

більш широкому інформаційному просторі та спрощує прогнозування коливань екологічної рівноваги і можливість прийняття рішень щодо її стабілізації.

Напрямок подальших досліджень – проведення перевірки адекватності моделі на основі статистичних даних щодо забруднення атмосфери у різних регіонах України.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Биченок М.М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою / М.М. Биченок. – К.: Ін-т проблем нац. безпеки, 2005. – 196 с.
2. Гахов Р.П. Моделирование трафика беспроводной сети передачи данных / Р.П. Гахов, Н.Г. Кучук // Научные ведомости

Белгородского государственного университета. – 2014. – № 1(172), вып. 29/1. – С.175–181.

3. Крымская И.Г. Гигиена и основы экологии человека: учеб. пособ. / И.Г. Крымская, Э.Д. Рубан. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 351 с.
4. Кучук Н. Г. Аналіз стану сформованності здорового способу життя студентів класичного університету / Н. Г. Кучук // Системи обробки інформації : зб. наук. пр. – Х. : ХУПС, 2012. – Вип. 7 (105). – С. 300 – 305.
5. Мусієнко М.М. Екологія: тлумачний словник / М.М. Мусієнко, В.В. Серебряков, О.В. Брайон. – К.: Либідь, 2004. – 376 с.
6. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у 2013 році [електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.mns.gov.ua/content/annual\\_report\\_2013.html](http://www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html).

УДК 625.72

**Смирнова Н.В.**

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ЗАВИСИМОСТИ РАСХОДА ТОПЛИВА ОТ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ

### Введение

Обоснования проектных решений автомобильных дорог или эксплуатационных мероприятий в течении их срока службы включают анализ транспортно-эксплуатационных характеристик дорог на основе моделирования движения транспортных потоков с расчетом комплекса транспортно-эксплуатационных показателей в дорожных условиях, формируемых проектными решениями. И, такой важнейший показатель, как расход топлива составляет наибольшую часть в транспортных издержках и в значительной степени зависит от дорожных условий.

### Цель и постановка задачи

Целью настоящей статьи является обоснование необходимости при сравнении вариантов проектных решений рассчитывать расходы топлива по всем автомобилям расчетного потока, по всем пикетам проектного решения, в которых меняются параметры плана, продольного

и поперечного профиля дороги и соответственно скорости, а также обязательно учитывать такие эксплуатационные параметры как коэффициент сцепления и показатели ровности.

### Зависимость расхода топлива от скорости движения

Расход топлива, необходимый для движения по данному участку дороги, зависит как от параметров дороги, так и параметров автомобиля. Роль параметров автомобиля в расходе топлива детально изучена в теории автомобиля [1-4], [6], в которой получены достаточно точные для решения наших дорожных задач зависимости расхода топлива от заданной скорости движения.

Скорость движения водитель устанавливает в соответствии с дорожными условиями, которые определяются планом и профилем дороги и показателями эксплуатационного состояния.

Моделируя действия водителя по выбору режима движения автомобиля в транспортном потоке, получают детальные графики скорости вдоль дороги [7], обобщающие дорожные условия [7], радиусы кривых, расстояние видимости, ограничение скорости в населенном пункте и т.п..

Таким образом, решая задачу изменения расхода топлива вдоль дороги, можно считать обоснованными значения скорости основных типов автомобилей из подобных путевых графиков, которые войдут как исходные данные в зависимости расхода топлива, полученные в теории автомобиля.

В этих зависимостях кроме скорости явно участвуют также меняющиеся вдоль дороги те параметры дороги, которые определяют силы сопротивления движению и расходы мощности на движение на данном участке дороги: это продольный уклон  $i$ , коэффициент сопротивления качению  $f$  и характеристика ровности проезжей части – показания толчкомера  $S_p$ .

Академик Е.А.Чудаков [8] определил сумму  $\psi = i + f$  как дорожные сопротивления и исследовал топливо-экономические характеристики автомобиля как зависимость путевого расхода топлива от дорожных сопротивлений при постоянных скоростях движения.

Профессор А.К.Бируля [4, 5], исследуя зависимости транспортно-эксплуатационных характеристик дороги от параметров эксплуатационного состояния, обосновал зависимость коэффициента сопротивления качению  $f$  от характеристики ровности проезжей части

$$f = f_o + \alpha \cdot S_p \cdot v^2, \quad (1)$$

где  $f_o$  – коэффициент сопротивления качению при малой скорости (до 20 км/час),  $\alpha$  – коэффициент жесткости подвески автомобиля, равный  $5 \cdot 10^{-7}$  для легковых автомобилей и  $7 \cdot 10^{-7}$ , для остальных,  $S_p$  – показания толчкомера, см/км, характеризующий ровность проезжей части.

Таким образом, в последующих зависимостях расхода топлива участвуют: 1)

все параметры дороги и транспортных потоков, определившие на данном участке дороги скорость автомобиля и 2) продольный уклон  $i$ , коэффициент сопротивления качению  $f$  и характеристика ровности проезжей части – показания толчкомера  $S_p$ , определяющие силы сопротивления движению и расходы мощности на движение на данном участке дороги.

Расход топлива, необходимый для преодоления участка дороги длиной  $s$  км со скоростью  $V$  км/ч, рассчитывают по известной формуле теории автомобилей [1], [2, 3], [5]

$$G_s = g_e s N / (3.6V), \quad (2)$$

где  $g_e$  – удельный расход топлива при данных условиях движения, кг/(квт·ч),  $N$  – мощность, необходимая для преодоления всех сопротивлений движению на данном участке дороги, квт.

Удельный расход топлива  $g_e$  при заданных условиях движения часто рассчитывают по приближенной зависимости И.С. Шлиппе [1]

$$g_e = g_N k_n k_{II}, \quad (3)$$

где  $g_N$  – удельный расход топлива при максимальной мощности,  $N_{max}$ , кг/(квт·ч), примерно на 5-15% больше минимального расхода топлива  $g_{e min}$ , в дальнейшем принято  $g_N \approx 1.1 g_{e min}$ ,  $k_n$  – коэффициент, учитывающий зависимость  $g_e(n)$  от относительной частоты двигателя  $n'$  ( $n'$  – отношение частоты двигателя при данной скорости автомобиля к частоте  $n_m$  при максимальной мощности  $N_{max}$ ),  $k_{II}$  – коэффициент, учитывающий зависимость  $g_e(i)$  от степени использования  $II$  мощности двигателя ( $II$  – отношение мощности  $N$ , необходимой для движения по данному участку дороги со скоростью  $v$ , к мощности двигателя  $N_e$  при частоте вращения  $n$ , соответствующей скорости  $v$  и при полной подаче топлива).

Коэффициенты  $k_n$  и  $k_{II}$  обычно вычисляют по приближенным формулам, аппроксимирующим графические зависимости  $g_e(n)$  и  $g_e(II)$ , см., например, рис. 1, 2 [1, рис. 61 а и б], [3, рис. 61 а и б].

Например, в пособии [3], подготовленном сотрудниками кафедры автомобилей и двигателей МГИУ, предложены для бензинового двигателя следующие зависимости для коэффициентов  $k_n$  и  $k_{II}$

$$k_n = 1.043 - 0.667n' + 0.628n'^2, \quad (4)$$

$$k_{II} = 0.267 + 0.416II + 0.263II^{-1}. \quad (5)$$

Мощности  $N$  и  $N_e$ , необходимые для расчета расхода топлива находят по следующим известным зависимостям.

Мощность  $N$ , необходимая для преодоления всех сопротивлений движению на данном участке дороги

$$N = v(P_i + P_f + P_w + P_j)/\eta, \quad (6)$$

где  $P_i, P_f, P_w, P_j$  – соответственно силы сопротивления движению на подъем, сопротивления качению, сопротивления воздуха и сопротивления инерции,  $\eta$  – КПД трансмиссии автомобиля.

Мощность двигателя  $N_e$  при относительной частоте двигателя  $n'$ , соответствующей скорости  $v$  (м/с) на данном участке дороги при полной подаче топлива рассчитывают по формуле С. Р. Лейдермана (для карбюраторных двигателей  $a = b = c = 1$ )

$$N_e = N_{\max} n'(a + n'(b - cn')). \quad (7),$$

При этом

$$n' = \frac{v \cdot i_o \cdot i_k}{0.105 r_k n_m}, \quad (8)$$

где  $i_k$  и  $i_o$  – соответственно передаточные числа используемой и главной передачи,  $r_k$  – радиус качения колеса.

На участках дороги с пониженными сцепными свойствами мощность двигателя  $N_e$  по известным зависимостям ограничивают.

В расчете расхода топлива для автомобиля, движущегося по данному участку дороги со скоростью  $v$ , прежде всего находят силы сопротивления движению  $P_i, P_f, P_w, P_j$  и по формуле (8) необходимую мощность двигателя для их преодоления. Далее устанавливают номер используемой передачи, начиная с самой высшей. Для этого по формуле (7) находят относительную частоту двигателя  $n'$ , соответствующую скорости  $v$ , а по формуле (6) максимальную мощность  $N_e$  при этой частоте.

Если  $N_e < N$ , то на данной передаче  $k$  мощности двигателя недостаточно, и переходят на пониженную передачу  $k-1$ .

После установления номера передачи вычисляют степени использования мощности двигателя  $II = N/N_e$ , находят коэффициенты  $k_n$  и  $k_{II}$  и по формулам (3) и (2) искомый расход топлива на данном участке.

#### Анализ зависимостей расхода топлива от ровности проезжей части

Анализ зависимостей расхода топлива от ровности на рис. 1 показывает практически линейную закономерность расхода топлива от показаний толчкомера для всех скоростей

$$G = a_v + b_v(S_p - 40) \quad (9)$$

где  $a_v$  – зависящий от скорости  $v$  расход топлива при  $S_p = 40$  см/км,  $b_v$  – коэффициент пропорциональности, также зависящий от скорости  $v$ .

Например, при нулевом уклоне для среднего грузового автомобиля и при скорости 60 км/ч  $a_v = 0.32$  л/км, а  $b_v = 0.00188$ .

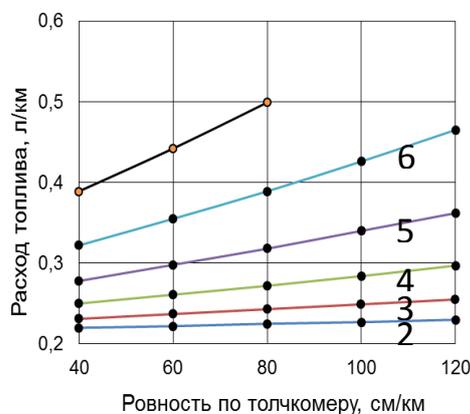


Рис. 1. Зависимость расхода топлива среднего грузового автомобиля при загрузке 80 % от ровности, асфальтобетон, уклон 0 %, цифры на кривых – скорость, км/ч.

Модель расчета зависимостей расхода топлива от ровности проезжей части позволяет получать результаты при различных загрузках автомобилей, различных типах покрытия проезжей части, различных уклонах и различных скоростях движения. Все выявленные таким образом за-

висимости обобщаются на графиках путевых расходов топлива на конкретном участке дороги, необходимые при сравнении вариантов проектных решений. На рис. 3 приведен пример таких графиков для участка дороги, план и продольный профиль которого показаны на рис 2. Расходы топлива закономерно повышаются на подъемах, уменьшаются на спусках, повышаются с ростом скорости и наоборот.

Резкое снижение расхода топлива автопоездом на ПК 28 и ПК 40 обусловлены движением накатом на спусках и работой двигателя на холостом ходу; при этом расходы топлива на этих обоих пикетах будут одинаковыми.

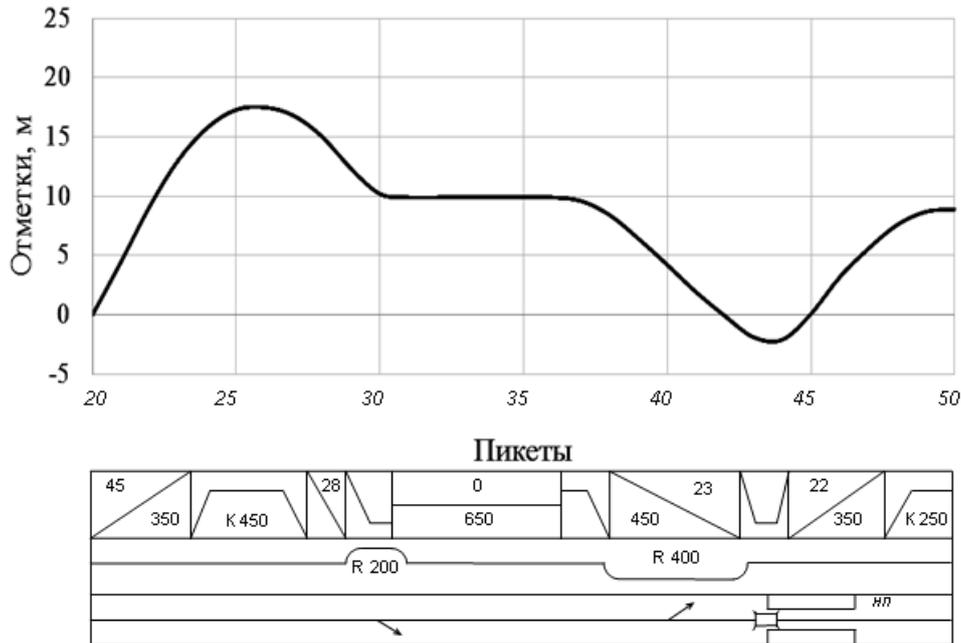


Рис. 2. План и продольный профиль дороги

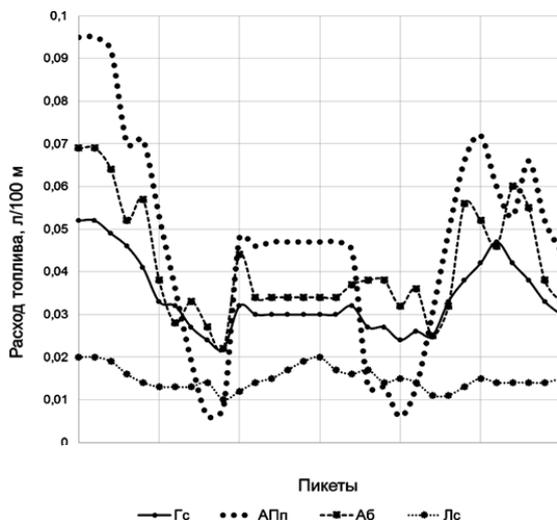


Рис. 3. Расход топлива по типам автомобилей на участке дороги

Практикуемая при проектировании дорог и сравнении вариантов проектных решений методика оценки транспортно-эксплуатационных критериев с усреднением скоростей и расходов топлива существенно огрубляет эти показатели. Такая усредняющая методика нивелирует уровни транспортных издержек и может привести к выбору не оптимального варианта, реализация которого приведет к постоянному за срок службы дороги перерасходу топлива при перевозках.

Для повышения эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог и повышения эффективности вариантного проектирования необходимы расчеты топлива при перевозках по предлагаемому методу на основе моделирования движения автомобилей и транспортных потоков

### Выводы

Результаты моделирования убеждают в необходимости при сравнении вариантов проектных решений рассчитывать расходы топлива по всем автомобилям расчетного потока, по всем пикетам проектного решения, в которых меняются параметры плана, продольного и поперечного профиля дороги и соответственно скорости, обязательно учитывать такие эксплуатационные параметры как коэффициент сцепления и показатели ровности (например, по толчкомеру).

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
2. Агейкин Я.С., Вольская Н.С. Теория автомобиля. Оценка эксплуатационных свойств

автомобиля на компьютере. - М.: МГИУ, 2005г., 32с.

3. Агейкин Я.С., Вольская Н.С., Чичекин И.В. Оценка эксплуатационных свойств автомобиля: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2007. – 48 с.
4. Бируля А.К. Проектирование автомобильных дорог. - М.: Автотрансиздат, 1961. - 500 с
5. Бируля, А.К. Эксплуатация автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1966. - 326 с.
6. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. - М.: Транспорт, 1990. - 135 с.
7. Филиппов В.В., Смирнова Н.В. Моделирование транспортных потоков на дорогах II – IV категорий: монография – М.: ХНАДУ, 2014. – 200 с.
8. Чудаков Е.А. Теория автомобиля.– М.: Машгиз, 1950. - 586 с.

УДК – 621.926.5

**Дерев'янюк М.І., Яковлєв Є.А., Шатохін В.М., Клименко М.В.**

*Харківський національний університет будівництва та архітектури*

### ПОВІТРЯНО-ГРУНТОВИЙ ВОГНЕГАСНИЙ КОМПЛЕКС НИЗОВИХ ПОЖЕЖ

Використовується величезне різноманіття способів та засобів гасіння пожеж [1-3]; найчастіше вогнегасними матеріалами вибирають воду та хімічні суміші, яких часто не вистачає в достатній оперативній кількості.

Пропонується пожежно-гасильний комплекс, який використовував би ґрунт як вогнегасний матеріал; при цьому цей матеріал добувався би на місці гасіння пожежі. Найбільш вірогідно, що така необхідність складається при гасінні низових пожеж на відкритому просторі.

Схему такого комплексу створено на базі самохідного скрепера з ковшем великої місткості, агрегатованого створеним повітряно-ґрунтовим вогнегасником (рис. 1; 2; 3), який складається [2-8] з таких елементів: 1 – одноосний пневмоколісний тягач; 2 – скрепер великої місткості; 3 – повітряно-ґрунтовий вогнегасний модуль; 4

– платформа для розміщення агрегатів модуля; 5 – днище скрепера; 6 – ґрунтовий ніж скрепера; 7 – зрізаний шар ґрунту; 8 – нижній правий шнек; 9 – нижній лівий шнек; 10 – праві гвинтові секції шнека; 11 – ліві гвинтові секції шнека; 12 – жолоб правого шнека з системою отворів для відсіювання дрібної фракції ґрунту; 13 – жолоб лівого шнека з системою отворів для відсіювання дрібної фракції ґрунту; 14 – отвори в днищі ковша для викидання зайвої маси ґрунту; 15 – центральна камера нижніх шнеків; 16 – вертикальний шнек для подачі ґрунту в пневмопровід; 17– нагнітальний пневмопровід вентилятора; 18 – трубопровід вертикального шнека; 19 – промисловий повітряний вентилятор; 20 – прискорена повітряно-ґрунтова маса в потоці; 21 – повітряно-ґрунтовий монітор; 22 – двигун (привод промислового вентилятора); 23 – електрогенератор; 24 – штурвал