

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 4 (2022)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/UNEK4627>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

А. Туленов¹, Ж. А. Шингисбаева², *Г. Ж. Бекболатов³, А. С. Джунусбеков⁴

^{1,2,3,4}Южно-Казахстанский университет имени Ауэзова,
Республика Казахстан, г. Шымкент

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Количество выбросов токсичных веществ от автомобилей непосредственно связаны с градостроительно-планировочными условиями формирования системы организаций дорожного движения. В научной статье приведены результаты исследования, как реальные условия движения автомобилей влияют на количество токсичных выбросов от автомобильного транспорта на окружающую среду. Приведено сравнение основных методов оценки количества вредных веществ в отработавших газах автотранспортных средств. Исследовательской группой проведено исследование цикла движения в реальных условиях движения на улицах города для оценки количества вредных веществ, выбрасываемых автомобильным транспортом. За основу ездового цикла взята работа двигателя на «холостом ходу» в ожидании «зеленого сигнала» перед перекрестком, трогание с места после разрешающего сигнала и разгон до определенной скорости, движение с установившейся скоростью после достижения определенной скорости и торможение до полной остановки. Определены среднечасовые выбросы токсичных веществ для разных типов автомобилей на разных типах автомобильных дорог с учетом соотношения времени работы автомобилей при различных режимах движения.

Результаты исследования показывают, что увеличение расстояния между перекрестками, переход от дорог с регулируемыми перекрестками к дорогам с перекрестками разного уровня приводит к снижению выбросов токсичных веществ, а переход от свободного потока к частично-связанному или плотно-связанному приводит к увеличению выбросов токсичных веществ.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, выбросы токсичных веществ, ездовой цикл, холостой ход, разгон, установившееся движение, торможение

Введение

Градостроительные-планировочные факторы определяют условия движения автомобильного транспорта, т.е. создают условия движения в свободном, частично-связанном или плотно-связанном потоке. В зависимости от условий, формируются режимы движения автомобилей. Поэтому расход топлива

и интенсивность выбросов токсичных веществ необходимо определять не только в зависимости от типа подвижного состава автомобильного транспорта, но и от условий движения, которые характеризуются удельным весом (соотношением) времени движения автомобиля при различных режимах двигателя на холостом ходу, в режиме разгона, в режиме работы с установившейся скоростью, в режиме торможения.

Материалы и методы

В отечественной практике для определения выбросов токсичных веществ применяются в основном три метода. Один из них основан на определении продуктов сгорания исходя из количества топлива, расходуемого автомобилями, он не учитывает ни структуру парка автомобилей, ни эксплуатационные показатели их работы, ни мероприятия по снижению токсичности выбрасываемых веществ [1]. Этот метод является простым, но недостаточно точным, т.к. может приводить к значительным ошибкам. Так, одно и то же количество топлива в условиях достаточного количества кислорода может сгорать в двигателях полностью в двуокись углерода, а при недостатке кислорода, в критических условиях, это же количество топлива может полностью трансформироваться в окись углерода. При этом с отработавшими газами не выделяется двуокись углерода [2, 3].

Еще менее точным является метод определения весового выброса токсичных веществ исходя из транспортной работы, выраженной общим объемом в тонна-км [4]. Очевидно, что общий объем работы автомобиля определенного типа (грузовой, легковой автомобиль и автобусы), выраженный в тонна-км, хотя и учитывает модель автомобиля и его конструктивные особенности, но не отражает условий его работы, т.е. эта работа может быть выполнена на дорогах с различными состоянием покрытий, на городских магистралях различного типа, при различных условиях движения (в свободном, частично-связанном или плотно-связанном потоке), при различных режимах движения автомобиля (соотношениях количества и продолжительности разгонов-торможений и остановок транспорта), при различных скоростях движения и т.д.

Таким образом, при одной и той же транспортной работе возникает большое количество комбинаций ее выполнения, характеризующихся различными количествами выбросов токсичных веществ.

Наиболее точным в настоящее время является метод определения массового выброса токсичных веществ потоком автотранспортных средств [5–7]. Тем не менее и в нем не учитываются условия и режимы движения транспортных средств.

Однако, прежде чем перейти к исследованию влияния факторов организации движения на интенсивность выбросов токсичных веществ, необходимо рассмотреть методы расчета весового выброса в зависимости от конструктивных особенностей, технического состояния, эксплуатационных параметров, а также структуры парка автомобилей [8]. Из теории двигателей внутреннего сгорания известно, что количество окиси углерода, получающейся при сгорании 1 кг бензина, можно получить из уравнения:

$$M_{CO} = 2 \frac{1-\alpha}{1+K} 0.21 Z_B \quad (1)$$

где α – коэффициент избытка воздуха, $\alpha = \frac{Q_B}{Z_B}$;

K – коэффициент, определяющий во сколько раз больше количество окиси углерода от количества водорода, $K = \frac{M_{H_2}}{M_{CO}} \approx 0.45$;

Q_B – количество воздуха, израсходованное при сгорании 1 кг топлива, кг;

Z_B – количество воздуха, теоретически необходимое для полного сгорания 1 кг топлива, кг.

Установлено, что теоретическое количество воздуха для полного сгорания 1 кг жидкого топлива ($\alpha \geq 1$) можно определить по формуле [1]:

$$Z_B = \frac{1}{0.84} \left(\frac{C}{3} + H - \frac{O}{8} \right) \quad (2)$$

или через характеристику топлива в горючей смеси, состоящей из паров топлива и воздуха:

$$Z_B = \frac{C}{1.99} (0.79 + \beta C) \quad (3)$$

Для бензина $\beta = \frac{2.37}{C} (H - \frac{O}{8}) \approx 0.402$.

Тогда, масса смеси $M_C = \alpha Z_B + \frac{1}{M_T}$.

Продукты сгорания состоят из образовавшихся в результате реакции углекислого газа, водяного пара, избыточного кислорода и азота. Общее количество продуктов сгорания, отнесенное к 1 кг топлива, составит:

$$M_T = M_{CO_2} + M_{H_2O} + M_{O_2} + M_{N_2} \quad (4)$$

Количество отдельных составляющих продуктов сгорания определяется следующими уравнениями:

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12}; \quad M_{H_2O} = \frac{H}{2}; \quad (5)$$

$$M_{O_2} = 0.21 \alpha Z_B - 0.21 Z_B = 0.21(\alpha - 1) Z_B$$

где $0.21 \alpha Z_B$ – масса поступившего кислорода для сгорания топлива, кмоль/кг топлива;

$0.21 Z_B$ – масса кислорода, вступившего в реакцию сгорания, кмоль/кг топлива.

или:

$$M_{O_2} = \frac{C(\alpha-1)}{12 \cdot 0.21} (0.79 + \beta) \quad (6)$$

$$M_{N_2} = 0.79 \alpha Z_B \quad (7)$$

Тогда, после преобразований, получим для любого количества продуктов сгорания:

$$M_T = \frac{C}{12} + \frac{H}{2} + 0.79Z_B + Z_B(\alpha - 1) \quad (8)$$

При $C=0,855$ кг, $H=0,145$ кг, $O=0$ (для бензина) теоретическое необходимое количество воздуха для сгорания 1,0 кг топлива: $Z_B=0,512$ кмоль. Количество окиси углерода $MCO=0.149(1-\alpha)$.

Весовое содержание окиси углерода в отработавших газах при сгорании Q_T кг топлива составит:

$$Q_{CO} = 28 \cdot 0.149Q_T(1 - \alpha) = 4.17Q_T(1 - \alpha) \quad (9)$$

где 28 – молекулярный вес окиси углерода.

Состав и количество выбросов токсичных веществ в отработавших газах автомобилей являются функцией режимов движения автомобилей, зависящих от градостроительно-планировочных условий формирования системы организаций движения и непосредственно самой организаций движения автомобильного транспорта.

На основе формулы (9) и удельного веса времени работы автомобиля в различных режимах (), часовой выброс окиси углерода в отработавших газах одного автомобиля можно определить из следующего уравнения:

$$G_{CO} = 4.17 \left(\gamma_{t(xx)} G_{T(xx)} (1 - \alpha_{xx}) + \gamma_{t(p)} G_{T(p)} (1 - \alpha_p) + \gamma_{t(y)} G_{T(y)} (1 - \alpha_y) + \gamma_{t(T)} G_{T(T)} (1 - \alpha_T) \right) \quad (10)$$

где $G_{T(пр)}$ – часовой расход топлива при определенном режиме работы автомобиля, кг/ч;

$\gamma_{t(пр)}$ – удельный вес времени работы автомобиля в определенном режиме;

xx – холостой ход;

p – разгон;

y – движения с установившейся скоростью;

T – торможение.

Исследованиями установлено, что как при нормальном протекании процесса сгорания топлива, так и при его нарушении, коэффициент избытка воздуха α может быть достаточно точно определен по составу продуктов сгорания. Количество топлива, находящегося при разгоне во впускном трубопроводе, может на порядок и больше превышать то количество, которое необходимо, чтобы образовать горючую смесь в пределах воспламеняемости. Исследование топливной экономичности автомобилей при разгоне экспериментальным путем, с точки зрения определения продуктов сгорания, является сложной задачей, поскольку при разгоне имеет место нарушение баланса между количеством топлива, поступающим в систему питания, и количеством топлива, сгоревшем в цилиндрах на этом режиме [1].

Для определения расхода топлива на режимах установившегося движения автомобиля очень важно правильно оценить среднюю скорость равномерного движения, т.к. часовой расход топлива растет с увеличением скорости. Анализ литературных данных показывает, что средние скорости равномерного движения автомобилей в городских условиях, как правило, находятся в интервале скоростей, определяющих контрольные расходы топлива [1, 2]. Этот интервал составляет 30–40 км/ч для грузовых автомобилей 40–60 км/ч для легковых. Такой диапазон скоростей позволяет использовать для расчета расхода топлива в режимах установившегося движения паспортные технические характеристики автомобилей (контрольные расходы топлива).

Расход топлива и выбросы токсичных веществ зависят от технических параметров автомобиля и его двигателя, от режима движения автомобиля (параметры ездового цикла), обусловленного структурой и типом магистралей, наличием пересечений в одном и разных уровнях, а также от структуры и состояния потока – видов транспорта, плотности, интенсивности и скорости движения.

Результаты и обсуждение

Для решения задачи снижения расхода топлива и выбросов токсичных веществ автомобильным транспортом, за счет оптимизации условий его движения, проведено исследование ездового цикла на магистралях города. В качестве базиса ездового цикла принята основная комбинация элементов режима движения автомобиля – работа двигателя на «холостом ходу» (остановка перед перекрестком в ожидании разрешающего сигнала движения), трогание с места и разгон до установившейся скорости, движение с установившейся скоростью, движение с выключенной передачей и торможение до полной остановки автомобиля. Полный ездовой цикл (ЕЦ) принят как некоторая упрощенная комбинация последовательного соединения элементов движения.

Исследование ездового цикла осуществлялись с помощью специальной мини-лаборатории, оборудованной в микроавтобусе ГАЗ-32213. Автомобиль-лаборатория двигался в составе транспортного потока по наиболее оживленным магистралям города (маршруты движения составлялись предварительно). Регистрировались режимы движения микроавтобуса, а также интенсивность, плотность и состав потока по видам транспортных средств.

При проведении испытаний фиксировались нижеперечисленные параметры: скорость движения автомобиля; пройденный путь: общий и на каждой передаче КПП; показатель состояния автомобиля: время в движении, остановка и количество остановок; положение рычага коробки передач и время движения в каждой передаче; ускорения и замедления микроавтобуса.

Экспериментальные данные обрабатывались и результаты расчетов приведена в таблица 1. На рисунке 1 построен график ездового цикла для магистралей общегородского значения регулируемого движения.

Таблица 1 – Результаты исследования ездового цикла магистралей общегородского значения регулируемого движения (МРД)

Наименование режима	Начальная скорость, км/ч	Конечная скорость, км/ч	Передача	Время, с	Доля времени, %	Путь за режим, м
Холостой ход	0	0	нейтр.	9,25	3,93	0
Разгон	0	18,7	II	8,7	3,7	23
Разгон	18,7	30,1	III	8,0	3,4	54
Разгон	30,1	46,3	IV	15,0	6,38	159
Установившееся движение	46,3	46,3	IV	6,8	2,89	87
Торможение	46,3	30,5	IV	8,8	3,74	93
Торможение	30,5	18,7	III	8,9	3,78	60
Разгон	18,7	30,1	III	8,0	3,41	54
Разгон	30,1	46,3	IV	15,0	6,38	159
Торможение	46,3	30,1	IV	8,8	3,74	93
Торможение	30,1	0	IV	11,4	4,85	48
Холостой ход	0	0	нейтр.	18,5	7,87	0
Разгон	0	18,7	II	8,7	3,7	23
Разгон	18,7	30,1	III	8,0	3,4	54
Разгон	30,1	46,3	IV	15,0	6,38	159
Разгон	46,3	51,8	V	19,2	8,16	262
Установившееся движение	51,8	51,8	V	28,4	12,07	409
Торможение	51,8	46,3	V	8,7	3,7	119
Торможение	46,3	0	V	10,8	4,59	69
Холостой ход	0	0	нейтр.	9,25	3,93	0
ВСЕГО			11 пере-ключ.	235,2	100,0	1925

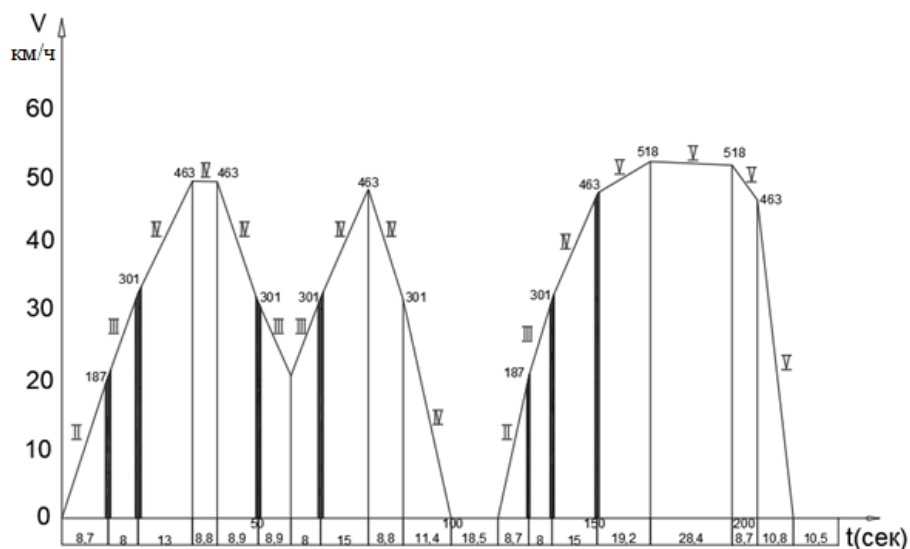


Рисунок 1 – График ЕЦ для магистралей общегородского значения регулируемого движения

Подобные ездовые циклы разработаны в большинстве стран Европы, США, Японии и в нескольких городах стран СНГ [9, 10]. В таблица 2 представлены некоторые из широко известных ездовых циклов.

Сравнение нашего исследуемого ездового цикла с Европейским и Ереванским ЕЦ позволяет отметить их существенные различия по максимально установившейся скорости и соотношению времени работы автомобилей при различных режимах движения.

Таблица 2 – Структура времени режимов работы автомобилей при различных ездовых циклах

Наименование ездового цикла	Холостой ход		Разгон		Установившейся движение		Торможение	
	сек.	%	сек.	%	сек.	%	сек.	%
Калифорнийский	20	14,6	45	32,8	30	22	42	30,6
Европейский	60	33,7	33	21,9	50	28,1	29	16,3
Лос-Анджелеса		37,3		19		19,3		24,4
НАМИ (Москва)	60	33,8	42	21,5	57	23,2	36	18,5
Московский		30		25		25		20,0
Ереванский	43,2	12,3	118,7	35,5	61,3	18,3	111,8	33,3
Исследуемый	37	15,7	105,6	44,9	35,2	14,9	57,4	24,5

Эти различия можно объяснить неодинаковыми условиями движения на магистралях различного типа с соответствующей плотностью транспортных потоков. На основе этих данных можно сделать вывод о том, что создание универсального ездового цикла, который достаточно точно характеризовал бы все возможные условия движения автомобиля по различным магистралям города,

является некорректной задачей. Для каждого крупного города, отличающегося типами магистралей по функциональному назначению и условиями движения на них, должен быть определен свой ЕЦ по типам магистралей.

Были проведены специальные исследования ездовых циклов для скоростных дорог, магистралей общегородского значения непрерывного движения (МНД), магистралей общегородского и районного значения с регулируемым движением (МРД) для перераспределения движения внутри районов и зон города, сеть улиц местного значения для перераспределения потоков транспорта внутри отдельных микрорайонов и их подвода непосредственно к промышленным зонам, объектам и жилым домам (ММД). В качестве скоростной дороги использовался участок трассы Шымкент-Сарыагаш, для определения параметров ЕЦ на МНД был выбран участок по проспекту Кунаева от улицы Тажибаева до улицы Желтоксан, где отсутствуют пересечения на одном уровне. Определение параметров ЕЦ для ММД осуществлялось на улицах местного движения в различных районах г.Шымкента. Результаты исследований ЕЦ для различных типов магистралей приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследований ЕЦ для различных типов магистралей

Тип магистрали	Холостой ход		Разгон		Установившееся движение		Торможение	
	сек.	%	сек.	%	сек.	%	сек.	%
Скоростная дорога	18,5	11,4	78,8	48,6	36,0	22,0	28,8	18,0
Магистраль общегородского значения непрерывного движения	18,5	10,8	62,4	36,5	64,4	37,6	25,9	15,1
Магистраль общегородского и районного значения с регулируемым движением	37,0	15,7	105,6	44,9	35,2	14,9	57,4	24,5
Магистраль районного значения смешанного движения	54,4	17,3	154,64	49,2	12,3	3,9	93,0	29,6

Исследование соотношения времени отдельных режимов работы автомобилей (рис. 1, табл. 3) позволяет сделать следующие выводы:

– значительное влияние на изменение режимов работы автомобилей оказывает тип магистралей;

– в условиях сосредоточения движения автомобилей на МРД и ММД (отсутствуют МНД), в связи с сокращением расстояний между перекрестками по сравнению с МНД, увеличивается количество разгонов и торможений, и соответственно, сокращается время движения автомобилей с установившейся скоростью, в результате – ухудшается состояние окружающей среды;

– отсутствие скоростных дорог и магистралей непрерывного движения приводит к усилению концентрации движения транспорта на МРД и повышению плотности и интенсивности движения на них, движение автомобильного транспорта происходит в частично-связанных потоках, а в некоторых случаях и в плотно-связанных потоках, что обуславливает резкое увеличение количества

разгонов-торможений и их продолжительность. Как следствие, происходит рост расхода топлива и токсичных выбросов.

С изменением структуры магистралей по функциональному назначению меняются параметры пропускной способности, режимы движения и показатели расхода топлива и выбросов токсичных веществ.

На основе исследования параметров ездовых циклов (таблица 3) для магистралей различного класса определены усредненные значения по структуре затрат времени работы автомобилей в определенных режимах с учетом условий движения (свободное, частично-связанное и плотно-связанное) на них (таблица 4).

Таблица 4 – Коэффициент $\gamma_{t(np)}^M$, учитывающий соотношения времени работы автомобилей при различных режимах движения

Условия движения		Режимы движения			
		разгон	установившееся движение	тормо-жение	
холостой ход					
МНД	1. Свободное	0,110	0,351	0,390	0,149
	2. Частично-связанное	0,108	0,365	0,376	0,151
	3. Плотно-связанное	0,106	0,415	0,306	0,174
МРД	1. Свободное	0,161	0,412	0,186	0,241
	2. Частично-связанное	0,157	0,449	0,149	0,245
	3. Плотно-связанное	0,148	0,497	0,101	0,254
ММД	1. Свободное	0,178	0,428	0,106	0,288
	2. Частично-связанное	0,173	0,492	0,039	0,296
	3. Плотно-связанное	0,155	0,535	0,010	0,300

Анализ данных таблица 4 позволяет сделать следующие выводы:

– отсутствие МНД для свободного потока транспортных средств, приводит к увеличению времени работы автомобилей в режимах разгона-торможения на МРД на 30,6 %, а на ММД – на 43,2 %;

– при движении на МРД соотношение времени работы автомобилей в режимах разгона-торможения, при переходе из свободного потока в частично-связанный, увеличивается на 6,3 %, а в плотно-связанный – на 15 %;

– в зонах частично-связанного и плотно-связанного потоков на МРД и ММД наиболее часто появляются случаи отсутствия участков движения с установившейся скоростью, т.е. весь процесс движения состоит из чередования циклов разгона-торможения, что обуславливает резкое увеличение расхода топлива, износа конструкции автомобиля и увеличение выбросов токсичных веществ.

Используя формулу (10), получим зависимости часовых выбросов токсичных веществ при различных режимах движения автомобилей:

$$G_{CO(np)} = G_{T(np)} 4.17(1 - \alpha_{(np)}) \quad (11)$$

$$G_{C_nH_m(np)} = G_{T(np)}0.696(1 - \alpha_{(np)}) \quad (12)$$

$$G_{NO_x(np)} = G_{T(np)}0.278(1 - \alpha_{(np)}) \quad (13)$$

где $G_{CO(np)}$, $G_{C_nH_m(np)}$, $G_{NO_x(np)}$ – часовой выброс токсичного компонента при соответствующем режиме работы двигателя автомобиля, кг/ч;

$(1 - \alpha_{(np)})$ – коэффициент, учитывающий условия сгорания топлива в смеси с воздухом при соответствующем режиме работы (холостой ход, разгон двигателя, установившееся движение) принимается в расчетах по данным НАМИ [11]: для автобусов $(1 - \alpha_{xx})=0,15$, $(1 - \alpha_p)=0,17$, $(1 - \alpha_y)=0,11$; для легковых автомобилей $(1 - \alpha_{xx})=0,13$, $(1 - \alpha_p)=0,15$, $(1 - \alpha_y)=0,10$; для грузовых автомобилей $(1 - \alpha_{xx})=0,17$, $(1 - \alpha_p)=0,18$, $(1 - \alpha_y)=0,12$.

Результаты расчетов представлены в таблице 5.

Для прогнозирования (расчета) массового выброса токсичных веществ в конкретных зонах города с учетом перспективной плотности движения и неравномерности ее распределения, а также различия в условиях режима движения на различных типах магистралей, предлагаем следующую зависимость:

$$Q_B = \sum_1^k \sum_1^{N_3} \sum_1^n \frac{L^k \xi_{(3)}^M}{V_{(3)}^M K_{np}^k} (G_{B(xx)}^k \gamma_{t(xx)}^M + G_{B(p)}^k \gamma_{t(p)}^M + G_{B(y)}^k \gamma_{t(y)}^M + G_{B(T)}^k \gamma_{t(T)}^M) \quad (14)$$

где L_k – приведенный пробег k-го типа транспорта, км;

$V_{(3)}^M$ – средняя скорость автомобилей на магистрале определенного типа в локальной зоне города, км/ч;

K_{np}^k – коэффициент приведения пробега;

$\xi_{(3)}^M$ – коэффициент распределения плотности движения по зонам и магистрали города;

$\gamma_{t(реж)}^M$ – коэффициент соотношения времени работы автомобилей при различных режимах движения.

Для различных типов автомобилей рассчитаны значения показателей средних часовых выбросов токсичных веществ с учетом соотношения времени их работы при различных режимах движения на магистралях различного типа.

По результатам расчетов представлены зависимости часовых выбросов токсичных веществ от изменения расстояния между регулируемые перекрестками для различных типов автомобилей (рисунке 2). Отметим, что увеличение расстояния между перекрестками приводит к снижению выбросов токсичных веществ. Это происходит за счет уменьшения доли времени работы автомобиля в режимах разгона и торможения в общей структуре затрат времени (рисунке 3).

На рисунке 4 изображены графики, характеризующие влияние условий движения на часовые выбросы окиси углерода различными типами транспортных средств.

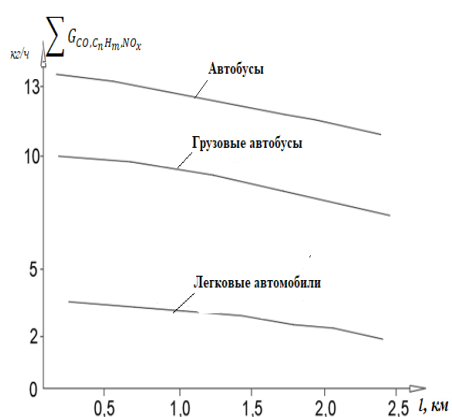


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности выбросов токсичных веществ от изменения расстояния между регулируемыми перекрестками

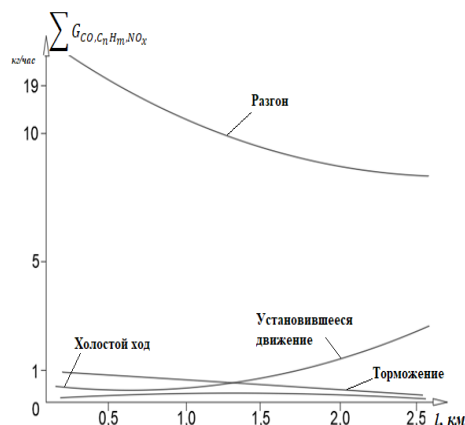
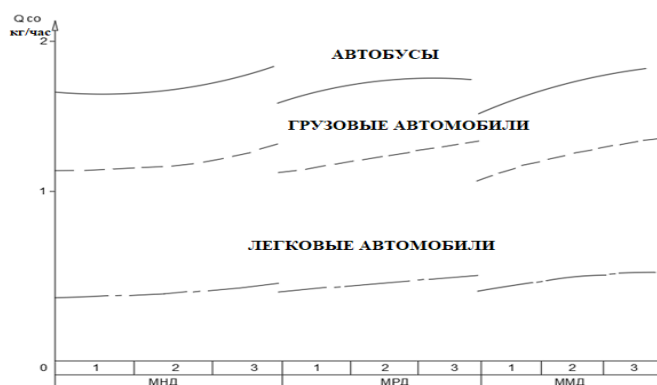


Рисунок 3 – Распределение выбросов токсичных веществ



1 – свободное; 2 – частично-связанное; 3 – плотно-связанное

Рисунок 4 – Влияние условий движения на удельный выброс окиси углерода различными типами транспортных средств

Выводы

Проведенное экспериментальное исследование ездовых циклов на магистралях различного функционального назначения позволило установить зависимости выбросов токсичных веществ от условий движения подвижного состава автомобильного транспорта на автомагистралях. Проведенными исследованиями установлено, что условия движения автомобильного транспорта оказывает значительное влияние на расход топлива и количество выбросов токсичных веществ. Из рис.4 видно, что изменение класса магистралей – переход от МРД к МНД позволяет снизить выбросы токсичных веществ на 3-8 % в зависимости от типа транспортных средств.

Переход от свободного потока к частично-связанному приводит к увеличению выбросов токсичных веществ на 10–11 %, а к плотно-связанному – до 14 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Никифиров, А. С.** Спецвопросы сжигания топлива: учебное пособие [Текст]. – Павлодар : Инновационный Евразийский университет, 2009. – 244 с.
- 2 **Амбарцумян, В. И., Носов, В. В., Тарасов, В. Б.** Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст]. – М. : Научтехлитиздат, 1999. – 320 с.
- 3 **Дьяков, А. Б., Игнатьев, Ю. В., Коншин, Е. П.** Экологическая безопасность транспортных потоков [Текст]. – М. : Транспорт, 1989. – 128 с.
- 4 **Волков, В. С., Тарасова, Е. В.** Мониторинг городской окружающей среды с учётом деятельности автомобильного транспорта [Текст]. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – [электронный ресурс]. – <https://science-education.ru/ru/article/view?Id=12341>
- 5 **Донченко, В. В., Кунин, Ю. И., Рузский, А. В., Виженский, В.** Методы расчета выбросов от автотранспорта и результаты их применения [Текст]. // Журнал автомобильных инженеров. – 2014. – № 3 (86). – С. 44–51.
- 6 **Парсаев, Е. В., Малюгин, П. Н., Тетерина И. А.** Методика расчета выбросов загрязняющих веществ для нестационарных транспортных потоков [Текст]. // Вестник СибАДИ. – 2018. – Том 15, № 5. – С. 686–697.
- 7 **Туленов, А. Т., Горская, Н. А., Бекболатов, Г. Ж.** Методы определения выбросов загрязняющих веществ автотранспортом [Текст]. // Информационно-аналитический журнал «Актуальные проблемы современной науки». – 2015. – № 2 (81). – С. 152–154.
- 8 **Молодцов, В. А., Гуськов, А. А.** Определение выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта : методические указания [Текст]. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 22 с.
- 9 **Акунов, Б. У.** Ездовые циклы для оценки топливной экономичности легковых автомобилей [Текст] // Вестник Таджикского технического университета. – 2014. – № 1 (25). – С. 92–95.
- 10 **Маняшин, А. В.** Методология исследования городских ездовых циклов автомобилей [Текст] // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 4 (98). – С. 67–73.
- 11 Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух [Текст] // – М.: НИИАТ, 2008. – 66 с.

REFERENCES

- 1 **Nikifirov, A. S.** Speczvosprosy` szhiganiya topliva : uchebnoe posobie [Fuel Combustion Special Questions] : Tutorial [Text]. – Pavlodar : Innovative Eurasian University, 2009. – 244 p.

2 **Hambartsumyan, V. I., Nosov, V. V., Tarasov, V. B.** E`kologicheskaya bezopasnost` avtomobil`nogo transporta [Environmental safety of road transport] [Text]. – Moscow : Scientific Technical Publishing House, 1999. – 320 p.

3 **Dyakov, A. B., Ignatiev, Yu. V., Konshin, E. P.** E`kologicheskaya bezopasnost` transportny`x potokov [Environmental safety of traffic flows] [Text]. – Moscow: Transport, 1989. – 128 p.

4 **Volkov, V. S., Tarasova, E. V.** Monitoring gorodskoj okruzhayushhej sredy` s uchyotom deyatel`nosti avtomobil`nogo transporta [Monitoring of the urban environment taking into account the activities of road transport] [Text] // Modern problems of science and education. – 2014. – № 2. – <https://science-education.ru/ru/article/view?Id=12341>

5 **Donchenko, V. V., Kunin, Yu. I., Ruzsky, A. V., Vizhensky, V.** Metody` rascheta vy`brosov ot avtotransporta i rezul`taty` ix primeneniya [Methods of calculating emissions from vehicles and the results of their application] [Text]. // Journal of Automotive Engineers. – 2014. – № 3 (86). – P. 44 – 51.

6 **Parsaev, E. V., Malyugin, P. N., Teterina, I. A.** Metodika rascheta vy`brosov zagryaznyayushhix veshhestv dlya nestacionarny`x transportny`x potokov [Methodology for calculating pollutant emissions for non-stationary transport flows] [Text]. // Bulletin of SibADI. – 2018. – Volume 15, № 5. – P. 686–697.

7 **Tulenov, A. T., Gorskaya, N. A., Bekbolatov, G. Zh.** Metody` opredeleniya vy`brosov zagryaznyayushhix veshhestv avtotransportom [Methods of determining pollutant emissions by road] [Text] // Information and analytical journal «Actual problems of modern science». – 2015. – № 2 (81). – P. 152–154.

8 **Molodtsov, V. A., Guskov, A. A.** Opredelenie vy`brosov zagryaznyayushhix veshhestv ot avtotransporta : metodicheskie ukazaniya [Determination of pollutant emissions from vehicles : methodological guidelines] [Text]. – Tambov: Publishing House of FSBEI HPE «TSTU», 2014. – 22 p.

9 **Akunov, B. U.** Ezdovy`e cikly` dlya ocenki toplivnoj e`konomichnosti legkovy`x avtomobilej [Driving cycles to assess the fuel efficiency of passenger cars] [Text]. // Bulletin of Tajiks Technical University. – 2014. – № 1 (25). – P. 92–95.

10 **Manyashin, A. V.** Metodologiya issledovaniya gorodskix ezdovy`x ciklov avtomobilej [Methodology for the study of urban driving cycles of cars] [Text] // Architecture, construction, transport. – 2021. – № 4 (98). – P. 67–73.

11 **Raschetnaya instrukciya (metodika) po inventarizacii vy`brosov zagryaznyayushhix veshhestv avtotransportny`mi sredstvami v atmosfery`j vozdux** [Calculation instruction (procedure) for inventory of pollutant emissions by motor vehicles into the atmosphere] [Text]. // – Moscow : NIIAT, 2008. – 66 p.

Материал поступил в редакцию 24.11.22.

*А. Төленов¹, Ж. А. Шыңғысбаева², *Ф. Ж. Бекболатов³, А. С. Жүнісбеков⁴*

^{1,2,3,4}М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,

Қазақстан Республикасы, Шымкент қ.

Материал 24.11.22. баспаға түсті

АВТОМОБИЛЬ КӨЛІГІНІҢ ҚОЗГАЛЫС ЖАҒДАЙЛАРЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТА ЖАҒДАЙЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Автомобильдерден улы заттар шығарындыларының мөлшері жол қозғалысы ұйымдастыру жүйесін қалыптастырудың қала құрылысы-жоспарлау шарттарымен тікелей байланысты. Ғылыми мақалада автомобильдердің нақты қозғалыс жағдайлары автомобиль көлігінен қоршаған ортаға шығарылатын улы шығарындылардың мөлшеріне қалай әсер ететіндігі туралы зерттеу нәтижелері келтірілген. Автокөлік құралдарының пайдаланылған газдарындағы зиянды заттардың мөлшерін бағалаудың негізгі әдістерін салыстыру келтірілген. Зерттеу тобы автомобиль көлігі шығаратын зиянды заттардың мөлшерін бағалау үшін қала көшелеріндегі нақты қозғалыс жағдайында жүріс циклін зерттеді. Жүріс циклі қозғалтқыштың қиылыстың алдында «жасыл белгіні» күтіп тұрған «бос жүріс» жұмысына, рұқсат етілген сигналдан кейін орнынан қозғалуға және белгілі бір жылдамдыққа дейін үдетуге, белгілі бір жылдамдыққа жеткеннен кейін тұрақты жылдамдықпен қозғалуға және толық тоқтағанға дейін тежеуге негізделген. Автомобиль жолдарының әр түріндегі әр түрлі типтегі автомобильдердің орташа сағаттық шығарындылары әр түрлі қозғалыс режимдеріндегі автомобильдердің жұмыс уақытының арақатынасын ескере отырып анықталды.

Зерттеу нәтижелері қиылыстар арасындағы қашықтықтың ұлғаюы, реттелетін қиылыстары бар жолдардан әртүрлі деңгейдегі қиылыстары бар жолдарға ауысу улы заттардың шығарындыларының төмендеуіне әкелетінін және бос ағыннан ішінара байланысты немесе тығыз байланысты ағынға ауысу улы шығарындылардың көбеюіне әкелетінін көрсетеді.

Кілтті сөздер: автомобиль көлігі, улы заттардың шығарындылары, жүріс циклі, бос жүріс, үдемелі қозғалыс, тұрақты жылдамдықпен қозғалыс, тежелу.

*A. Tulenov¹, Zh. A. Shingisbaeva², *G. Zh. Bekbolatov³, A. S. Dzhunusbekov⁴*

Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan, Shymkent

Material received on 24.11.22.

STUDY OF THE EFFECT OF ROAD TRAFFIC CONDITIONS ON THE STATE OF THE ENVIRONMENT

The amount of toxic emissions from cars is directly related to the urban planning and planning conditions for the formation of a system of traffic organizations. The scientific article provides the results of a study on how real car traffic conditions affect the amount of toxic emissions from road transport on the environment. A comparison of the main methods of assessing the amount of harmful substances in the exhaust gases of vehicles is presented. The research group conducted a study of the traffic cycle in real traffic conditions on the streets of the city to assess the amount of harmful substances emitted by road. The driving cycle is based on the operation of the engine at «idle» in anticipation of the «green signal» in front of the intersection, starting after the permitting signal and accelerating to a certain speed, moving at a steady speed after reaching a certain speed and braking to a complete stop. The average hourly emissions of toxic substances for different types of cars on different types of roads were determined, taking into account the ratio of the operating time of cars in different traffic modes.

The results of the study show that increasing the distance between intersections, moving from roads with regulated intersections to roads with intersections of different levels leads to a decrease in toxic emissions, and the transition from free flow to partially-connected or tightly-connected leads to an increase in toxic emissions.

Keywords: road transport, toxic emissions, driving cycle, idling, acceleration, steady-state traffic, braking.

Теруге 24.11.22 ж. жіберілді. Басуға 27.12.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

66,9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 93,80 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4009

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz