

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.7+504

В. В. Губа, канд. техн. наук, В. В. Корнициянова

Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

РОВНОСТЬ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ровность дорожного покрытия влияет на транспортные средства, которые, в свою очередь, оказывают влияние на окружающую среду. Рост интенсивности движения вызывает увеличение выбросов CO, CO₂. С ухудшением ровности дорожного покрытия, происходит увеличение токсического загрязнения и разрушение прилегающих территорий и ландшафта.

***Ключевые слова:** автомобильная дорога, ровность покрытия, парниковые газы, токсичные выбросы автомобилей*

Введение

Воздействие человека на окружающую среду увеличивается по мере развития цивилизации и форсирования технического прогресса. На сегодняшний день отрицательное влияние на экологическую ситуацию приблизилось к критической отметке, после которой могут наступить необратимые последствия, сопряженные с разрушительной антропогенной деятельностью.

Автомобильная дорога, а в особенности крупная автомагистраль и проходящий по ней автомобильный транспорт, являются одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод, а кроме того, разрушения природного ландшафта на прилегающей к ней территории.

Постановка проблемы

Интенсивное развитие автомобилизации во всем мире, увеличение и регулирование сети автомобильных дорог, увеличение грузоподъемности и средней скорости транспортных средств, рост интенсивности движения вызывают усиление токсичного и виброакустического загрязнения окружающей среды, выдвигая на первый план решение проблем экологической безопасности и снижения влияния автотранспортных средств на среду обитания человека.

Анализ публикаций

По данным Кембриджского университета, ежегодно во всем мире автомобили выбрасывают в воздушное пространство более 4 млрд тонн двуокиси углерода (CO₂). С учетом постепенного увеличения эффективности использования топлива рост мирового автомобильного парка к 2030 г. может привести к увеличению этой цифры до 7 млрд тонн и повышению средней температуры воздуха на нашей планете на 4 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем.

В целом в отработанных газах двигателей внутреннего сгорания содержится более 200 токсичных веществ. Наиболее канцерогенными из них являются оксид углерода, окислы азота и серы, сажа, альдегиды, соединения свинца и других тяжелых металлов [1].

Непрерывно увеличивающееся транспортное загрязнение существенно изменяет качественный состав атмосферного воздуха, что влечет за собой ухудшение микроклимата в придорожной полосе. Эти изменения в крупных населенных пунктах характеризуются повыше-

нием температуры воздуха, снижением ультрафиолетовой радиации до 30 %, уменьшением видимости, увеличением облачности и осадков, изменением циркуляции воздуха [2].

Результаты исследований, проведенные А. П. Платоновым и С. К. Илиополовым [3], показывают, что загрязнение атмосферы зависит от следующих факторов:

- конструкции автомобилей – на 30 %;
- технического состояния автомобилей при эксплуатации – на 30 %;
- состояния дорожного покрытия и организации движения – на 40 %.

По сведениям И. Е. Евгеньева [4], из-за технического несовершенства транспортных средств, неудовлетворительных условий их эксплуатации и низкого качества транспортной сети ущерб окружающей среде, причиняемый движением автомобилей, в нашей стране существенно выше, чем за рубежом. Негативное влияние на окружающую среду оказывают также используемые в Донецкой области несовершенные технологические процессы содержания автомобильных дорог.

Отрицательное влияние автомобильного транспорта на окружающую среду постоянно увеличивается из-за следующих факторов:

- 1) транспортные средства не отвечают экологическим характеристикам;
- 2) уровень технического состояния автомобилей недостаточен;
- 3) уровень развития дорожных сетей и качества дорог недостаточен;
- 4) конкретные экологические ориентиры в сфере развития автомобильного транспорта отсутствуют.

Цель исследования

При принятии решений, направленных на улучшение окружающей среды и экологической ситуации в целом, необходимо определить фактор, который объединяет все процессы, выполняемые при эксплуатации дорог в течение всего периода работы от ремонта до ремонта. Если регулировать этот фактор, можно найти оптимальное значение, при котором воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду будет минимальным.

Основной материал

Разрушение автомобильной дороги происходит по определенным законам с учетом интенсивности движения и погодно-климатических факторов. С целью поддержания состояния покрытия на требуемом уровне с заданной интенсивностью движения необходимо выполнять установленное количество средних ремонтов. Ремонты автомобильной дороги и автотранспортных средств постоянно сопровождаются выбросами вредных веществ. Эти выбросы необходимо постоянно учитывать при выполнении экологической оценки воздействия на окружающую среду.

Скорость транспортных средств напрямую зависит от состояния дорожного покрытия, которое влияет на увеличение или снижение количества вредных выбросов в атмосферу. К основным показателям качества дорожного покрытия относятся сцепные качества и ровность. В данном случае появляется взаимосвязь между состоянием дорожного покрытия и степенью воздействия транспорта на окружающую среду.

Между допустимой скоростью и ровностью дорожного покрытия существует обратно-пропорциональная зависимость [5]. Для каждого типа автомобиля можно получить график зависимости допустимой скорости от ровности дороги при наличии данных о его массе и сопротивлении в амортизаторах. Рассмотрев совместно график «скорость – ровность» для легкового автомобиля и график зависимости выброса CO от скорости движения, полученный В. М. Луканиным [6], можно получить график зависимости выбросов CO от ровности дорожного покрытия по индексу ровности IRI (рисунок 1).

Из рисунка 1 можно сделать вывод, что есть определенная ровность покрытия, при которой удельные выбросы (г/км) вредоносных элементов будут минимальными.

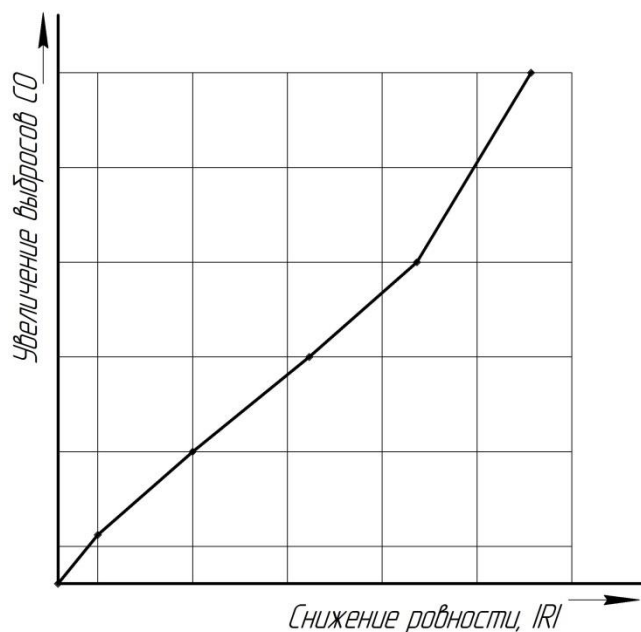


Рисунок 1 – Зависимость выбросов CO от ровности дорожного покрытия по индексу ровности IRI

Радкевич М. В. и А. Т. Салохиддинов в своих исследованиях предприняли попытку произвести оценку количества всех выбросов в системе «дорога – автомобиль» в течение жизненного цикла дороги. С целью выявления зависимостей между допустимой ровностью дорожного покрытия и количеством выбросов на различных этапах жизненного цикла дороги был поставлен эксперимент с применением компьютерных программ [7].

Результаты проделанных исследований дали возможность отследить изменение процентных содержаний выброса какого-либо вещества в зависимости от принятой допустимой ровности покрытия.

В результате эксперимента для каждого этапа и для каждого вида ремонта дороги получено общее и среднегодовое количество вредных выбросов при:

- движении автомобилей по дороге;
- текущем ремонте дорог;
- среднем ремонте дорог.

Все выбросы разделены на две группы:

1) парниковые газы (CO_2 , CH_4 и N_2O), – учитываемые от всех источников выбросов, перечисленных выше;

2) выбросы в придорожной зоне – выбросы движущихся автомобилей, а также выбросы дорожно-строительных машин при производстве ремонтов дорог.

В таблице 1 приведены данные по межремонтным срокам службы дорожной одежды и покрытия, зависящие от типа дорожной одежды и покрытия [8].

Таблица 1 – Межремонтные сроки службы дорожной одежды и покрытия

Тип дорожной одежды и покрытия	Категория дороги	Сроки службы между ремонтом T_i , года, при $q = 1,05$	
		капитальный	текущий
Асфальтобетон I марки	I, II	12, 14, 16	4, 6, 8
Асфальтобетон II марки	III	13, 15, 17	5, 7, 9
Асфальтобетон III марки	III	10, 13, 15	5, 6, 8

В таблице 2 приведены суммарные значения «автотранспортные средства + дорога» годовых выбросов CO_2 для всех этапов эксперимента. Подобные данные получены для всех

компонентов газов, выбрасываемых системой «дорога – автомобиль» [8].

Таблица 2 – Зависимость количества выбросов от показателя ровности автомобильной дороги

IRI _{доп}	Количество выбросов парникового газа CO ₂ , т/км·год			
	Категория дороги и соответствующая интенсивность движения в авт/сут			
	I (>14000)	II (5000–14000)	III (2500–5000)	IV (300–2500)
4,0	560	389	195	80
5,0	583	417	224	87
6,0	600	433	228	114

Примечание – Полученные численные данные выбросов приведены к целому значению.

Одной из важнейших проблем, связанных с эксплуатацией автотранспорта, является выброс большого количества парниковых газов (главным образом CO₂), вызывающих постепенное изменение климата. Для принятия мер по улучшению экологической ситуации необходима прежде всего организация учета выбрасываемых парниковых газов. Настоящее исследование было направлено на разработку метода инвентаризации дорог и определения количества выбросов парникового газа CO₂ автомобилей на основе измерения фактической ровности дорожного покрытия. Если ровность соответствует положительной оценке по принятым нормам, то и количество выбросов должно считаться удовлетворительным.

Количество выбросов CO в процентном отношении по видам ремонта и разной ровности покрытия приведено на рисунке 2 и соответствует следующим значениям: текущий ремонт – 64,5–72,1 %; средний ремонт – 0–6,7 %. При увеличении индекса ровности происходит увеличение выбросов: текущий ремонт – 7,5 %; средний – 6,7 %.

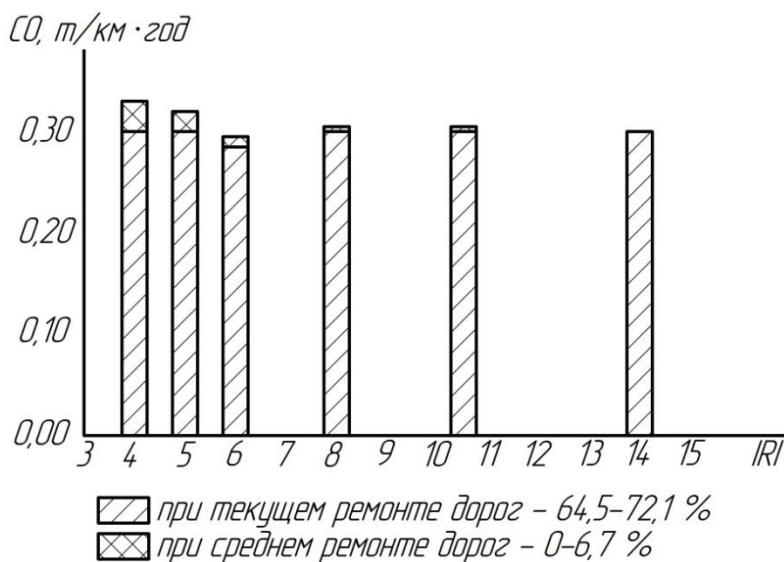


Рисунок 2 – Выбросы CO по видам ремонта

По полученным данным можно сделать вывод, что снижение ровности покрытия способствует ухудшению экологической ситуации в придорожной зоне, а также в близко расположенных населенных пунктах.

Массу выбросов CO можно рассчитать, используя уравнение «выбросы – интенсивность движения»:

$$m_{CO} = A \cdot N^2 + B \cdot N + C, \quad (1)$$

где m_{CO} – масса выбросов CO, т/год·км;

N – интенсивность движения, тыс. авт/сут;

A, B, C – коэффициенты, определяемые для дорог с разным типом покрытия.

Полученные результаты дают возможность рекомендовать значения допустимой ровности покрытий, которая обеспечивает минимальный ущерб окружающей среде от автомобильного транспорта.

Значение индекса ровности, при котором наблюдаются минимумы выбросов и минимумы затрат, приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Значение индекса ровности

Индекс ровности, $IRI_{доп}$	Интенсивность движения, авт/сут								
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	9000	10000
Минимальные выбросы	6,5	6	5	5	4	4	3,5	3	2,5
Минимальные затраты	6,5	7	5	5,5	4,5	4,3	4	4	4

Скорость и уровень шума монотонно увеличиваются с уменьшением индекса ровности.

Заключение

Следовательно, существует такая ровность покрытия, при которой выбросы движущихся автомобилей и выбросы при ремонте дорог – минимальны. Это может служить косвенным показателем при обосновании требований к ровности дорожного покрытия. С точки зрения снижения выбросов можно рекомендовать следующие значения индекса ровности: при интенсивности движения $N = 2000$ авт/сут рекомендованный индекс ровности $IRI = 6$, при $N = 3000–4000$ авт/сут – индекс ровности $IRI = 5$, при $N = 5000–6000$ авт/сут – индекс ровности $IRI = 4$, при $N \geq 6000$ авт/сут – индекс ровности $IRI < 4$.

Основные меры по снижению экологического ущерба от транспорта заключаются в:

- оптимизации движения городского транспорта;
- разработке альтернативных энергетических источников;
- дожигании и очистке органического топлива;
- создании (модификации) двигателей, использующих альтернативные топлива;
- защите от CO;
- экономических инициативах по управлению автомобильным парком и движением.

Список литературы

1. Графкина, М. В. Экология и экологическая безопасность автомобиля / М. В. Графкина, В. А. Михайлов, К. С. Иванов. – М. : ФорумИнфра-М, 2016. – 320 с.
2. ИКН 14-10. Инструкция по оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог общего пользования. – Ташкент : ГАК Узавтоюл, 2010. – 52 с.
3. Платонов, А. П. Автомобильная дорога. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / А. П. Платонов, С. К. Илиополов. – СПб. : МПП «Танакс», 1997. – 270 с.
4. Евгеньев, И. Е. Автомобильные дороги в окружающей среде / И. Е. Евгеньев, Б. Б. Каримов. – М. : Трансдорнаука, 1997. – 285 с.
5. Радкевич, М. В. Зависимость количества вредных выбросов автомобиля от состояния дорожного покрытия / М. В. Радкевич // Молодежь. Наука. Инновация : тр. VI Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Пенза, 2012. – С. 401–406.
6. Луканин, В. Н. Промышленно-транспортная экология / В. Н. Луканин, Ю. В. Трофименко. – М. : Высшая школа, 2001. – 273 с.
7. Радкевич, М. В. О возможностях оценки воздействия автотранспортного комплекса на окружающую среду / М. В. Радкевич, А. Т. Салохиддинов // Общество. Среда. Развитие. – СПб., 2014. – С. 185–190.
8. Ремонт и содержание автомобильных дорог : справ. инженера-дорожника / А. П. Васильев [и др.]. – М. : Интеграл, 2013. – 287 с.

9. Губа, В. В. Оцінка впливу реконструкції автомобільної дороги на навколишнє середовище / В. В. Губа, О. В. Мещеряков // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту : наук.-вироб. зб. АДИ ДВНЗ «ДонНТУ». – Горлівка, 2009. – № 1 (8). – С. 155–160.
10. Коробкин, В. И. Экология и охрана окружающей среды : учеб. / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – М. : КноРус, 2013. – 336 с.
11. Губа, В. В. Ровность асфальтобетонных дорожных покрытий / В. В. Губа, В. В. Корнициянова // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : III Междунар. науч.-практ. конф. – Горловка : АДИ ГОУВПО ДонНТУ, 2017. – С. 32–34.
12. Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог : учеб. для студ. высш. учеб. заведений. В 2 т. Т. 1 / А. П. Васильев. – 3-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 320 с.
13. Егоренков, Л. И. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / Л. И. Егоренков. – М. : Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 256 с.
14. Евтюков, С. А. Влияние факторов на сцепные качества покрытий автомобильных дорог / С. А. Евтюков // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 1–8.
15. Чванов, В. В. Обоснование норм продольной ровности дорожных покрытий, методов ее измерения и контроля / В. В. Чванов, Н. А. Лушников, А. М. Стрижевский // Дороги России XXI века. – 2008. – № 6. – С. 58–62.

В. В. Губа, В. В. Корнициянова
Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка
Ровность дорожного покрытия и ее влияние на окружающую среду

В качестве критерия оценки экологических процессов в автотранспортном комплексе предложен индекс ровности дорожного покрытия.

Проведены теоретические исследования, при помощи которых установлена взаимосвязь между вредными выбросами автомобилей и ровностью дорожного покрытия. Результаты проведенных исследований дали возможность отследить изменение процентного содержания выбросов веществ в зависимости от принятой допустимой ровности дорожного покрытия.

Определены значения индекса ровности, при которых токсичные выбросы автомобилей и затраты на содержание дорог являются минимальными.

Следовательно, существует такая ровность дорожного покрытия, при которой доли токсичных выбросов от движущихся автомобилей и выбросов при проведении текущего и среднего ремонтов автомобильных дорог будут минимальны. Этот результат может быть принят за косвенный показатель при обосновании требований к ровности дорожного покрытия.

АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, РОВНОСТЬ ПОКРЫТИЯ, ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ, ТОКСИЧНЫЕ ВЫБРОСЫ АВТОМОБИЛЕЙ

V. V. Guba, V. V. Korniianova
Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
Pavement Evenness and Its Impact on the Environment

As an evaluation criterion of ecological processes in the motor transport complex pavement evenness is suggested.

Theoretical researches are carried out. With their help, the relationship between automobile harmful emissions and pavement evenness is established. Results of conducted researches allowed to track changes of emission percentage according to the accepted permissible evenness of the pavement.

Values of the evenness index are determined under which automobile toxic emissions and road maintenance costs are minimal.

Consequently, there is such pavement evenness under which shares of toxic emissions from moving automobiles and emissions during routine and mid-life road repair will be minimal. This result can be accepted as an indirect indicator in justifying requirements to the pavement evenness.

MOTOR ROAD, PAVEMENT EVENNESS, GREENHOUSE GASES, AUTOMOBILE TOXIC EMISSIONS

Сведения об авторах:

В. В. Губа

SPIN-код: 7398-9000
Телефон: +38 (0624) 55-20-26
Эл. почта: adis@adidonnty.ru

В. В. Корнициянова

Телефон: +38 (0624) 55-20-26
Эл. почта: adis@adidonnty.ru

Статья поступила 11.10.2017

© В. В. Губа, В. В. Корнициянова, 2018

Рецензент: И. В. Шилин, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДонНТУ»