

рмул Монахова дає прогноз t_{cc} для вказаного масиву спиртів з коефіцієнтом кореляції 0,86, ці ж формули, але з використанням запропонованої методики розрахунку еквівалентної довжини молекули дають коефіцієнт кореляції 0,97.

Висновки: запропоновано узагальнену методику прогнозу t_{cc} спиртів різних гомологічних класів як нормальної, так і ізомерної будови, яка дозволяє проводити цей розрахунок з коефіцієнтом кореляції 0,99, що вище ніж за іншими методиками розрахункового визначення температури самоспалахування.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Алексеев С.Г. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. I. Алканола / С.Г. Алексеев та ін. // Пожаровзрыво-

опасность веществ и материалов. - М: Пожнаука. Том 19, № 5. - 2010. - с. 23 - 30.

2. Трегубов Д.Г. Узагальнений розрахунок температури самоспалахування деяких класів органічних сполук / Трегубов Д.Г. // Проблеми пожарной безопасности. - Харьков: НУЗУ. - Вып. 35. - 2014. - С. 201-204. - Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol35/tregubov.pdf>

3. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ / Монахов В.Т. М.: Химия, 1979. - 420 с.

4. Корольченко А.Я., Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения, в 2 частях / Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. - М.: Пожнаука. - 2004. - 1448 с.

5. Темникова Т.И. Курс теоретических основ органической химии / Темникова Т.И. - Л.: Госхимиздат. - 1962. - 948 с.

УДК 62.611

Смирнова Н.В., Воронков А.И.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ДОРОГИ

Введение

В настоящее время решению проблемы оптимизации проектов капитальных ремонтов или реконструкции автомобильных дорог способствует развитие методологии моделирования движения транспортных потоков в течение типового жизненного цикла дороги в конкурирующих вариантах проектных решений. Расход топлива составляет наибольшую часть в транспортных издержках и в значительной степени зависит от дорожных условий, которые переменны в течение жизненного цикла функционирования автомобильной дороги.

Цель и постановка задачи

Целью настоящей статьи является анализ закономерностей изменения расхода топлива всех автомобилей, составляющих расчетный транспортный при сравнении вариантов проектных решений с учетом изменения коэффициента сопротивления

качению и показателей ровности проезжей части.

Основная часть

Параметры технического уровня и показателей эксплуатационного состояния дороги, такие, как ровность и коэффициент сопротивления качению, существенно влияют на составляющие себестоимости перевозок, в которых важнейшую роль играет величина расхода топлива по всем видам автомобилей, составляющих расчетный транспортный поток. 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.

Исходными данными для расчетов расхода топлива по типам автомобилей являются зависимости, полученные в теории автомобилей [8].

В работах Высоцкого М.С., Беленького Ю.Ю., Гилелеса Л.Х. [6] приводятся эмпирические формулы для определения коэффициентов сопротивления качению, в которых главную роль играют постоянные коэффициенты, изменяющиеся в зависимости от давления воздуха в шинах.

В работах Яковлева Н.А. и Дивакова Н.В. [12] для определения коэффициента сопротивления качению рекомендуется использовать зависимость от коэффициента сопротивления при малой скорости (для различных шин автомобилей) плюс скорость движения автомобиля, умноженная на угловой коэффициент.

А в трудах Литвинова А.С. и Фаробина Я.Е. [9] в зависимости, предлагаемой в [12], скорость движения автомобиля возведена во вторую степень.

Исследуя предлагаемые в различных источниках формулы, такие ученые, как Говорушенко Н.Я. и Туренко А.Н. [8] выявили существенные расхождения при сравнении результатов расчетов по приводимым выше зависимостям. Таким образом, неточности при определении значений коэффициента сопротивления качению могут вносить значительные дополнительные погрешности в расчеты по теории автомобилей [8].

Особенно важно для дорожников достаточно точно определять коэффициенты сопротивления качению для тягово-скоростных расчетов. Коэффициент сопротивления качению зависит от конструкции и деформации шин и дороги, трения между шинами и покрытием, трения в подшипниках ступиц колес [8].

На ровной дороге с асфальтобетонным покрытием коэффициент f грузового автомобиля равен примерно 0,01, а легкового 0,013. При прохождении поворота автомобилями коэффициент сопротивления качению возрастают и зависят от скорости автомобиля, радиуса поворота, типа подвески и давления воздуха в шинах [8].

Согласно исследованиям [8], в общем виде формула для определения коэффициента сопротивления качению грузового

автомобиля средней грузоподъемности выглядит следующим образом

$$f = (f_o + 0.33 \frac{S}{G_a} + 3.08 \cdot 10^{-5} \frac{S^2 V_a}{G_a}) \quad (1)$$

На совершенно ровной дороге при $S=0$ $f=f_o$.

В реальности даже на ровных дорогах имеются различной длины волны (макронеровности), которые при увеличении скоростей вызывают колебания подрессоренных и непрессоренных масс и рассеивание энергии. Именно этим и объясняется увеличение коэффициента f с увеличением скорости движения автомобиля [8].

Таблица 1 - Показания толчкомера, допустимая скорость движения и отношение $K_s = S/V_a$ для разных типов покрытия и для порожнего автомобиля

Тип покрытия	Качество покрытия	Показания толчкомера, S см/км	Допустимая скорость, V _a км/ч	Отношение K _s = S/V _a
Асфальтобетон	Отличное	50	90	0,55
	Хорошее	150	80	1,87
	Удовлетворительное	300	50	6,0
Цементобетон	Отличное	75	90	0,83
	Хорошее	150	80	1,87
	Удовлетворительное	300	50	6,0
Щебень, обработанный вяжущим	Отличное	100	65	1,54
	Хорошее	250	50	5,0
	Удовлетворительное	400	30	13,3
Бульжная мостовая	Отличное	300	45	6,6
	Хорошее	500	40	12,5
	Удовлетворительное	800	25	32,0

В табл. 1 показаны показания толчкомера, допустимая скорость движения и отношение $K_s = S/V_a$ для разных типов покрытия и для порожнего автомобиля. Для груженого автомобиля его значение уменьшается примерно в 1,6 раза [8]. Из таблицы видно, что K_s изменяется в пределах 0,5...1 до 6 на дорогах с асфальто- и цементобетонным покрытием и до 7...32 на булыжной мостовой.

Подставим в (1) вместо S значения $K_s V_a$

$$f = f_o + a_1 V_a / G_a + a_2 V_a^3 / G_a \quad (2)$$

Где $a_1 = 0,33 K_s$ и $a_2 = 3,08 \cdot 10^{-5} K_s^2$.

Для легковых автомобилей

$$f \approx f_o + a_2 V_a^3 / G_a.$$

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

$$f = f_o + \alpha \cdot S_p \cdot v^2, \quad (3)$$

где f_o – коэффициент сопротивления качению при малой скорости (до 20 км/час), α – 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 [1-3, 5].

$$G_s = g_e s N / (3.6V), \quad (4)$$

где g_e – удельный расход топлива при дан-

ных 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 [1]

$$g_e = g_N k_n k_{II}, \quad (5)$$

где g_N – удельный расход топлива при максимальной мощности N_{max} , кг/(квт·ч), примерно на 5-15% больше минимального расхода топлива g_{emin} , в дальнейшем принято $g_N \approx 1.1 g_{emin}$, 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).

Мощности N_i 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 воздушной среды и сопротивления инерции, η – 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_0 – 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 мощности двигателя недостаточно, и переходят на пониженную передачу $k-1$.

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

Анализ примера расчетов расхода топлива автомобиля ЗИЛ -431410 при ровности 50 см/км и коэффициенте сопротивления качению $f_0=0,01$ приведен в табл. 2 и на рис. 1 для груженого и порожнего автомобилей соответственно.

Таблица 2 - Расчет расхода топлива автомобиля ЗИЛ -431410

Уклон, процент	Расход топлива, л/100 км				
	0	2	4	6	8
Груженный					
Скорость, км/ч 20	32,6	54,5	74,2	92,2	108,6
Скорость, км/ч 30	28,4	48,5	65,7	80,7	102,3
Скорость, км/ч 40	27,7	45,7	60,5		
Скорость, км/ч 50	32,0	47,3			
Скорость, км/ч 60	35,9				
Скорость, км/ч 70	43,1				
Порожний					
Скорость, км/ч 20	25,7	36,7	47,1	57,1	66,6
Скорость, км/ч 30	20,8	31,3	41,0	50,1	58,5
Скорость, км/ч 40	19,4	29,2	38,1	46,1	53,5
Скорость, км/ч 50	23,2	32,0	39,8	46,6	56,7
Скорость, км/ч 60	27,0	34,6	41,2	57,6	0,0
Скорость, км/ч 70	30,6	37,1			
Скорость, км/ч 80	33,9				

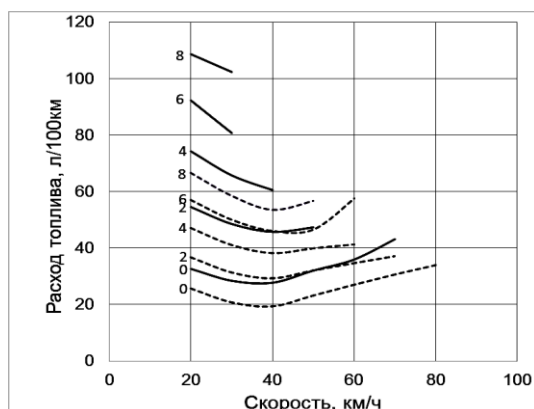


Рис. 1. Расход топлива среднегогрузового автомобиля ЗИЛ-431410: сплошная – с грузом, пунктир - порожний; цифры на кривых – уклон подъема, %.

Модель расчета зависимостей расхода топлива от ровности проезжей части и коэффициента сопротивления качению позволяет получать результаты при различных нагрузках автомобилей, различных типах покрытия проезжей части, различных уклонах и различных скоростях движения. Все выявленные таким образом зависимости обобщаются на графиках путевых расходов топлива на конкретном участке дороги, необходимые при сравнении вариантов проектных решений.

Выводы

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 с учетом изменения дорожных условий в течение жизненного цикла дороги.

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. Высоцкий М.С., Беленький Ю.Ю., Гиллес Л.Х. и др. Проектирование автомобиля. Грузовые автомобили. М.: Машиностроение, 1979, 383 с.
7. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. - М.: Транспорт, 1990. - 135 с.
8. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника проектирования транспортных машин. Учебное пособие. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 208 с.
9. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. М.: Машиностроение, 1989.
10. Филиппов В.В., Смирнова Н.В. Моделирование транспортных потоков на дорогах II – IV категорий: монография – М.: ХНАДУ, 2014. – 200 с.
11. Чудаков Е.А. Теория автомобиля.– М.: Машгиз, 1950. - 586 с.
12. Яковлев Н.А., Диваков Н.В. Теория автомобиля. М.: Изд. Выс. Шк., 1962, 300 с.

УДК 539.374:620.172/.176:778.38

Полонский В.Ю.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ОБРАЗОВАНИЕ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ ОБЛАСТЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ, НАБЛЮДАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ, В РАСТЯГИВАЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛАСТИНАХ

Применение метода голографической интерферометрии в изучении механических свойств металлов позволило фиксировать динамику развития пластических областей на уровне микроскопических перемещений. Известно два метода: двухэкспозиционная голографическая интерферометрия и интерферометрия в реальном масштабе времени [1-5]. В настоящей работе применялся второй метод во встречных пучках по схеме Денисюка.

Образец из алюминиевого сплава Д16Т с размерами 300x40x2 мм подвергался растяжению на разрывной машине. Когда он был выведен за предел текучести

на практически горизонтальный участок кривой деформирования, на него была закреплена голографическая пластина эмульсией наружу. Закрепление пластины осуществлялось двумя упругими (пружинными) держателями. Луч лазера с помощью микрообъектива расширялся и направлялся на голографическую пластину, за которой находилась поверхность образца. В нижней части голографической пластины была устроена ванночка из пластического материала, в которую могла собираться жидкость проявителя голограммы после ее омыwania сверху. Таким образом, производилась одна раз экспозиция