

**ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЇ
ЕНЕРГОРЕСУРСІВ
У ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ**

**А.О. Белятинський, д.т.н.,
В.М. Першаков, к.т.н., Т.О. Сліщук,
О.П. Сліщук**

Київ

Енергозбереження в дорожній галузі відіграє важливу роль під час проектування траси дороги та місця її розташування, адже експлуатаційні характеристики дорожнього покриття та рельєфу прямо впливають на витрату пального автомобілем. Аналіз технічних характеристик деяких автомобілів та чинників, що впливають на її рух, дозволив дійти висновку, що проблему енергозбереження потрібно враховувати на початковій стадії проектування як траси дороги в цілому, так і її частин зокрема.

Енергозбереження є процесом, під час якого скорочується потреба в паливно-енергетичних ресурсах на одиницю кінцевого корисного ефекту від їх використання. В розвинутих країнах стратегічною метою державної політики вважають екологію, а енергетичну ефективність – засобом досягнення цієї мети. Наприклад, у Франції заходи з енергозбереження координуються Управлінням з питань економії енергії. Європейська енергетична комісія розробила комплексну програму дій щодо підвищення енергетичної ефективності.

Споживання енергоресурсів характеризується високою енергоємністю. В Україні витрати енергії на одиницю національного валового продукту в 2-3 рази перевищують відповідні показники економічно розвинутих країн. У нас витрачається 300 млн. т. умовного палива за рік, у Німеччині – 490 млн. т. за умови, що валовий національний продукт Німеччини перевищує валовий національний продукт України в декілька разів.

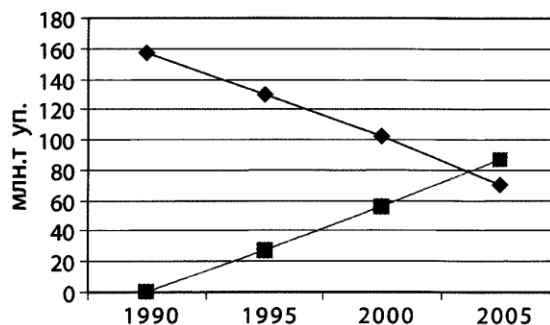
Визначення енергетичних витрат під час руху автомобіля. Як відомо, до паливно-енергетичних ресурсів належать природне паливо, при-

родні енергетичні ресурси, продукти переробки палива, горючі побічні енергоресурси, електро- та теплова енергії. В таблиці наведена оцінка рівнів технічно можливого енергозбереження по роках.

Оцінка рівнів технічно можливого енергозбереження по роках

Види паливно-енергетичних ресурсів	Роки		
	2000	2005	2010
Паливо, млн.т., всього	24,9-28,8	30,0-44,3	53,1-60,9
Паливо, млн.т., у т.ч. рідке паливо	6,7-7,2	0,1-11,5	14,3-16,4

При всіх процесах спалювання палива відбувається викид CO₂, що є однією з причин виникнення парникового ефекту, який може призвести до зміни клімату. Діоксид сірки у сполученні з водяною парою, що є в повітрі, призводить до кислотних дощів. Екологічна ефективність заходів із енергозбереження щодо зменшення обсягів спалювання органічного палива і шкідливих викидів у навколишнє середовище (CO₂, CH₄, NO₂), окислів сірки SO₂, окислів азоту, окислів вуглецю визначається зменшенням шкідливих викидів у 2000 р. на 42,9 млн.т., 2005 р. – 82 млн.т., 2010 р. – на 130 млн.т. Графік потенціалу енергозбереження наведено на рисунку¹.



◆ потенціальне енергозбереження
■ макс ефективний рівень реалізації потенціалу

Зменшення технологічно доступного потенціалу енергозбереження відповідно до реалізації

¹ Сегеркранц В.М. Прогнозирование режимов движения транспортных потоков при проектировании автомобильных дорог: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.22.11/МАДИ. – М., 1984. – 44 с.

Рівень позитивного екологічного ефекту в дорожньому будівництві показує наскільки зменшуються викиди твердих та газоподібних домішок в атмосферу.

Головним аспектом енергозбереження в дорожній галузі є економія пального. Забезпечити раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів можливо шляхом здійснення комплексу технічних, соціальних, організаційних та економічних заходів. Розрахунок витрати палива необхідний не тільки при аналізі екологічної якості дороги, але й для оцінки важливих транспортно-експлуатаційних якостей автомобільної дороги за техніко-економічними показниками, для грошової оцінки витрат на перевезення.

Витрата пального визначається навантаженням на двигун, яке залежить від режиму руху, що встановлений водієм, а тому від дорожніх умов. Отже, розрахунку пального передують розрахунок швидкості руху, в процесі якого визначаються основні показники роботи двигуна.

Розрахунок витрати палива оснований на закономірностях роботи автомобільних двигунів.

Для режиму тягового зусилля витрату палива (в л) визначають за формулою:

$$Q = q \times N \times S / (3600 \times p \times v), \quad (1)$$

де q – питома витрата пального, що залежить від ступеня дроселювання та частоти обертів двигуна, г/(л.с.ч); N – потужність двигуна, л.с.; p – щільність палива г/см³; v – швидкість руху, м/с; S – довжина ділянки, м.

Розрахунок витрати пального поодиноких автотransпортних засобів можливо проводити за методикою², а також за даними характеристик двигунів.

Залежність витрат пального від швидкості руху автомобілів визначається за формулою:

$$F_j = a + b v_a + c v_a^2 + d v_a^3, \text{ л/км.} \quad (2)$$

Значення коефіцієнтів регресії a, b, c, d різні для значень витрат пального при пробігу різних груп бензинових автотransпортних засобів.

Важливим моментом є також оцінка енергетичних витрат при русі транспортних потоків³. У запропонованій імітаційній моделі транспортний потік розподілений на п'ять підсистем, що описують рух автотransпортних засобів на прямій смузі, на зустрічній смузі, пошук та оцінку водієм можливостей для обгону, рух автотransпортних засобів, що здійснюють обгін. Проведена оцінка погонних витрат пального транспортним потоком в кг/год·км на перегонах відображена формулою

$$F = \sum_i \sum_j \sum_k P_{ki} N r_j, \quad (3)$$

де r_j – пробігова витрата пального j -го виду; P_{ki} – вірогідність попадання k -ї групи автотransпортних засобів в i -й діапазон швидкості потоку; N – інтенсивність потоку.

Математична обробка отриманих даних при зміні інтенсивності потоку від 50 до 1200 автотransпортних засобів (АТЗ) в год. на смугу, чисельності вантажних АТЗ і автобусів у потоці від 0 до 50 % для оцінки витрати пального за формулою (3) дозволила встановити наступні залежності:

$$F = C_{j1} N \text{ при } K_{ra} < 5 \%$$

$$F = C_{j2} N \text{ при } 5 \% < K_{ra} < 25 \%$$

$$F = C_{j3} N \text{ при } K_{ra} > 25 \%,$$

де $C_{j1,2,3}$ – коефіцієнти регресії, кг/АТЗ км; K_{ra} – кількість вантажних АТЗ та автобусів у транспортному потоці. Питання залежності енерговитрат від інтенсивності руху потребує окремого розгляду.

² Трофименко Ю.В. Теория экологических характеристик автомобильных энергоустановок.: Автореф. дис. канд. техн. наук: / МАДИ. – М. – 32 с.

³ Ксенодочов В.И. Расчет срезок для обеспечения видимости на дорогах. – М.: Дориздат, 1953. – 15 с.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Проблемам витрати пального автотранспортом при проектуванні автомобільних доріг присвячені роботи Філіпова В.В., Сегеркранца В.М., Білозерова В.І. та інших⁴. У цих роботах представлені принципи та методики проектування поздовжнього профілю автомобільної дороги з урахуванням витрати пального.

У моделі Білозерова В.І. наведена оцінка впливу на витрату пального і витрати механічної енергії лише величини поздовжнього профілю і типу покриття:

– при русі автомобіля без вантажу:

$$A_j = (1 + K_t) \cdot (P_j + i_j) \frac{1}{i_j U_j} \rightarrow \min, \quad (4)$$

$$E_j = 3,68 \cdot 10^{-3} \times (g_e / \eta_e \cdot (1 + k_t) \cdot (U_j + i_j)) \frac{1}{i_j U_j} \rightarrow \min, \quad (5)$$

– при русі з вантажем:

$$A_j = K_t \cdot (P_j + i_j) \frac{1}{i_j U_j} \rightarrow \min, \quad (6)$$

$$E_j = 3,68 \cdot 10^{-3} \times (g_e / \eta_e \cdot k_t \cdot (U_j + i_j)) \frac{1}{i_j U_j} \rightarrow \min, \quad (7)$$

де A_j – витрати механічної енергії, кДж; E_j – витрати пального кг/т·км; K_t – коефіцієнт тари; U_j, i_j – відповідно питомі опори кочення та похил на j ділянці; g_e – ефективна потужність двигуна.

Заходи, що вживаються для зниження витрати пального, не враховують їх взаємної дії. В роботі Торова В.С.⁵ оптимізується лише величина поширення проїзної частини кар'єрних доріг. Батракова А.Г. у своїй роботі розглядає модель формування магістрального ходу за критерієм мінімуму енерговитрат при обмеженнях по капітальному вкладенню в будівництво⁶.

Висновки.

Позитивним моментом у розглянутій темі є розроблення принципів проектування плану і поздовжнього профілю при вирішенні проблем витрати палива. Однак, крім цього необхідно дослідити вплив на енергоресурси дорожніх умов, розглядаючи систему "дорожні умови – транспортний потік – середовище".

Таким чином, у галузі проектування реконструкції автомобільних доріг розроблені методи вирішення проблем енергозбереження, що розглядають технічні, екологічні та ергономічні аспекти цієї проблеми окремо. Тому необхідно детально займатися питаннями енергозбереження на стадії реконструкції автомобільних доріг на дорожніх заокругленнях через дослідження параметрів дороги з позиції системного аналізу. Автомобільний транспорт є одним із основних споживачів пального, в результаті чого за умов дефіциту енергетичних ресурсів актуальною є проблема енергозбереження в дорожньому будівництві.

Витрата пального – один із найважливіших показників рівня використання енергоресурсів.

Під час автомобільних перевезень майже третину експлуатаційних витрат складає вартість паливно-мастильних матеріалів. Знизити витрати палива можливо за рахунок покращання показників паливної економічності при перевезеннях вантажним транспортом.

⁴ Філіпов В.В. Аналіз і оцінка проектних рішень в САПР АД. – М.: Изд-во БГУ, 1990. – 64с.

Білозеров В.І. Расчет расхода горючего карьерным автотранспортом // Науч. тр. ИГД им. Скорчинского А.А – Свердловск: ИГД, 1982. – вып. 111, – С.59-63.

Сегеркранц В.М. Прогнозирование режимов движения транспортных потоков при проектировании автомобильных дорог: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.22.11/МАДИ. – М., 1984. – 44 с.

Білятинський О.А., Клименко І.С. Аспекти енерго- та ресурсозбереження при проектуванні автомобільних доріг // Вісник ТАУ, НТУ. – 1999. – № 3.

⁵ Торов В.С. Оптимизация параметров карьерных автомобильных дорог // Проблемы транспорта рудных карьеров. Тр. ИГД – Свердловск: ИГД, 1981. – вып. 66, С.36-48.

⁶ Батракова А.Г. Энергозберігаюче трасування автомобільних доріг з урахуванням екологічних та ергономічних вимог системи "людина-автомобіль-дорога-середовище: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.11, Харьков., 2001. – 28 с.