

Т. Г. Миськів, П. П. Мурмило\*

Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра експлуатації та ремонту автомобільної техніки,

\* група АТ-42

## АДАПТАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУЧАСНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА ДО ПРИВОДУ АВТОМОБІЛЯ

© Миськів Т. Г., Мурмило П. П., 2019

Розглянуто привод автомобілів Ferrari GTC4 Lusso і Ferrari GTC4 Lusso T з двома типами бензинових двигунів відповідно без наддування та з двома турбоагнітачами.

Порівняно параметри приводу обох автомобілів та наведено зовнішні швидкісні характеристики їх двигунів.

Розраховано тягові характеристики обох автомобілів та відмічено переваги приводу з модернізованою характеристикою двигуна внаслідок примусового наповнення циліндрів турбоагнітачами.

Ключові слова: привод автомобіля, характеристики двигунів, тягові характеристики автомобілів.

T. Myskiv, P. Murmylo

## ADAPTATION OF THE CHARACTERISTIC OF A MODERN PETROL ENGINE TO A DRIVE OF THE CAR

The drive of Ferrari GTC4 Lusso and Ferrari GTC4 Lusso T cars with two types of gasoline engines, respectively, naturally aspirated and turbocharging, is considered.

The comparative parameters of the drive of both cars and the external speed characteristics of their engines are given.

Traction characteristics of both cars are calculated and advantages of the drive with the modernized engine characteristic due to the forced filling of cylinders by turbochargers have been noted.

Key words: vehicle drive, characteristics of the engines, Traction characteristics of the cars.

**Формулювання проблеми.** Як джерело енергії тривалий час використовується поршневий двигун внутрішнього згоряння, характеристика якого далека від ідеальної, тож для його адаптації до приводу автомобіля застосовують різноманітні перетворювачі: зчеплення чи гідротрансформатор, ступенева коробка передач чи варіатор, головна (кінцева) передача зі сталим передатним числом.

Застосування заходів з покращення роботи і підвищення ефективності сучасних бензинових двигунів дало змогу вдосконалити і частково наблизити до ідеальних їх характеристики, тож для глибшого розуміння їх переваг необхідний порівняльний аналіз приводів автомобіля.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відомо, що ідеальною характеристикою потужності двигуна приводу автомобіля є стала потужність  $N_{\max}$ . у всьому діапазоні кутових швидкостей [1] (рис. 1). Тоді обертовий момент залежно від кутової швидкості змінюється гіперболічно і в зоні малих кутових швидкостей зростає до нескінченності, що неможливо і не потрібно, тому він обмежений сталим максимальним значенням  $T_{\max}$ . Це обмеження обертового моменту зумовлене зчепленням колеса з дорогою, тож відповідно потужність у цій зоні знижується від  $N_{\max}$  до нуля. Ще одне обмеження – максимальна кутова швидкість  $\omega_{\max}$  – зумовлене самим двигуном. На поле ідеальної характеристики нанесено поле характеристики поршневого двигуна

внутрішнього згоряння  $N_e=N_e(\omega)$  і  $T_e=N_e(\omega)$  (див. рис. 1). Аби наблизити характеристику останнього до ідеальної, застосовують перетворювачі характеристики (зчеплення, коробка передач, головна передача, а також завдяки турбоагнітанню змінюється вигляд самої характеристики (частина характеристики зі сталим обертовим моментом, а частина зі сталою потужністю) [2].

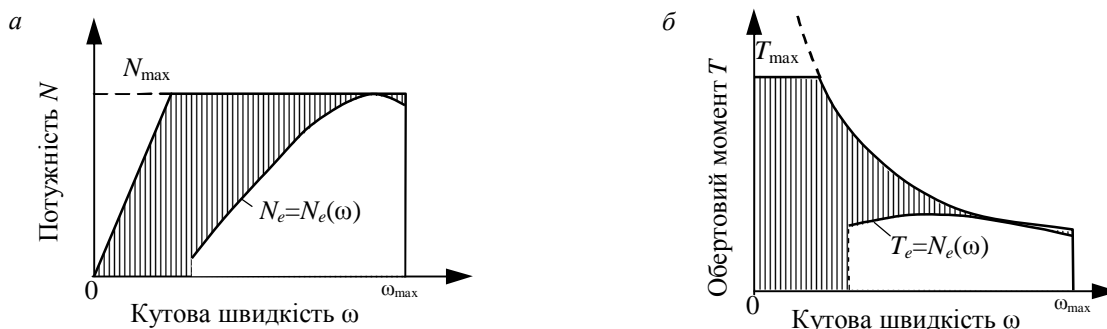


Рис. 1. Ідеальна характеристика двигуна приводу автомобіля (штриховане поле) та характеристика поршневого двигуна внутрішнього згоряння (біле поле):  
а – на графіку потужності; б – на графіку обертового моменту

Турбоагнітання із системою охолодження заряду може надзвичайно збільшити потужність двигуна, тож зменшуються кількість циліндрів і робочий об'єм та підвищується коефіцієнт корисної дії.

**Формулювання мети.** Мета статті – аналіз приводу автомобіля з двома типами бензинових двигунів: без наддування з традиційною характеристикою і з наддуванням, характеристика якого частково наближена до ідеальної.

**Виклад основного матеріалу.** Для аналізу приводу вибрано автомобілі Ferrari GTC 4 Lusso [3] і Ferrari GTC 4 Lusso T [4], технічні характеристики яких наведені у таблиці.

#### Технічні характеристики автомобілів

Модель автомобіля	2018 Ferrari GTC4Lusso	2018 Ferrari GTC4Lusso T
1	2	3
Споряджена маса автомобіля $m_0$ , кг	1790	1740
Повна маса автомобіля $m_a$ , кг	1995	1940
Коефіцієнт опору руху колеса $f_k$	0,01	
Добуток коефіцієнта опору повітря і лобової площі $c_x \cdot A$ , м <sup>2</sup>	0,773	
Система наповнення циліндрів	природне	два турбоагнітатчі
Система живлення	непряме впорскування	пряме впорскування
Розташування і кількість циліндрів	V12	V8
Робочий об'єм двигуна $V_H$ , см <sup>3</sup>	6262	3855
Діаметр циліндра $d$ , мм	94	86,5
Хід поршня $S$ , мм	75,2	82
Ступінь стискання $\epsilon$	13,5	9,4
Максимальна потужність двигуна $N_{max}$ , Вт	507000	448500
Частота обертання на максимальній потужності, $n_N$ , об./хв	8000	5635–7500
Максимальний обертовий момент $T_{max}$ , Н·м	697	760
Частота обертання за максимального обертового моменту $n_T$ , об./хв	5750	3000–5635
Максимальна частота обертання, $n_N$ , об./хв	8250	7500
Тип трансмісії	подвійне зчеплення, автоматична	подвійне зчеплення, автоматична

1		2	3
Передатні числа коробки передач $u_j, j = \overline{1; 7}$		3,397/2,186/1,626/1,285/1,029/0,839/0,634	
Передатне число головної передачі $u_0$		3,88	
Шини:		передні – 245/35ZR20; задні – 295/35ZR20	
Споживання палива, л/100 км:	екстреміське	14–16,8	9,8–11,8
	міське	29,4–35,3	17,7–21,2
	заміське (шосейне)	14,1–16,9	9,9–11,9
	середнє комбіноване	21,6	14
Максимальна швидкість автомобіля, км/год		325	300
Час розганяння до швидкості 100 км/год, с		3,4	3,5
Вартість автомобіля		€ 373339	€ 296638

Порівнюючи основні параметри (див. таблицю), бачимо переваги двигуна з турбонаддуванням: зменшилась кількість циліндрів і максимальна частота обертання двигуна (відповідно з 12 до 8 і з 8250 об./хв до 7500 об./хв), наслідком чого є зменшення втрат на тертя; збільшився обертовий момент (з 697 Н·м до 760 Н·м); зменшилось споживання палива приблизно на 30 %; знизилась вартість автомобіля (з € 373339 до € 296638). Вказані позитивні зміни практично не вплинули на величину максимальної швидкості автомобіля та час розганяння. Для виявлення інших переваг розраховано зовнішні швидкісні характеристики двигунів (рис. 2, 3) та їх тягові характеристики (рис. 4, 5) з використанням [5].

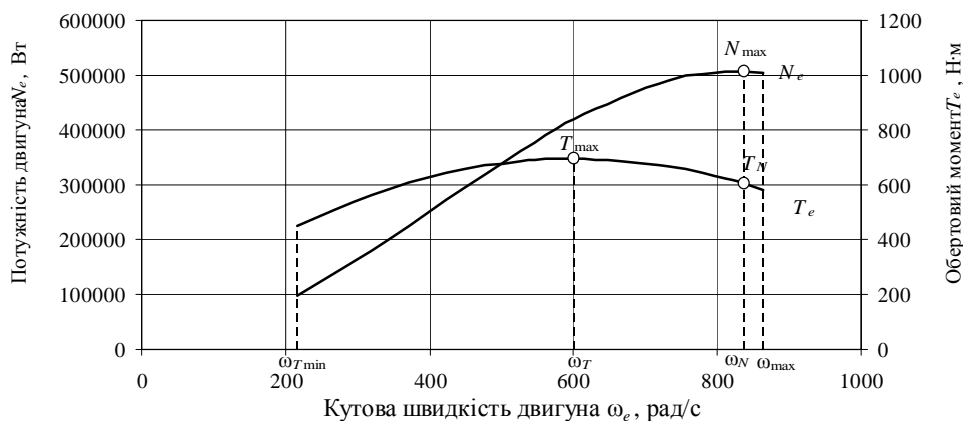


Рис. 2. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна автомобіля 2018 Ferrari GTC4Lusso

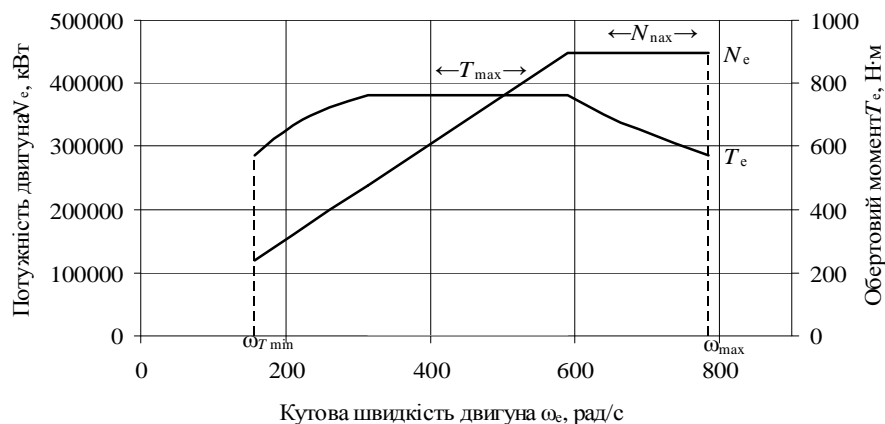


Рис. 3. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна автомобіля 2018 Ferrari GTC4Lusso T

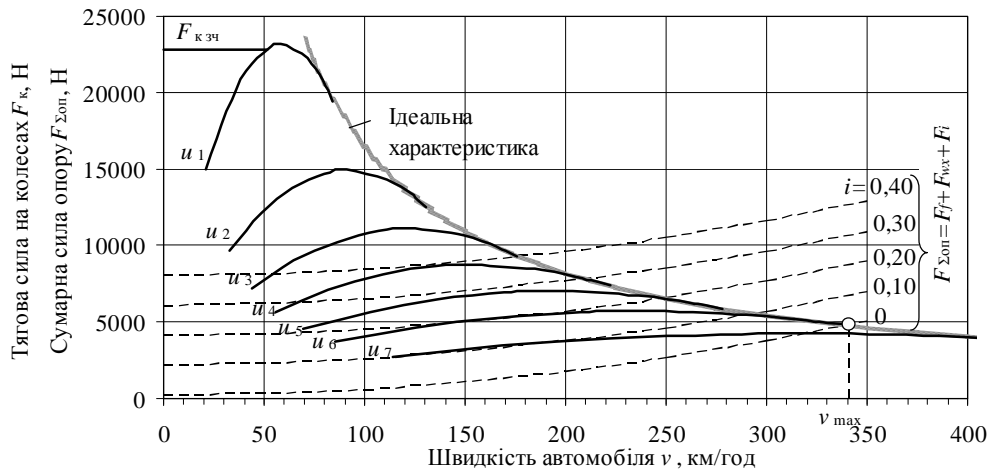


Рис. 4. Тягова характеристика автомобіля 2018 Ferrari GTC4Lusso

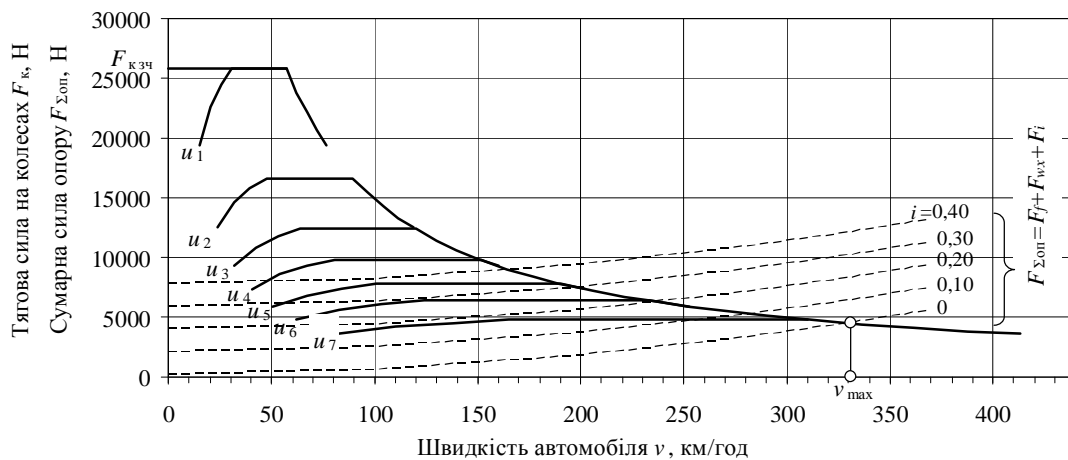


Рис. 5. Тягова характеристика автомобіля 2018 Ferrari GTC4Lusso T

Характеристика двигуна  $N_e=N_e(\omega)$  і  $T_e=N_e(\omega)$  (див. рис. 2) описується відповідно поліномами третього і другого порядків, а його інтеграцію з тією самою коробкою передач показано на тяговій характеристиці (див. рис. 4). Видно, що тягова характеристика дещо не збігається з ідеальною характеристикою (узорчаста лінія) в зоні максимальної потужності, тож під час перемикання передач будуть більші втрати на тертя в зчепленнях. Натомість тягова характеристика (див. рис. 5) в зоні сталої потужності, у якій тягова сила на всіх передачах змінюється гіперболічно, забезпечує оптимальне перемикання передач.

**Висновки.** Порівняно характеристики двигунів приблизно однакової потужності з природним наповненням циліндрів і турбонагнітанням та відзначено переваги останнього з модернізованою характеристикою. Розраховані та побудовані тягові характеристики автомобіля з двома типами двигунів, звідки видно, що завдяки модернізованій характеристиці двигуна приводу розганяння автомобіля відбувається на максимальній потужності, а перемикання передач з мінімальними втратами на тертя в зчепленнях.

1. Manfred Mitschke. *Dynamika samochodu*. Wydawnictwa komunikacji i łączności Warszawa 1977. – 492 s. 2. Heywood J. B. *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill Inc., New York, 1988. 3. [http://www.automobile-catalog.com/car/2018/2513720/ferrari\\_gtc4lusso.html](http://www.automobile-catalog.com/car/2018/2513720/ferrari_gtc4lusso.html) 4. [http://www.automobile-catalog.com/car/2018/2513735/ferrari\\_gtc4lusso\\_t.html](http://www.automobile-catalog.com/car/2018/2513735/ferrari_gtc4lusso_t.html) 5. Миськів Т. Г. Динаміка автомобіля з дискретно-змінною і неперервно-змінною трансмісією // Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2017.