

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахунково-графічної роботи
«визначення тягово-швидкісної характеристики автомобіля»
з дисципліни «Транспортні засоби з двигунами та гібридними
енергетичними установками»
для студентів спеціальності G11 «Машинобудування»
спеціалізації G11.02 «Двигуни та енергетичні установки»

ХАРКІВ 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи
«Визначення тягово-швидкісної характеристики автомобіля»
з дисципліни «Транспортні засоби з двигунами та гібридними
енергетичними установками»
для студентів спеціальності G11 «Машинобудування»
спеціалізації G11.02 «Двигуни та енергетичні установки»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1, від 19.02.2026

Харків
НТУ «ХПІ»
2026

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Визначення тягово-швидкісної характеристики автомобіля» з дисципліни «Транспортні засоби з двигунами та гібридними енергетичними установками» для студентів спеціальності G11 «Машинобудування» спеціалізації G11.02 «Двигуни та енергетичні установки» / Уклад.: А. В. Савченко, М. С. Шелестов, Д. В. Мешков. – Харків : НТУ «ХП», 2026. – 22 с.

Укладачі: А. В. Савченко,
М. С. Шелестов,
Д. В. Мешков

Рецензент О. В. Триньов

Кафедра двигунів та гібридних енергетичних установок

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	5
2 СИЛОВИЙ БАЛАНС АВТОМОБІЛЯ	7
3 ЗОВНІШНЯ ШВИДКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДВЗ.....	11
4 ТЯГОВЕ ЗУСИЛЛЯ НА ВЕДУЧИХ КОЛЕСАХ.....	12
5 ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБІЛЯ.....	14
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	17
Додаток А.....	18
Додаток Б.....	20

ВСТУП

Визначення тягово-швидкісної характеристики (ТШХ) колісних транспортних засобів є однією з базових інженерних задач, оскільки безпосередньо пов'язане з аналізом його динамічних та експлуатаційних властивостей. Тягово-швидкісна характеристика дає змогу оцінити здатність транспортного засобу розвивати необхідну швидкість, долати опори руху та забезпечувати задану динаміку розгону за різних дорожніх і навантажувальних умов. У сучасних умовах зростання вимог до економічності, безпеки та ефективності використання автомобільної техніки актуальність такої оцінки є особливо високою.

Розрахунок та аналіз окремих складових сил опору дасть змогу визначити перспективні напрямки з оптимізації характеристик енергетичної установки транспортного засобу, характеристик трансмісії, їх взаємного узгодження та доцільності впровадження тієї чи іншої схеми гібридної енергетичної установки.

Результати визначення тягово-швидкісної характеристики мають важливу практичну цінність як для навчального процесу, так і для інженерної практики. Вони використовуються для аналізу динамічних властивостей автомобіля, обґрунтування вибору параметрів силової установки та трансмісії, а також для порівняльної оцінки різних конструктивних рішень. Таким чином, оволодіння методикою визначення ТШХ на основі силового балансу сприяє формуванню у здобувачів освіти системного розуміння особливостей процесів руху автомобіля та принципів його проектування.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Тягово-швидкісна характеристика встановлює взаємозв'язок між швидкістю руху автомобіля та максимально можливими тяговими зусиллями, які реалізуються на ведучих колесах за різних режимів роботи двигуна і на різних передачах трансмісії. Аналіз тягово-швидкісної характеристики дає змогу оцінити здатність автомобіля долати сили опору руху, розвивати необхідну швидкість, здійснювати розгін, а також працювати в заданих дорожніх та експлуатаційних умовах. Такий підхід ґрунтується на фізично обґрунтованій моделі руху транспортного засобу і забезпечує високий ступінь кореляції отриманих результатів з реальними характеристиками транспортного засобу.

В розрахунково-графічній роботі буде визначена тягово-швидкісна характеристика автомобіля з механічною трансмісією на основі зовнішньої швидкісної характеристики двигуна, яка задає залежності крутного моменту та ефективної потужності від частоти обертання колінчастого валу. Використовуючи ці залежності, а також параметри трансмісії та ходової частини, обчислюється сила тяги на ведучих колесах для кожної передачі коробки передач. Визначаються сили опору руху автомобіля як функції швидкості, що дає змогу побудувати графіки їх зміни та виконати порівняльний аналіз з тяговими можливостями.

Отримана тягово-швидкісна характеристика є вихідною базою для подальших розрахунків показників транспортного засобу, зокрема, визначення максимально можливого прискорення та часу розгону автомобіля до заданої швидкості. Вона дає змогу визначити раціональні режими роботи двигуна, оптимальні моменти перемикавання передач і оцінити динаміку транспортного засобу в цілому.

Метою розрахунково-графічної роботи є закріплення теоретичних й отримання практичних навичок із визначення динамічних характеристик колісних транспортних засобів.

Для досягнення цієї мети необхідно:

1. Ознайомитися з методичними вказівками до розрахунково-графічної роботи, опанувати методика проведення досліджень й

аналізу результатів, мати чіткі уявлення щодо теоретичних основ розрахунку тягово-швидкісної характеристики.

2. Підготувати вихідні дані для розрахунку відповідно до варіанту. В ініціативному порядку припускається самостійний пошук студентом вихідних даних для розрахунку у відкритих джерелах за умови попереднього узгодження із викладачем.

3. Виконати особисто відповідні розрахунки й зробити аналіз отриманих результатів, на підставі якого зробити висновки до роботи.

4. У відповідності з вимогами стандартів НТУ «ХП» оформити звіт до розрахунково-графічної роботи.

5. Підготувати презентацію та виконати доповідь за результатами розрахунково-графічної роботи.

6. Захистити результати розрахунково-графічної роботи.

2 СИЛОВИЙ БАЛАНС АВТОМОБІЛЯ

Методичною основою побудови тягово-швидкісної характеристики є рівняння силового балансу автомобіля, яке відображає рівновагу між рушійними силами та силами опору, що діють у подовжньому напрямку (рис. 1). До рушійних сил належить сила тяги на ведучих колесах, яка визначається ефективним крутним моментом двигуна, передаточними числами трансмісії та радіусом кочення коліс. До сил опору руху належать сила опору коченню, сила аеродинамічного опору, складова сили тяжіння під час руху на підйомі, а також сила інерції при неусталеному русі. Саме порівняння цих сил у функції швидкості руху дозволяє встановити граничні та робочі режими експлуатації автомобіля.

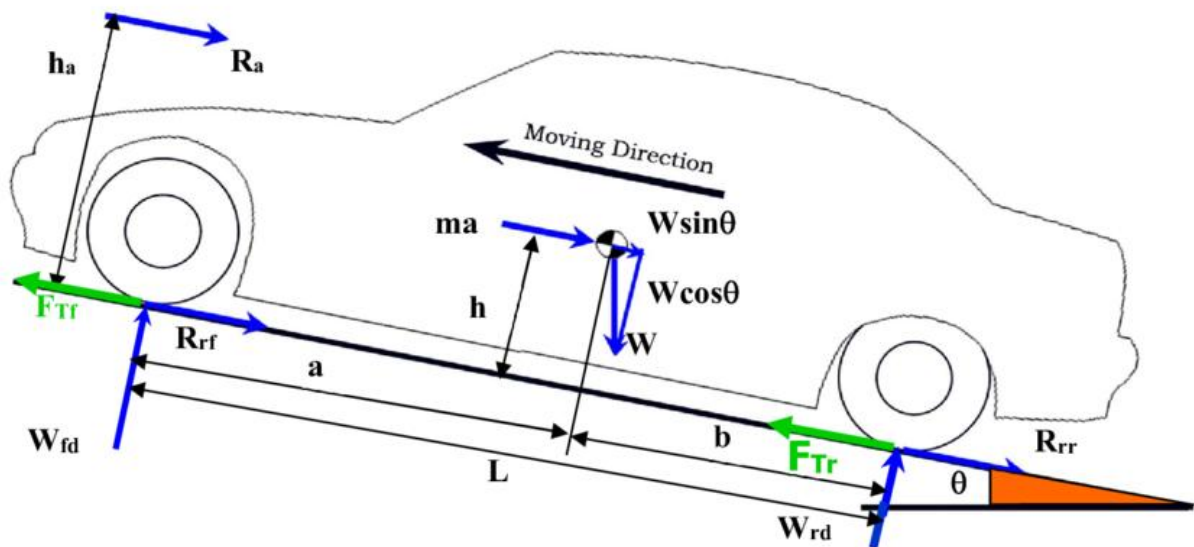


Рисунок 1 – Схема силового балансу транспортного засобу

На схемі (рис. 1) позначено:

W – сила тяжіння ($W=m \cdot g$);

$W \cdot \sin \Theta$ – проекція сили тяжіння на площину дорожнього покриття;

$W \cdot \cos \Theta$ – проекція сили тяжіння на вісь, що перпендикулярна до дорожнього покриття;

h – висота центру мас;

W_{fd}, W_{rd} – нормальна сила реакції дорожнього покриття, відповідно, для передніх та задніх коліс;

R_a – сила аеродинамічного опору;

R_{rf}, R_{rr} – сила опору кочення, відповідно, передніх та задніх коліс,
 $R_r = R_{rf} + R_{rr}$;

F_{Tf}, F_{Tr} – тягове зусилля, відповідно, на передніх та задніх колесах, $F_T = F_{Tf} + F_{Tr}$;

$m \cdot a$ – сила інерції;

Θ – кут нахилу дорожнього покриття до горизонту.

В загальному вигляді силовий баланс автомобіля характеризується наступним рівнянням:

$$F_T - R_r - R_a - m \cdot g \cdot \sin\Theta - m \cdot a = 0.$$

Сила опору кочення коліс залежить від багатьох факторів: конструкції колеса, типу та стану дорожнього покриття, навантаження на колесо, тиску повітря в колесі, тощо. Важливо відзначити, що нормальна сила реакції дорожнього покриття на передні та задні колеса може перерозподілятися під час прискорення чи сповільнення автомобіля. Відповідним чином може перерозподілятися і коефіцієнт опору кочення коліс внаслідок зміни навантаження на них. Проте, з метою спрощення розрахунку в рамках даної розрахунково-графічної роботи коефіцієнт опору кочення усіх коліс буде прийнято однаковим в будь-який момент часу. Таким чином, сила сумарного опору кочення усіх коліс може бути визначена за наступним виразом:

$$\sum R_r = m \cdot g \cdot f_r \cdot \cos\Theta \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500}\right), \text{ [Н]},$$

де f_r – коефіцієнт опору кочення коліс.

Сила аеродинамічного опору залежить від площі поперечного перетину автомобіля, коефіцієнту аеродинамічного опору, щільності повітря та від швидкості руху. Сила аеродинамічного опору визначається за наступним виразом:

$$R_a = \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot F_a \cdot v^2, \text{ [Н]},$$

де C_x – коефіцієнту аеродинамічного опору;

ρ – щільність повітря;

F_a – площі поперечного перетину автомобіля.

Визначити необхідну потужність на ведучих колесах для забезпечення руху автомобіля горизонтальною дорогою зі сталою швидкістю можна за наступною формулою:

$$N_R = v \cdot (R_a + R_r) \cdot 10^{-3}, \text{ [кВт]}.$$

За результатами розрахунків необхідно побудувати графіки залежності сил опору, що діють на автомобіль, як функцію від швидкості руху (рис. 2), а також графік залежності необхідної потужності для забезпечення руху автомобіля зі сталою швидкістю, як функцію від швидкості руху (рис. 3).

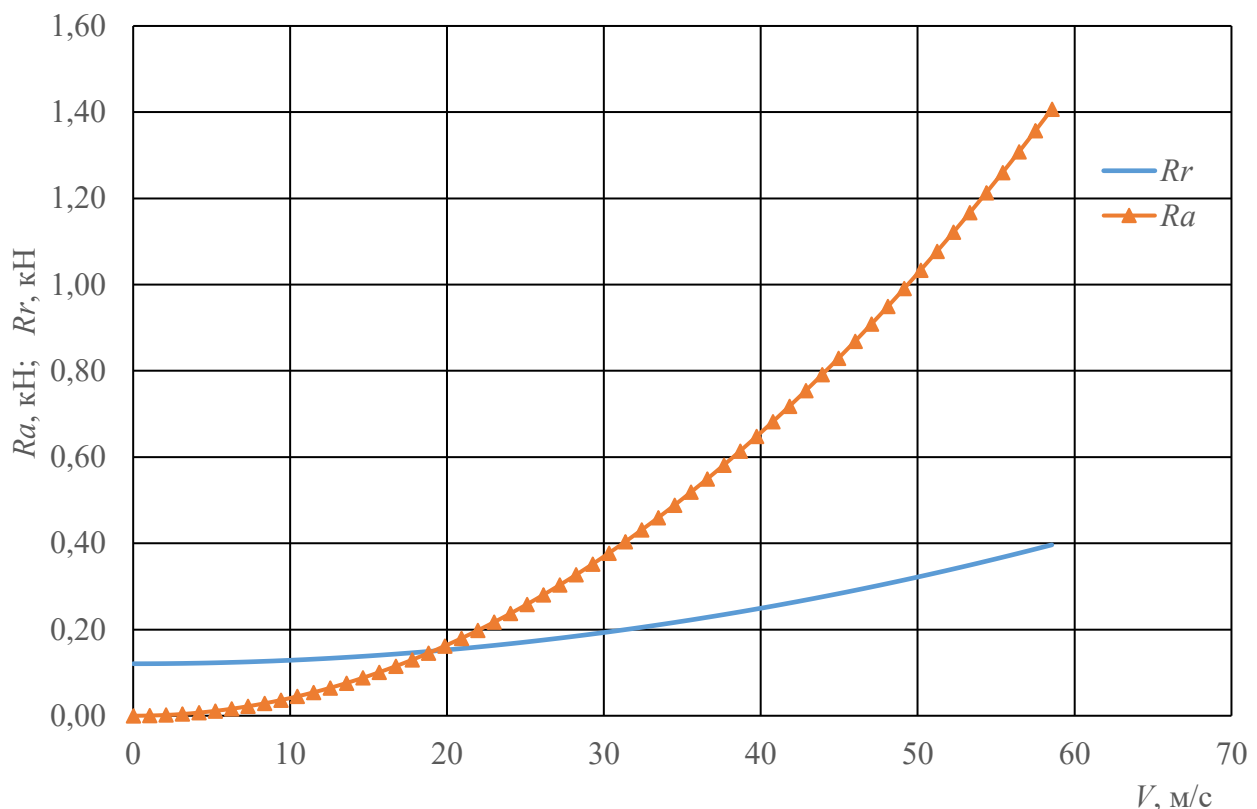


Рисунок 2 – Сили опору

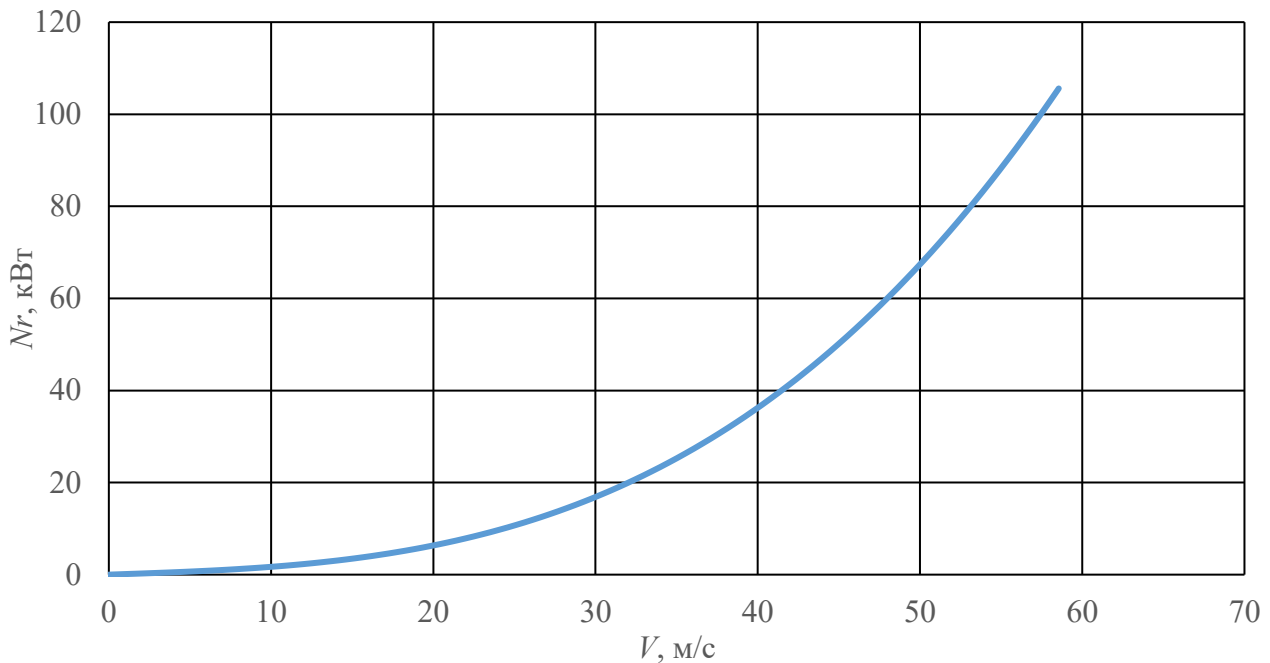


Рисунок 3 – Потужність для руху зі сталою швидкістю

Як видно з рис. 2, при відносно невисоких швидкостях руху сили кочення коліс значно перевищують сили аеродинамічного опору. Натомість, при високих швидкостях руху автомобіля лівову частку сил опору становлять вже сили аеродинамічного опору.

З рис. 3 гарно видно, наскільки сильно виражена нелінійність залежності необхідної потужності від швидкості руху автомобіля. Це пояснює складність досягнення високих швидкостей. Водночас, з графіку також гарно видно, що для руху зі сталою відносно невисокою швидкістю потрібна зовсім невелика потужність.

3 ЗОВНІШНЯ ШВИДКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДВЗ

В рамках даної роботи для розрахунку тягово-швидкісної характеристики автомобіля в якості вихідних даних необхідна зовнішня швидкісна характеристика. Залежність максимального крутного моменту від частоти обертання колінчастого валу для усіх варіантів розрахунку наведена в додатках.

Максимальна потужність при відповідній частоті обертання може бути обчислена за наступною формулою:

$$N[n] = \frac{2 \cdot \pi \cdot M[n] \cdot n \cdot 10^{-3}}{60} = \frac{M[n] \cdot n}{9549}, [\text{кВт}].$$

За результатами визначення зовнішньої швидкісної характеристики в звіті має бути побудований графік залежності крутного моменту на колінчастому валу та потужності від частоти обертання колінчастого валу двигуна (рис. 4).

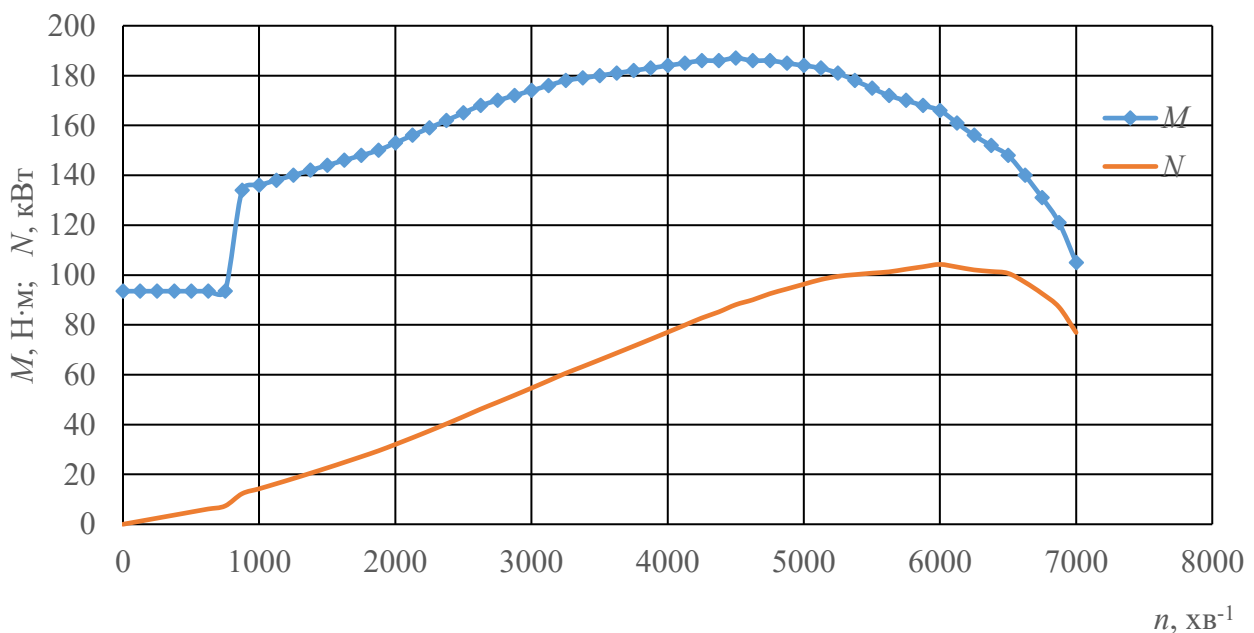


Рисунок 4 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

Для самостійного (ініціативного) визначення зовнішньої швидкісної характеристики двигуна студенту необхідно виконати пошук даних у відкритих джерелах.

4 ТЯГОВЕ ЗУСИЛЛЯ НА ВЕДУЧИХ КОЛЕСАХ

Тягове зусилля на ведучих колесах залежить від крутного моменту від двигуна, передавальних чисел трансмісії, коефіцієнту корисної дії трансмісії, радіусу кочення ведучих коліс.

В рамках даної розрахунково-графічної роботи буде розглядатися крутний момент від ДВЗ при повністю натисненій педалі акселератора, тобто крутний момент за зовнішньою швидкісною характеристикою.

В разі найпростішого конструктивного виконання передавальне число трансмісії дорівнює добутку передавальних чисел коробки передач на обраній передачі та головної передачі. Водночас, варто пам'ятати, що в разі наявності в трансмісії додаткових агрегатів чи додаткових механічних передач, вони також мають бути враховані при визначенні тягового зусилля на ведучих колесах.

Радіус кочення ведучих коліс можна розрахувати, виходячи з даних маркування коліс, чи визначити за довідниковими даними. Важливо відзначити, що фактичний радіус кочення пневматичних коліс суттєво залежить від навантаження на них (а отже, від ступеня їх деформації в зоні контакту з дорожнім покриттям). В рамках даної роботи деформація коліс буде прийнята як константа.

Маркування пневматичних коліс містить дані про ширину протектора коліс (NSW , мм), відносну висоту профілю (φ , % від NSW), літеру, що характеризує конструкцію шини (наприклад, R – радіальна) та посадковий діаметр обода колеса (NRD , в дюймах). Маркування коліс має наступний вигляд $NSW / \varphi R NRD$. Наприклад, маркування 205/75R14 буде значити радіальну шину із шириною протектора 205 мм, відотною висотою профіля 75 %, призначеною для посадкового діаметру обода 14 дюймів. Радіус кочення коліс буде визначатися за наступною формулою:

$$r_w = K \cdot \left(\frac{NRD \cdot 25,4}{2} + \frac{\varphi \cdot NSW}{100} \right) \cdot 10^{-3} , \text{ [м]},$$

де K – коефіцієнт, що враховує деформацію колеса в зоні контакту з дорожнім покриттям; приймемо 0,97.

Тягове зусилля на ведучих колесах автомобіля визначається за наступною формулою:

$$F_T[k, n] = \frac{M[n] \cdot i_{FD} \cdot \eta_{FD} \cdot i[k] \cdot \eta[k]}{r_w}, \quad [\text{H}],$$

де $M[n]$ – крутний момент від колінчастого валу ДВЗ, як функція від частоти обертання колінчастого валу (n), Н·м;

i_{FD} – передавальне число головної передачі;

η_{FD} – коефіцієнт корисної дії головної передачі;

$i[k]$ – передавальне число коробки передач на обраній передачі (k);

$\eta[k]$ – коефіцієнт корисної дії коробки передач на обраній передачі (k).

Швидкість автомобіля визначається за наступною формулою:

$$v[k, n] = \frac{r_w \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{i_{FD} \cdot i[k] \cdot 60}, \quad [\text{м/с}],$$

де, n – частота обертання колінчастого валу, хв⁻¹;

Важливо відзначити, що відповідно до теорії руху автомобіля за умови подачі на колесо крутного моменту завжди буде проявлятися ефект ковзання. Проте, при помірних значеннях крутного моменту на колесі ефект від ковзання суттєво менший 1 % і, з метою спрощення розрахунку, в рамках даної роботи не буде врахований.

5 ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБІЛЯ

Розгін автомобіля є неусталеним процесом, під час якого прискорення змінюється залежно від швидкості руху, обраної передачі та дії сил опору. У загальному випадку прискорення автомобіля визначається з рівняння силового балансу:

$$a(v) = \frac{F_T(v) - R_r(v) - R_a(v) - m \cdot g \cdot \sin\theta}{m}, \quad \left[\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right].$$

Наведена вище формула коректна в разі, якщо відсутня пробуксовка ведучих коліс автомобіля. В рамках даної роботи приймається припущення, що тягове зусилля на ведучих колесах не перевищить максимального зусилля тертя між протектором коліс та дорожнім покриттям, тобто пробуксовка коліс відсутня.

Час розгону автомобіля між двома значеннями швидкості v_1 та v_2 визначається шляхом інтегрування диференціальної залежності:

$$dt = \frac{dv}{a(v)}.$$

Після підстановки виразу для прискорення отримуємо:

$$t = \int_{v_1}^{v_2} \frac{m}{F_T(v) - R_r(v) - R_a(v) - m \cdot g \cdot \sin\theta} dv.$$

Аналітичне обчислення цього інтеграла у загальному випадку є ускладненим, тому в розрахунково-графічній роботі час розгону визначається чисельним методом за дискретними значеннями швидкості.

Інтервал швидкостей розбивається на окремі ділянки, для кожної з яких час розгону обчислюється за формулою:

$$\Delta t_i = \frac{m \cdot (v_{i+1} - v_i)}{\frac{F_T(v_i) + F_T(v_{i+1})}{2} - \frac{R_r(v_i) + R_r(v_{i+1})}{2} - \frac{R_a(v_i) + R_a(v_{i+1})}{2} - m \cdot g \cdot \sin\theta}.$$

Повний час розгону автомобіля на заданому інтервалі швидкостей визначається як сума часткових інтервалів часу:

$$t = \sum_i \Delta t_i.$$

Методика розрахунково-графічної роботи орієнтована на виконання розрахунків в табличному вигляді (табл. 1). Наведену таблицю необхідно виконати для кожної з передач трансмісії.

Таблиця 1. Тягово-швидкісна характеристика автомобіля

$n, \text{хв}^{-1}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	Перша передача						
		$v, \text{м/с}$	$F_T, \text{Н}$	$R_r, \text{Н}$	$R_a, \text{Н}$	$a, \text{м/с}^2$	$\Delta t_i, \text{с}$	$t, \text{с}$
0								
n_1								
n_2								
....								
....								
n_{\max}								

За результатами обчислень необхідно побудувати графік залежностей максимально можливого прискорення від частоти обертання колінчастого валу для кожної передачі трансмісії (рис. 5). Графіки залежностей для усіх передач необхідно будувати в одній системі координат, аби з рис. 5 можна було визначити оптимальні моменти перемикавання передач із міркування забезпечення найбільш інтенсивного розгону автомобіля – їм будуть відповідати точки перетину графіків для різних передач.

З графіку на рис. 5 також можна визначити максимальну швидкість автомобіля в даних умовах – їй відповідатиме перетин графіку з горизонтальною віссю координат.

Зверніть увагу, що максимально можлива швидкість може досягатися для деяких автомобілів не на найвищій передачі (навіть за умов руху горизонтальною дорогою). Зокрема, таке можливе якщо передавальні числа найвищої передачі орієнтовані не найвищу швидкість, а на зменшення витрати палива.

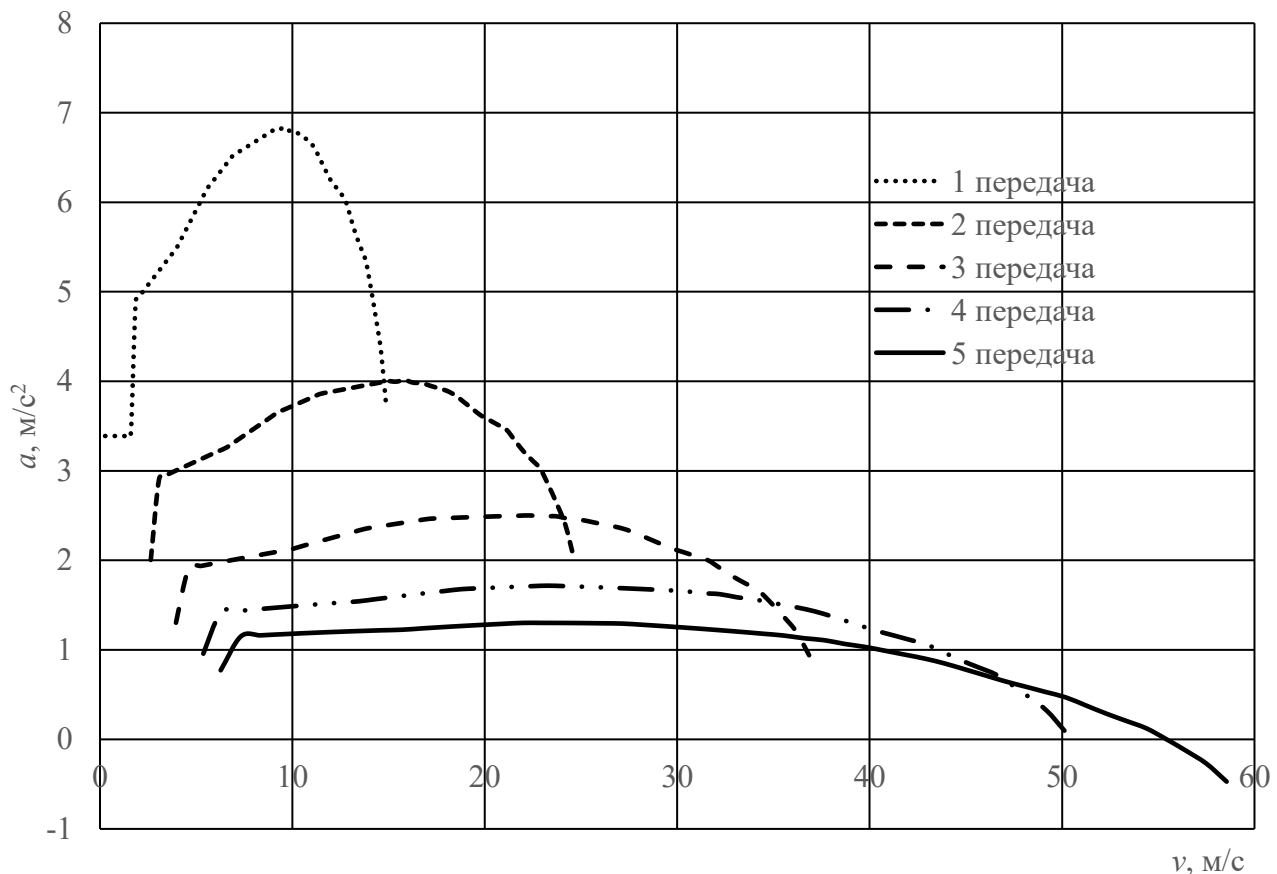


Рисунок 5 – Функція максимально можливого прискорення від швидкості руху автомобіля

З метою визначення часу на розгін автомобіля з місця до швидкості 100 км/год (27,8 м/с) необхідно прийняти декілька припущень. Так, необхідно прийняти час на перемикання передач. В рамках даного розрахунку для легкових автомобілів приймемо 0,7 с на перемикання, для вантажних автомобілів 1,0 с на перемикання.

Необхідно, також прийняти крутний момент, що передаватиметься на первинний вал коробки передач на першій передачі з моменту початку розгону до досягнення автомобілем достатньої швидкості для вирівнювання частот обертання колінчастого валу та первинного валу коробки передач. В рамках даного розрахунку приймемо, що крутний момент на цьому етапі розгону дорівнюватиме 50 % від максимального крутного моменту двигуна.

За результатами виконання розрахунково-графічної роботи оформлюється звіт у відповідності до вимог стандартів НТУ «ХП». Оцінка за роботу виставляється на підставі результатів її захисту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ünlüsoy Y. S. Performance of Road Vehicles : навчальний посібник / Prof. Dr. Y. Samim Ünlüsoy. — Ankara : Middle East Technical University, 2015. — 266 p.
2. Дяченко. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія. НТУ«ХП», 2008. – 488 с.
3. Heywood John B. Internal Combustion Engine fundamentals / Textbook – New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1988. – 929 p.

Додаток А

Вихідні дані автомобілів для розрахунку тягово-швидкісної характеристики

Характеристика	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5	Варіант 6	Варіант 7	Варіант 8	Варіант 9	Варіант 10
Споряджена маса ТЗ, т	2,5	4	2,9	3,4	13	14,5	10,5	1,45	1,33	1,6
Коефіцієнт аеродинамічного опору	0,41	0,41	0,44	0,41	1,4	1,45	1,65	0,34	0,32	0,32
Площа фронтальної проекції, м ²	4,32	4,32	4,32	4,9	6,25	7,1	6,75	2,37	2,32	2,32
Маркування шин	195/70 R15				525/70R21			220/50R16		
Коефіцієнт опору кочення коліс	0,009				0,014		0,012		0,012	
Кут нахилу дорожнього покриття, °	3	0	2	1	0	2	3	1	0	2
Передавальне число (ПЧ) головної передачі	4,375	4,375	4,7	4,7	8,21	8,21	8,21	4,4	4,4	3,8
ККД головної передачі	0,97	0,97	0,97	0,97	0,955	0,955	0,955	0,97	0,97	0,97
ПЧ коробки передач (КП) на 1 передачі	5,05	5,05	5,05	5,05	5,26	5,26	5,26	3,45	3,37	3,37
ПЧ КП на 2 передачі	2,6	2,6	2,6	2,6	2,9	2,9	2,9	2,07	2,03	2,03
ПЧ КП на 3 передачі	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,38	1,36	1,36
ПЧ КП на 4 передачі	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ПЧ КП на 5 передачі	0,78	0,78	0,78	0,78	0,66	0,66	0,66	0,82	0,86	0,86
ККД коробки передач (окрім прямої передачі)	0,965				0,955					
ККД коробки передач (на прямій передачі)	0,985				0,98					
Шифр зовнішньої швидкісної характеристики ДВЗ (Додаток Б)	Д1				Д2			Д3		

Продовження додатка А

Характеристика	Варіант 11	Варіант 12	Варіант 13	Варіант 14	Варіант 15	Варіант 16	Варіант 17	Варіант 18	Варіант 19	Варіант 20
Споряджена маса ТЗ, т	1,25	1,45	1,25	1,40	1,1	1,35	1,15	1,85	2,3	2,7
Коефіцієнт аеродинамічного опору	0,35	0,35	0,35	0,35	0,46	0,46	0,46	0,54	0,56	0,56
Площа фронтальної проекції, м ²	2,4	2,4	2,4	2,4	2,31	2,31	2,31	4,32	4,7	4,52
Маркування шин	185/60 R14				175/70R13			185/75 R16		
Коефіцієнт опору кочення коліс	0,012	0,010	0,012	0,01	0,012	0,01	0,01	0,013	0,013	0,013
Кут нахилу дорожнього покриття, °	0	3	0	2	0	2	0	0	2	5
Передавальне число (ПЧ) головної передачі	3,722	3,722	4,13	4,13	3,9	4,1	4,1	3,9	5,12	5,12
ККД головної передачі	0,97	0,97	0,97	0,97	0,965	0,965	0,965	0,97	0,97	0,97
ПЧ коробки передач (КП) на 1 передачі	3,83		3,545		3,636	3,636	3,636	4,05	4,05	4,05
ПЧ КП на 2 передачі	2,21		2,158		1,95	1,95	1,95	2,34	2,34	2,34
ПЧ КП на 3 передачі	1,53		1,478		1,357	1,357	1,357	1,395	1,395	1,395
ПЧ КП на 4 передачі	1,134		1,129		0,941	0,941	0,941	1	1	1
ПЧ КП на 5 передачі	0,86		0,886		0,784	0,784	0,784	0,849	0,849	0,849
ККД коробки передач (окрім прямої передачі)	0,96		0,965		0,96	0,96	0,96	0,955	0,955	0,955
ККД коробки передач (на прямій передачі)	–	–	–	–	–	–	–	0,98	0,98	0,98
Шифр зовнішньої швидкісної характеристики ДВЗ (Додаток Б)	Д4		Д5		Д6			Д7		

Додаток Б

Вихідні дані зовнішньої швидкісної характеристики двигунів

Д1		Д2		Д3		Д4	
$n, \text{хв}^{-1}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$M, \text{Н}\cdot\text{м}$
875	220	850	630	1000	133	1000	100
1000	225	900	720	1250	140	1250	114
1125	245	950	780	1500	144	1500	122
1250	255	1000	803	1750	148	1750	130
1375	265	1050	820	2000	153	2000	134
1500	270	1100	835	2250	159	2250	136
1625	270	1150	845	2500	165	2500	138
1750	270	1200	850	2750	170	2750	140
1875	275	1250	855	3000	174	3000	142
2000	275	1300	860	3250	178	3250	144
2125	275	1350	865	3500	180	3500	144,7
2250	275	1400	870	3750	182	3750	144,1
2375	273	1450	880	4000	185	4000	143,1
2500	270	1500	883	4250	186	4250	141,8
2625	267	1550	880	4500	187	4500	140
2750	260	1600	875	4750	186	4750	138
2875	255	1650	875	5000	184	5000	135,6
3000	246	1700	870	5250	181	5250	133,2
3125	238	1750	863	5500	175	5500	130,6
3250	230	1800	856	5750	170	5750	127,2
3375	223	1850	849	6000	166	6000	124,5
3500	216	1900	842	6250	156	6250	113,5
3625	210	1950	835	6500	148	6500	96,5
3700	207	2000	828	6750	131		
3850	170	2050	821	7000	103		
4000	140	2100	815				
		2150	670				
		2200	380				
		2250	130				

Продовження додатка Б

Д5		Д6		Д7	
n, XB^{-1}	$M, \text{H}\cdot\text{M}$	n, XB^{-1}	$M, \text{H}\cdot\text{M}$	n, XB^{-1}	$M, \text{H}\cdot\text{M}$
1000	72	1000	54	875	147
1250	86	1250	62	1000	153
1500	94	1500	69	1125	155
1750	102	1750	75	1250	160
2000	106	2000	79	1375	165
2250	108	2250	83	1500	168
2500	110	2500	86	1625	168
2750	112	2750	88	1750	170
3000	113	3000	90	1875	175
3250	113	3250	92	2000	178
3500	112,4	3500	94	2125	180
3750	111,8	3750	93,7	2250	181
4000	111,2	4000	92,7	2375	182
4250	110	4250	91,4	2500	182
4500	108,8	4500	89,6	2625	182
4750	107,6	4750	87,6	2750	181
5000	106	5000	85,2	2875	180
5250	103	5250	82,8	3000	179
5500	98	5500	80,2	3125	178
5750	92	5750	77	3250	177
6000	84	6000	68	3375	175
6250	73	6250	50	3500	174
6500	56	6500	33	3625	173
				3750	172
				3875	170
				4000	167
				4125	165
				4250	162
				4375	160
				4500	156
				4625	140
				4750	120
				4875	90
				5000	65

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахунково-графічної роботи
«Визначення тягово-швидкісної характеристики автомобіля»
з дисципліни «Транспортні засоби з двигунами
та гібридними енергетичними установками»

Укладачі:

САВЧЕНКО Анатолій Вікторович
ШЕЛЕСТОВ Максим Сергійович
МЕШКОВ Денис Вікторович

Відповідальний за випуск доц. Кравченко С. С.

Роботу до видання рекомендувала доц. Тютюнник Л. І.

В авторській редакції

План 2026 р., поз. 56

Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 1,75.

Видавець Видавничий центр НТУ «ХП».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

Електронне видання