

*В.П. Сахно, д.т.н., професор
Національний транспортний університет
А.І. Криворот, старший викладач*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА (ГГП) ТА ЧАСУ ПРОХОДЖЕННЯ МІСЬКОГО ЦИКЛУ НА ДОРОЗІ АВТОБУСОМ БАЗ-2215 ЗА РІЗНИХ ПЕРЕДАТОЧНИХ ВІДНОШЕНЬ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

Найбільш повно методика для визначення витрати палива автобуса в міському циклі на дорозі відображена у роботах [1, 2]. Дорожні ділянки для вимірювань витрати палива в міському циклі мають бути прямолінійними, горизонтальними, із асфальтобетонним гладким, сухим і чистим покриттям. Швидкісні режими руху нормуються оперативною картою та графічною схемою усього циклу для кожного типу автомобіля. Послідовне виконання названих фаз (операцій) встановлено через певні відстані шляху, рис. 1.

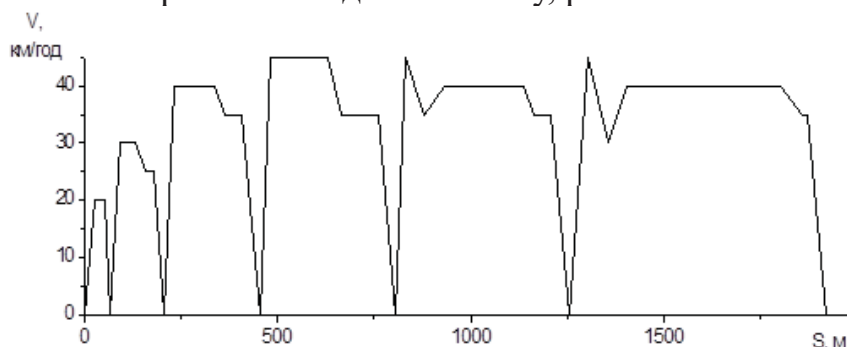


Рисунок 1 – Схема міського їздового циклу для міських автобусів

Характерним є включення до циклу типових фаз руху: розгін; усталена швидкість; сповільнення за допомогою двигуна або гальмівної системи; повна зупинка. Для розрахункового визначення витрати палива автобусом у різних фазах руху скористаємося методикою, яка розглянута в роботі [3]. У відповідності до названої роботи визначимо витрату палива автомобілем у неусталеному та усталеному рухах, а також за повного і часткового використання потужності двигуна.

Витрата палива при неусталеному русі за повного використання потужності двигуна визначається за виразом [3]:

$$Q = G_a \delta \times \left[a_{Qc} \int_{V_n}^{V_k} \frac{V^2 dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} + b_{Qc} \int_{V_n}^{V_k} \frac{V dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} + c_{Qc} \int_{V_n}^{V_k} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} \right], \quad (1)$$

де δ – коефіцієнт, що враховує приріст сил інерції поступальних мас автомобіля за рахунок його обертових мас на відповідній передачі;

a_{Qc} , b_{Qc} , c_{Qc} – коефіцієнти рівняння, яким апроксимує залежність секундної витрати палива двигуном від частоти обертання колінчастого вала;

a_i, b_i, c_i – коефіцієнти правої частини диференційного рівняння руху автомобіля (табл. 1)

Таблиця 1 – Розрахункові формули при розгоні автомобіля.

Рівняння руху при розгоні	$\frac{dV}{dt} m_a \delta_o = a_i V^2 + b_i V + c_i$
Час розгону, с	$\tau = M_a \delta_o \int_{V_H}^{V_K} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i}$
Шлях розгону, м	$S = m_a \cdot \delta_o \cdot \left\{ \frac{1}{2a_i} \ln a_i V^2 + b_i V + c_i \Big _{V_H}^{V_K} - \frac{b_i}{2 \cdot a_i} \int_{V_H}^{V_K} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i} \right\}$
Коефіцієнти рівнянь	$a_i = A_i - K_B \cdot F, \quad b_i = B_i - K_f \cdot m_a \cdot g, \quad c_i = C_i - f_a \cdot m_a \cdot g;$ $A_i = a \cdot \frac{U_i^3 \cdot \eta_m}{r_o r_k^2}, \quad B_i = b \cdot \frac{U_i^2 \cdot \eta_m}{r_o \cdot r_k}, \quad C_i = c \cdot \frac{U_i \cdot \eta_m}{r_o},$ де a, b, c – сталі коефіцієнти, котрі визначають за допомогою інтерполяційної формули Лагранжа; K_f – коефіцієнт, що враховує приріст коефіцієнта f від швидкості руху; K_B – коефіцієнт опору повітря; F – площа поперечного перерізу автобуса; m_a – маса автобуса; g – прискорення вільного падіння; η_m – коефіцієнт корисної дії трансмісії; U_i – передаточне відношення трансмісії автомобіля на i-ій передачі; V – поточна швидкість руху автомобіля; V_K, V_H – кінцева і початкова швидкість в процесі розгону.

Витрата палива при усталеному русі автомобіля і повному використанні потужності двигуна визначається за формулою [3]

$$Q_{so} = 7,7 \frac{a_Q u^2}{r_k^2 \rho} V_a + 27,8 \frac{b_Q u}{r_k \rho} + 100 \frac{c_Q}{\rho V_a}. \quad (2)$$

Середню витрату палива на заданому маршруті, опір руху якого визначається нормальним законом розподілу коефіцієнта опору дороги по довжині шляху визначаємо за формулою [3]

$$q_{kcp} = \frac{1}{\rho} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{Q_{Ticp} \cdot k_i}{V_{icp}}, \quad (3)$$

де ρ – густина палива;

Q_{Ticp} – середня витрата палива на i -ій передачі;

k_i – відносний шлях руху автомобіля на i -ій передачі;

V_{icp} – середня швидкість руху автомобіля на i -ій передачі.

Відносний шлях руху та середня швидкість руху автомобіля на i -ій передачі визначаються за формулами табл. 1.

Приймаючи поточне значення та закон розподілу витрати палива на i -ій передачі з роботи [3], визначаємо середньокілометрову витрату палива

автобусом у заданих умовах експлуатації, табл. 2.

Таблиця 2 – Витрата палива і час проходження циклу автобусом БАЗ-2215 за різних передаточних відношень коробки передач

Закон або методика вибору передаточних відношень трансмісії	Контрольна витрата ГПП, м ³ /100 км	Середня кілометрова витрата ГПП, м ³ /км	Час виконання циклу, с
Геометрична прогресія	33,6	0,475	237
Арифметична прогресія	37,8	0,556	235
Динамічний ряд	32,9	0,469	229
Гармонічний ряд	30,8	0,432	243
Мінімізація витрат палив	32,8	0,455	232
Мінімізація часу розгону	32,7	0,444	242
Методика А.А. Токарева	30,8	0,431	249
Стандартний ряд КПП	35,3	0,543	281

Аналіз даних, табл. 2, показує, що за часом виконання міського їздового циклу найкращі показники притаманні автобусу, передаточні відношення коробки передач визначені за динамічним рядом, найгірші – за методикою А.А. Токарева. Пояснюється це тим, що при незначній швидкості виконання циклу, де рух автомобіля здійснюється на нижчих передачах, прискорення автобуса БАЗ на другій, третій передачах значно вищі за прискорення цього ж автомобіля з другими коробками передач. За показником паливної економічності найкращі результати забезпечені автобусом, передаточні відношення коробки передач визначені за методикою А.А. Токарева і гармонійного ряду, найгірші – за законом арифметичної прогресії. Пояснюється це тим, що при виборі передаточних відношень за методикою А.А. Токарева і гармонійного ряду основна частина шляху здійснюється на вищих передачах, де щільність ряду названого закону вища у порівнянні з іншими.

Література

1. Токарев А. А. *Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля*. Москва: Машиностроение, 1982. 224 с.
2. Гусаров А. П., Кутенев В. Ф., Осепчугов В. В. *Усовершенствованный испытательный ездовой цикл. Автомобильная промышленность*. 1986. № 1. С. 35–36.
3. *Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність: навч. посібник* / Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Київ: Видавництво «КВІЦ», 2004. 174 с.