

УДК 629.113

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ ДВУХ- И ТРЁХЗВЕННЫХ АВТОПОЕЗДОВ

**В.П. Сахно, профессор, д.т.н., К.С. Жаров, аспирант,  
Национальный транспортный университет, г. Киев**

*Аннотация.* Приведены результаты расчетных исследований влияния конструктивных параметров на производительность и экономичность двух- и трехзвенных седельных автопоездов.

*Ключевые слова:* автопоезд, производительность, экономичность, скорость, двигатель, передаточное отношение трансмиссии.

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНІСТЬ ДВО- ТА ТРИЛАНКОВИХ АВТОПОЇЗДІВ

**В.П. Сахно, професор, д.т.н., К.С. Жаров, аспірант,  
Національний транспортний університет, м. Київ**

*Анотація.* Наведено результати розрахункових досліджень впливу конструктивних параметрів на продуктивність і економічність дво- і триланкових сідельних автопоїздів.

*Ключові слова:* автопоїзд, продуктивність, економічність, швидкість, двигун, передаточне відношення трансмісії.

## PRODUCTIVITY AND ECONOMY OF TWO AND THREE-UNIT LORRY CONVOYS

**V. Sakhno, Professor, Doctor of Technical Science, K. Jarov, postgraduate, National Transport University, Kyiv**

*Abstract.* The results of calculation researches of construction parameters impact on the productivity and economy of two- and three-unit saddle lorry convoys are offered in the given article.

*Key words:* lorry convoy, productivity, economy, speed, engine, transmission relation.

### Вступ

Загальновідомо, що підвищення продуктивності та економічності рухомого складу є постійним пріоритетом підприємств, діяльність яких пов'язана з перевезеннями пасажирів та вантажів. Очевидно, що ці властивості є одними з найважливіших при плануванні та аналізуванні діяльності таких підприємств, оскільки вони безпосередньо впливають на їхню прибутковість: продуктивність пов'язана із обсягом послуг, а економічність – із собівартістю послуг. В Україні перевезення вантажів автомобільним транспортом на значні відстані (у міжрегіональному та міжнародному сполученні) характе-

ризуються постійним зростанням вантажообігу, потребують підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту. Це, зокрема, впливає з інформації Державного комітету статистики України стосовно вантажних перевезень автомобільним транспортом (рис. 1).

### Аналіз публікацій

Продуктивність, як відомо, може визначатись як транспортна робота за одиницю часу, наприклад, за годину. В цьому випадку продуктивність залежить від номінальної вантажопідйомності автопоїзда, коефіцієнта динамічного використання вантажопідйомності,

коефіцієнта використання пробігу, технічної швидкості, довжини їздки з вантажем та часу навантаження-розвантаження.

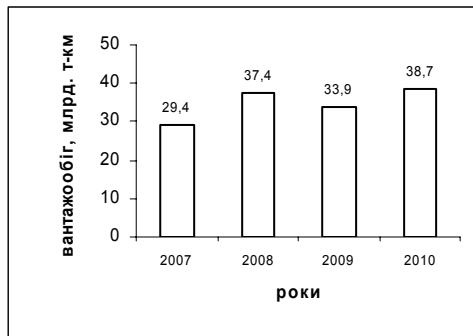


Рис. 1. Динаміка зростання вантажообігу за роками

У цій роботі досліджуються сидельні автопоїзди з різними конструктивними параметрами, які здійснюють перевезення різної кількості вантажу на однакову, значну відстань. Отже, у подальшому час навантаження-розвантаження не розглядатимемо, а коефіцієнт використання пробігу приймемо рівним 1. Коефіцієнт динамічного використання вантажопідйомності за даних обставин дорівнюватиме коефіцієнту статичного використання вантажопідйомності і в добутку з номінальною вантажопідйомністю дорівнюватиме масі вантажу, що перевозиться  $M_v$ . Технічна швидкість  $V_T$  являє собою середню швидкість за час руху. Продуктивність  $W$  визначатимемо за формулою

$$W [\text{т-км/год}] = M_v \cdot V_T. \quad (1)$$

Паливну економічність автопоїздів визначатимемо через питому витрату палива  $Q_p$ , яка дорівнює відношенню середньої витрати палива  $Q_{\text{сер}}$  до транспортної роботи. Для зручності подальшого аналізування, в рамках даної роботи введемо величину, обернену до питомої витрати палива, позначимо через  $E$  та умовно назвемо її економічність. Ця назва відповідатиме дійсності тому, що зменшення питомої витрати палива означає покращення «економічності», і навпаки.

### Мета та постановка задачі

Метою роботи є дослідження впливу варіації конструкції автопоїздів на середню швидкість руху, середню витрату палива, продуктивність та економічність. Дослідження проводиться за допомогою імітаційної комп'ютерної моделі (ІКМ) руху автопоїзда,

розробленої на кафедрі автомобілів Національного транспортного університету (м. Київ). Робота цієї моделі описана у роботах [1, 2].

Об'єктами аналізу в цій роботі є дев'ять автопоїздів – як дволанкових, так і триланкових, до складу яких входять сидельні тягачі DAF XF 105.410, DAF XF 105.460, DAF XF 105.510, напівпричіп KRONE SDP 27, причепи KRONE AZP 18, KRONE ADP 27.

Крім того, для аналізу автопоїздів були використані наступні дані. Автомобілі DAF XF 105 оснащені стандартними 16-ступеневими коробками передач ZF 16S-1820; шини: 315/70R22,5; передаточні числа головних передач: 2,69; 2,93; 3,07; 3,31; 3,73; 4,1; 4,12; 4,46; 4,89; 5,12; 5,56; 6,1; 6,43; коефіцієнт опору кочення колеса: 0,01; ККД трансмісії: 0,9; фактори обтічності: 1; 1,25 – відповідно для дволанкових та триланкових автопоїздів.

Вантажопідйомність дволанкового автопоїзда становить 32,8 тонн, триланкових автопоїздів – 46,8 та 51,3 тонн. Загальна маса дволанкового автопоїзда становить 46,4 тонн, триланкових автопоїздів – 64,6 та 70,4 тонн відповідно.

Аналіз експлуатаційних характеристик дев'яти вищенаведених автопоїздів проводиться при десяти різних обсягах перевезень з м. Києва до м. Одеси.

### Продуктивність та економічність багатоланкових автопоїздів

ІКМ імітує рух автопоїздів по маршруту Київ–Одеса, із заданим поздовжнім профілем заданого маршруту, розбиваючи його на ділянки з постійними значеннями ухилів довжинами 500 та 1000 метрів (в залежності від рельєфу місцевості).

Коротка характеристика маршруту. Довжина маршруту: 465,5 м; мінімальна висота над рівнем моря: 0; максимальна висота над рівнем моря: 253 м; мінімальне значення ухилу: -6,3 %; максимальне значення ухилу: 7,7 %.

ІКМ визначає середні (технічні) швидкості та середні витрати палива автопоїздів на заданому маршруті при відомих фактичних масах автопоїздів. Маса вантажу, що перевозиться, варіюється в межах 5,13–51,3 тонн. Відповідно є коефіцієнт використання вантажопід-

йомності послідовно змінюється від 15,6 % до 100 %, фактична маса автопоїзда – від 18,73 до 70,4 тонн.

Набір вищенаведених даних є достатнім для визначення продуктивності та економічності автопоїздів. Продуктивність визначатимемо за формулою (1); економічність, виходячи з вищевикладених міркувань, розраховуватимемо за формулою

$$E_{[T \cdot \text{км} / \text{л}]} = \frac{M_B}{Q_{\text{ср}}}$$

При дослідженні впливу передаточних чисел головної передачі автомобіля-тягача на продуктивність та економічність визначатимемо комплексний оціночний показник (КОП) [1, 2], який узагальнює значення цих двох властивостей.

$$\text{КОП}_i = \frac{W_i - W_{\min}}{W_{\max} - W_{\min}} + \frac{E_i - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min}}$$

де  $W_{\max}$ ,  $W_{\min}$ ,  $E_{\max}$ ,  $E_{\min}$  – мінімальні та максимальні значення продуктивностей та економічностей автопоїздів з усього діапазону передаточних чисел головної передачі при незмінних інших параметрах;  $W_i$ ,  $E_i$  – значення цих величин для  $i$ -го передаточного числа ( $K_{\text{гп}}$ ).

Сформуємо залежності вищезазначених показників від маси автопоїзда для трьох значень передаточних чисел головної передачі (I, II, III). Перша точка відповідає  $K_{\text{гп}}=2,69$  і характеризується максимальною продуктивністю та мінімальною економічністю. Точка III відповідає  $K_{\text{гп}}=6,43$  і характеризується максимальною економічністю та мінімальною продуктивністю. Точка II відповідає максимальному значенню КОП. Для різних автопоїздів та для різних обсягів перевезень  $K_{\text{гп}}$  змінюється від 4,1 до 4,89.

На рис. 2–5 наведені отримані за результатами розрахунків залежності технічної швидкості, середньої витрати палива, продуктивності та економічності автопоїздів з автомобілем-тягачем DAF XF 105.460 в точках I, II та III. На цих графіках пунктирною лінією позначені ділянки залежностей, які відповідають руху автопоїздів, що не передбачений Правилами дорожнього руху – перевищення допустимої швидкості або маси транспортного засобу.

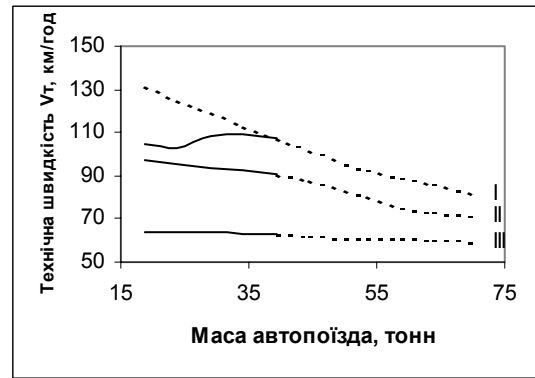


Рис. 2. Залежність технічної швидкості від маси автопоїзда

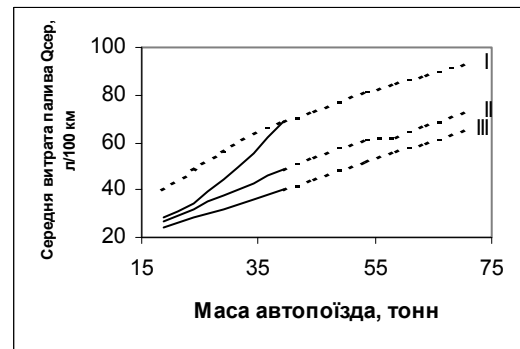


Рис. 3. Залежність середньої витрати палива від маси автопоїзда

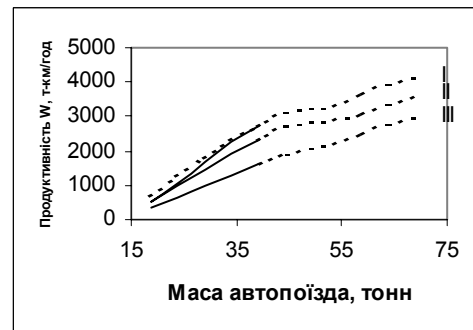


Рис. 4. Залежність продуктивності від маси автопоїзда

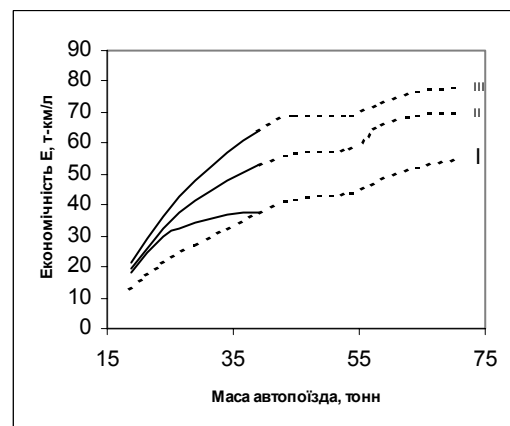


Рис. 5. Залежність економічності від маси автопоїзда

### Висновки

На підставі проведених в даній роботі розрахунків можна зробити такі висновки щодо впливу конструкції на економічні показники рухомого складу.

Збільшення передаточного числа головної передачі покращує паливну економічність і навпаки, погіршує продуктивність.

Збільшення коефіцієнта використання вантажопідйомності, збільшення маси обсягу перевезень за одну їзду зменшує технічну швидкість та середню витрату палива на маршруті, але водночас, покращує продуктивність та економічність. Як видно з рис. 4–5, використання рухомого складу великої вантажопідйомності може привести до збільшення продуктивності майже вдвічі та скорочення витрат на перевезення на 20–30 %.

Розрахунок показників продуктивності та паливної економічності автопоїздів, який провадився за допомогою ІКМ на маршруті Київ-Одеса, виконувався на основі характеристик поздовжнього профілю дороги та дозвленої швидкості руху на ньому. При цьому не враховувалися реальні умови руху

(обмеження швидкості в населених пунктах, щільність транспортного потоку і т. ін.). Для отримання більш об'єктивних результатів потрібно визначити параметри їздових циклів автопоїздів на цьому маршруті.

### Література

1. Порівняльний аналіз та оптимізація конструкцій тягачів триланкових автопоїздів / В.П. Сахно, К.С. Жаров // Автошляховик України. Окремий випуск. Вісник Центрального наукового центру Транспортної академії України. – 2008. – №11. – С. 125–134.
2. До вибору типу автомобіля-тягача триланкового автопоїзда за показниками паливної економічності / К.С. Жаров // Автошляховик України. – 2008. – №4(204). – С. 17–21.
3. The DAF XF 105. Edition 2009. DAF Trucks N.V., Нідерланди.

Рецензент: В.П. Волков, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 4 серпня 2011 р.

---