реакції на колеса транспортного засобу?

12. Приведіть теоретичні залежності для визначення нормальних реакцій на передніх та задніх колесах транспортних засобів.

13. Приведіть теоретичні залежності для визначення коефіцієнтів динамічної зміни нормальних реакцій на передніх та задніх колесах транспортних засобів.

14. Приведіть чисельні значення коефіцієнтів динамічної зміни нормальної реакції (коефіцієнта перерозподілу) для сучасних моделей автомобілів.

15. Дайте визначення коефіцієнта поперечної стійкості.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Литвинов А. С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин.— М.: Машиностроение, 1989.— 240 с.
2. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория / А. И. Гришкевич.— Минск: Высшая школа, 1986.— 208 с.
3. Иларионов В. А. Эксплуатационные свойства автомобиля / Иларионов В. А.— М.: Машиностроение, 1966.— 280 с.
4. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність: навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай.— К.: КВІЦ, 2004.— 174 с.
5. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Амортизаторы, шины и колеса / пер. с нем. В. П. Агапова; под ред. О. Д. Златовратского.— М.: Машиностроение, 1986.— 320 с.
6. Бакфиш К. Новая книга о шинах / К. Бакфиш, Д. Хайнц.— М.: Издательство Астрель, 2003.— 303 с.
7. Балабин И. В. Испытания автомобилей: [учебник для машиностроительных техникумов по специальности «Автомобилестроение»] / И. В. Балабин, Б. А. Куров, С. А. Лаптев.— 2-е изд. перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1988.— 192 с.
8. Бортницкий П. Н. Тягово-скоростные качества автомобилей / П. Н. Бортницкий, В. И. Задорожный.— К.: Вища школа, 1978.— 176 с.
9. Краткий автомобильный справочник НИИАТ.— 10-е изд. перераб. и доп.— М.: Транспорт, 1988.— 220 с.
10. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення: ДСТУ 3651.0-97.— [Чинний від 1999-01-01].— К.: Держспоживстандарт України, 1998.— 9 с.— (Національні стандарти України).
11. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення: ДСТУ 3651.1-97.— [Чинний від 1999-01-01].— К.: Держспоживстандарт України, 1998.— 76 с.— (Національні стандарти України).
12. Цокур В. Г. Курс лекцій по дисципліне «Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей» в 2-х частинах. Частина 1 / В. Г. Цокур, А. В. Химченко, С. Н. Крамарь.— Горловка: АДИ ДонНТУ, 2006.— 64 с.

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Цокур Володимир Григорович
Хімченко Аркадій Васильович
Приходченко Дмитро Юрійович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ».
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ
6.070101 «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ
(ЗА ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ)»)**

Підписано до випуску –.–.2014 р. Гарнітура Computer Modern.
Умов. друк. арк. 2,063. Зам.№—

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»
Автомобільно-дорожній інститут
84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51
E-mail: redizo@adidonntu.org.ua

Редакційно-видавничий відділ

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК №2982 від 21.09.2007 р.