

ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ДОВКІЛЛЯ

УДК 629.02

Б. В. БІЛИК¹

ВПЛИВ РОЗПОДІЛУ ПЕРЕДАТНИХ ЧИСЕЛ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ НА ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛІСОВОЗНИХ АВТОПОТЯГІВ

Подано результати моделювання руху автопотяга і рекомендовано раціональні ряди передатних чисел п'ятиступінчастих коробок передач, які забезпечують мінімальні час і шлях розгону. Встановлено, що вплив закону розподілу передатних чисел коробки передач на динамічність лісовозного автопотяга є істотним. Подальше його уточнення потребує застосування методів багатокритеріальної багатопараметричної оптимізації, оскільки вибір раціонального ряду q_i та передатних чисел тільки за одним критерієм не завжди є обґрунтованим. Оптимальний ряд передатних чисел п'ятиступінчастих коробок передач забезпечує зменшення часу розгону лісовозного автопотяга на 20...49 %.

¹ Богдан Васильович БІЛИК – член-кореспондент ЛАН України, кандидат технічних наук, професор, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна. Тел.: 032-239-27-69. E-mail: bilykbv@ukr.net

Динамічні властивості лісовозних автомобілів великої вантажності впливають не тільки на їх середні швидкості й продуктивність, але можуть мати істотний вплив на стримування та безпеку руху транспортного потоку, особливо на дорогах загального призначення. Ледве чи припустимо підвищувати ці властивості тільки застосуванням двигунів більшої потужності, оскільки це завжди призводить до збільшення витрати пального. Загальноприйнятими показниками динамічності вантажних автомобілів і автопотягів служать час і шлях розгону з місця до швидкості 60 км/год з повним навантаженням. Щоб дослідити вплив передатних

чисел коробок передач на ці показники розроблено математичну модель поступального руху автопотяга з урахуванням крутильних коливань в трансмісії [3, 4]. Розрахункова модель містить шість обертових мас, пружні й дисипативні елементи та фрикціон, що моделює роботу зчеплення. Поступальний рух автопотяга і крутильні коливання в трансмісії описує система шести диференціальних рівнянь. Розроблена комп'ютерна програма "AnRozh 6×6-V60 U" дає змогу моделювати розгін автопотяга з моменту зрушення з місця до заданої швидкості з урахуванням процесу вмикання зчеплення та перемикання передач коробки.

Табл. 1. Передатні числа серійних п'ятиступінчастих коробок передач

№ варіанта	Урал-4320	Урал-4320-1912	КамАЗ-4310	КамАЗ-43118	Рекомендований варіант 9	Tatra T815	Tatra T815
						Tatra, 10 TS 130	Tatra, 10 TS 160
i	1	2	3	Вища дільника	9	нижча	нижча
Передатні числа							
I	5,22	5,61	7,82	6,38	6,50	9,359	7,988
II	2,90	2,89	4,03	3,29	3,35	5,233	4,133
III	1,52	1,64	2,5	2,04	1,96	2,949	2,445
IV	1	1	1,53	1,25	1,29	1,675	1,53
V	0,66	0,723	1	0,615	1,00	0,952	0,956

На важких автомобілях з колісною формулою 6×6 широко застосовують п'ятиступінчасті коробки передач і двоступінчасті роздавальні коробки або восьми чи дев'ятиступінчасті коробки з одноступінчастою роздавальною коробкою. Аналізуючи трансмісії автомобілів заводів КрАЗ, КамАЗ, Урал та ін., можна виділити 11 типових рядів передатних чисел, які встановлюють на більшості модифікацій (табл. 1 і 2).

Загально прийнята в теорії автомобіля методика тягового розрахунку ґрунтується на розподілі передатних чисел коробки передач за законом геометричної прогресії з подальшим коректуванням отриманого ряду на вищих передачах [1, 2]. Рекомендації щодо правил цього коректування мають загальний характер і його вплив на експлуатаційні якості автомобілів не відомий. Для об'єктивного аналізу характеру розподілу різних рядів передатних чисел у табл. 2 наведено коефіцієнти діапазонів передатних чисел $q_2, \dots, q_5$, їх середнє значення q_{cp} та знаменники q_e геометричних прогресій цих рядів, обчислені за загальноприйнятою формулою $q_e = (u_m / u_1)^{1/(m-1)}$, де m – кількість передач; u_m – передатне число на найвищій передачі; u_1 – передатне число на першій (нижчій) передачі коробки.

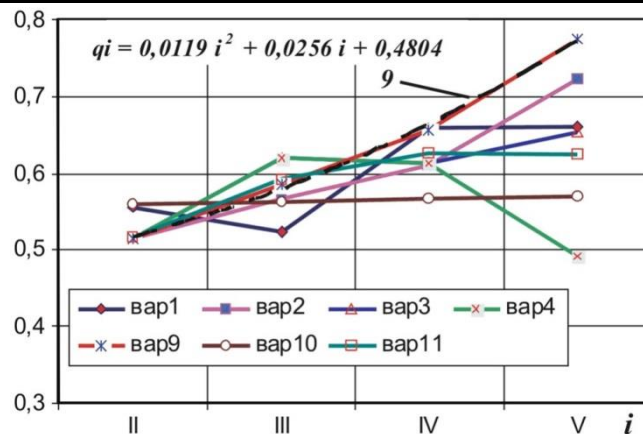


Рис. 1. Коефіцієнти діапазонів передатних чисел q_i різних варіантів п'ятиступінчастих коробок передач: 1 – Урал-4320; 2 – Урал-4320-1912-30; 3 – КамАЗ-4310 (нижча); 4 – КамАЗ-43118 (вища); 9 – Рекомендований варіант; 10 – Tatra T815 – коробка TS 130; 11 – Tatra T815 – коробка TS 160; II, III, IV, V – номери передач

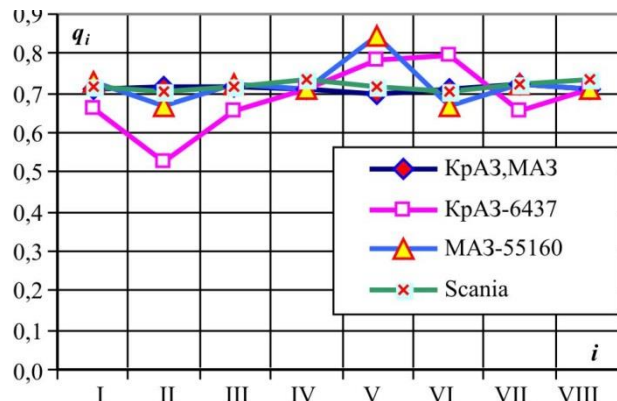


Рис. 2. Коефіцієнти діапазонів передатних чисел q_i різних варіантів восьмиступінчастих коробок передач

Коефіцієнти діапазонів q_i обчислені як відношення передатних чисел попереднього ступеня

u_{i-1} до заданого i -го, тобто $q_i = u_{i-1} / u_i$, $i = 2, \dots, m$. Коефіцієнти q_i можна розглядати як змінні знаменники геометричної прогресії передатних чисел, обчислені для кожної передачі окремо. Характер зміни коефіцієнтів q_i на передачах є різним для п'ятиступінчастих коробок передач різних автомобілів (рис. 1). Загальною тенденцією є зростання q_i на вищих передачах, однак для варіанту 4 (КамАЗ-43118) коефіцієнти $q_5 < q_4$, а для варіантів 1, 10 і 11 $q_5 \approx q_4$. У восьмиступінчастих коробок передач q_i змінюються незначно і їхня зміна має хвилюподібний характер (рис. 2), тобто певної закономірності не спостережено.

Внаслідок численних серій моделювання розгону до 60 км/год лісовозного автопотяга (КамАЗ-4310 + ГКБ-9851), повною масою 22,2 т, за умови, що максимальна кінематична швидкість $V_{\max} = 85$ км/год, для 11-ти варіантів передатних чисел коробки передач (табл. 1), отримано низку графіків (рис. 3 і 4). Порівнюючи час і шлях розгону автопотяга з різними варіантами коробки передач, бачимо, що варіант 9 забезпечує найкращі показники динамічності. Залежність змінного коефіцієнта діапазону від передачі i для цього варіанта апроксимована поліномом

$$q_i = 0,0119 i^2 + 0,0256 i + 0,4804.$$

Табл. 2. Коефіцієнти діапазонів $q_2, \dots, q_5$ і знаменники геометричних прогресій q_k рядів передатних чисел відповідних варіантів коробок передач

Коефіцієнти	Варіанти коробок передач						
	1	2	3	4	9	10	11
q_2	0,556	0,515	0,515	0,516	0,516	0,559	0,517
q_3	0,524	0,567	0,620	0,620	0,586	0,564	0,592
q_4	0,658	0,610	0,612	0,613	0,657	0,568	0,626
q_5	0,660	0,723	0,654	0,492	0,775	0,568	0,625
q_k	0,596	0,599	0,598	0,557	0,626	0,565	0,588
q_{cp}	0,599	0,604	0,600	0,560	0,633	0,565	0,590

Як видно, рекомендований варіант 9 розподілу передатних чисел, побудований за вказаною залежністю, забезпечує мінімальний час і шлях розгону й, відповідно, найкращі динамічні властивості автопотяга. Час $t_{0 \rightarrow 60}$ для варіанта 4, що відповідає коробці передач КамАЗ-43118 на вищому ступені дільника, порівняно з варіантом 9, зростає на 49 %, для інших варіантів (окрім Урал-4320-1912-30) $\Delta t = 19 \dots 36$ %.

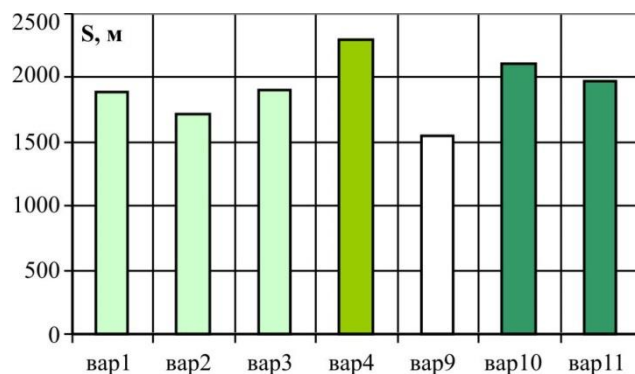
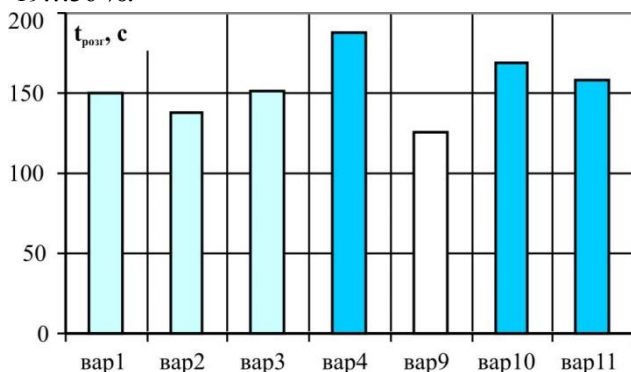


Рис. 3. Час $t_{роз}$ і шлях S розгону з місця до 60 км/год лісовозного автопотяга для різних варіантів п'ятиступінчастих коробок передач

Отже, вплив закону розподілу передатних чисел коробки передач на динамічність лісовозного автопотяга є істотним. Подальше його уточнення потребує застосування методів багатокритеріальної багатопараметричної оптимізації, оскільки вибір раціонального ряду q_i та передатних чисел тільки за одним критерієм не завжди є обґрунтованим.

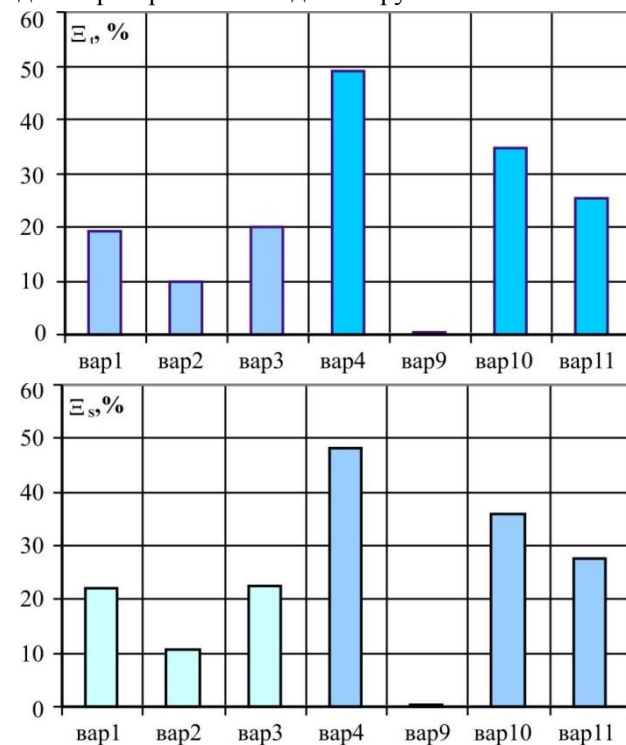


Рис. 4. Відхилення часу та шляху розгону автопотяга з різними варіантами коробки передач, порівняно з рекомендованим варіантом 9

ЛІТЕРАТУРА

- Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1989. – 240 с.
- Проектирование трансмиссий автомобилей: Справочник / под общ. ред. А.И. Гришкевича. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1984. – 272 с.
- Білик Б.В. Аналіз впливу передатних чисел трансмісії на процес розгону і паливну економічність тривісного автомобіля / Б.В. Білик, Н.В. Шевченко // Динаміка, надійність і довговічність механічних і біомеханічних систем та елементів їх конструкцій : матер. Міжнар. наук. конф., 2-5 вересня 2008 р. – Севастополь, 2008. – С. 117-122.

4. Білик Б.В. Щодо вибору оптимальних параметрів двигуна та механічної трансмісії повнопривідних лісовозних автомобілів / Б.В. Білик, Н.В. Шевченко // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.7. – С. 97-102.

B. V. Bilyk

**INFLUENCE OF DIVISION OF
GEAR-RATIOS OF BOXES OF
TRANSMISSIONS IS ON DYNAMIC
PROPERTIES OF WOOD-TRANSPORT
AUTOAPPETENCES**

The results of the movement modelling of the car and recommend rational numbers a five-step series of gear transmissions that provide the minimum time path acceleration are presented. It is set that influence of law of distributing of gear-ratios of box of transmissions on dynamic of wood-transport motor-car train is substantial. Its subsequent clarification is required by application of methods of multicriterion much self-reactance optimization as a choice of rational row of q_i and gear-ratios only after one criterion not always is grounded. The optimum row of gear-ratios of five-step boxes of transmissions is provided by diminishing of acceleration time of road train transporting timber on 20...49 %.

