

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

УДК 656.1:502/504

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗНАЧИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫМ
КОМПЛЕКСОМ

**М.В. Радкевич, доцент, к.т.н.,
Ташкентский автомобильно-дорожный институт, Узбекистан**

Аннотация. Определены зависимости между ровностью дорожного покрытия и выбросами загрязняющих веществ в атмосферу от автомобильно-дорожного комплекса. Предлагается принять ровность дорожного покрытия за критерий оценки количества выбросов парниковых и других газов.

Ключевые слова: автомобильные дороги, инвентаризация выбросов, жизненный цикл дороги, парниковые газы, ровность покрытия.

ВІЯВЛЕННЯ ЗНАЧУЩОСТІ ДЕЯКИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ
НА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІМ КОМПЛЕКСОМ

**М.В. Радкевич, доцент, к.т.н.,
Ташкентський автомобільно-дорожній інститут, Узбекистан**

Анотація. Визначено залежності між рівністю дорожнього покриття та викидами забруднюючих речовин в атмосферу від автомобільно-дорожнього комплексу. Пропонується прийняти рівність дорожнього покриття за критерій оцінки кількості викидів парникових та інших газів.

Ключові слова: автомобільні дороги, інвентаризація викидів, життєвий цикл дороги, парникові газы, рівність покриття.

DETECTION RELEVANCY OF SOME FACTORS INFLUENCING ON AIR
POLLUTION FROM AUTOMOBILE AND ROAD COMPLEX

**M. Radkevich, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Tashkent Automobile and Road Construction Institute, Uzbekistan**

Abstract. The dependence between the pavement evenness and the emissions of air pollutants from automobile – road sector is detected. It is proposed to take the pavement evenness for the assessment criterion of greenhouse and other gases emissions.

Key words: roads, emission inventories, life cycle of roads, greenhouse gases, coating evenness.

Введение

Возрастающее прогрессирование загрязнения окружающей среды требует скорейшего решения проблемы инвентаризации вредных выбросов, и в т.ч. парниковых газов. Значительный вклад в процесс загрязнения окру-

жающей среды вносит автомобильный транспорт. Основная доля загрязнений приходится на выхлопные газы двигателей транспортных средств. Однако в процессе эксплуатации автомобильных дорог свой вклад в загрязнение окружающей среды вносят и другие процессы, такие как производ-

ство топлива для движения автомобилей и дорожных машин, производство материалов для ремонта и т.д. Вопрос инвентаризации и оценки вклада этих составляющих в общее количество выбросов автомобильно-дорожного комплекса (АДК) до конца не изучен.

Анализ публикаций

Рассмотрим исследования, посвященные вопросам инвентаризации и мониторинга выбросов автотранспорта.

В работе Жданова [1] разрабатываются вопросы математического и информационного обеспечения систем мониторинга и подчеркивается, что вопросы создания систем экологического мониторинга применительно к транспортным системам проработаны недостаточно.

В обзоре [2] приведены данные об организации мониторинга автомобильных дорог в различных странах Европы и Америки за 2008–2011 годы. Из данной работы следует, что мониторинг ведется путем организации сети пунктов лабораторного контроля, что требует больших финансовых и временных затрат. Такие способы мало пригодны для стран с ограниченными возможностями финансирования.

В работе Antonini M. R. [3] описано проведение экологического мониторинга и инвентаризации выбросов транспортных инфраструктур Италии на базе программного обеспечения.

В работах Столярова К.А. [4] и Федоровой Ю. В. [5] рассматриваются вопросы мониторинга и инвентаризации выбросов транспортных средств при различных схемах организации зимнего содержания дорог.

Из произведенного анализа можно заключить, что даже в развитых странах существуют определенные проблемы в вопросах экологического мониторинга окружающей среды. Системные исследования по инвентаризации выбросов всего автотранспортного комплекса не проводились.

Цель и постановка задачи

В настоящей статье рассматриваются вопросы инвентаризации выбросов АДК и определения доли каждой составляющих суммарных выбросов АДК.

Для решения поставленной задачи необходимо рассматривать АДК как сложную систему, изменяющуюся в течение жизненного цикла (ЖЦ) дороги. Выбросы в атмосферный воздух в течение ЖЦ дороги происходят: 1) от движущегося потока АТС; 2) при производстве текущего ремонта дороги; 3) при производстве среднего ремонта дороги; 4) при производстве ТО и ремонта автомобилей; 5) при производстве топлива для движения АТС; 6) при производстве материалов для ремонта автомобилей; 7) при производстве материалов для текущего ремонта дорог; 8) при производстве материалов для среднего ремонта дороги.

Поскольку количество выбросов сильно колеблется в зависимости от множества факторов, учет которых весьма затруднителен, интерес представляет создание методики, позволяющей быстро оценивать количество выбросов АДК в динамике.

Оценка вклада различных источников в выбросы АДК

Для этого необходимо выявить фактор, от которого зависят все компоненты суммарных выбросов АДК. Таким фактором может служить ровность дорожного покрытия.

При комплексной оценке выбросов системы «дорога–автомобиль» необходимо учитывать сложную взаимосвязь дороги и автомобиля. Поток автомобилей, двигаясь по дороге, разрушает ее, при этом происходит и разрушение автомобилей. Таким образом, состояние покрытия обуславливает периодичность технического обслуживания и ремонтов автотранспортных средств (АТС). Между состоянием покрытия и периодичностью ремонтов АТС существует вполне определенная зависимость [6].

Разрушение дороги происходит по определенному закону в зависимости от интенсивности движения и климатических факторов. Для поддержания состояния покрытия на требуемом уровне при заданной интенсивности движения требуется определенное количество средних ремонтов дороги. Ремонты АТС и дороги сопровождаются выбросами вредных веществ, которые необходимо учитывать при инвентаризации [7].

Нами была предпринята попытка произвести инвентаризацию всех выбросов в системе «дорога–автомобиль» в течение ЖЦ дороги.

С целью выявления зависимостей между допустимой ровностью дорожного покрытия и количеством выбросов на различных этапах ЖЦ дороги был поставлен широкомасштабный компьютерный эксперимент. Для проведения эксперимента были выбраны модели:

По дорогам: 1. Модель прогнозирования ровности дорог [8]; 2. Модель, определяющая среднегодовую площадь покрытия, подлежащую текущему ремонту [9]; 3. Модель, описывающая выравнивающий эффект среднего ремонта [10].

По АТС: 1. Модель прогнозирования скорости АТС в зависимости от ровности дорожного покрытия [11]; 2. Модель прогнозирования количества выбросов потока АТС в зависимости от скорости [12]; 3. Модель оценки интенсивности износа АТС в зависимости от скорости движения и ровности дорожного покрытия [6].

В качестве исходных данных приняты опубликованные результаты исследований НАМИ, лаборатории МАДИ ТУ, КаздорНИИ, Узавтойул, касающихся закономерностей изменения состояния дорожного покрытия с течением времени, а также количества выбросов при движении АТС, производства ремонтов АТС и дорожного покрытия, производства топлива и материалов [6, 8, 10–14].

Эксперимент, представляющий собой вариационную задачу с перебором различных значений допустимой ровности, включает 9 этапов для дорог с капитальным типом дорожной одежды и 5 этапов для дорог с облегчённым типом. Каждому этапу соответствует различная интенсивность движения. В каждом этапе 4–6 вариантов допустимой ровности покрытия. Допустимая ровность задавалась от 3,5 IRI («отлично» – в соответствии с принятой системой оценок ровности в период эксплуатации дорог) [15]. В качестве средних ремонтов, используемых для поддержания допустимой ровности, рассмотрены 3 варианта: а) поверхностная обработка; б) термопрофилирование; в) укладка нового слоя асфальтобетона. Срок службы дороги с капитальным типом дорожной одежды принят 18 лет, с облегчённым типом – 12 лет. Для эксперимента были выбраны наиболее распространенные на дорогах Узбекистана варианты интенсивности движения, по данным ГАК Узавтойул.

В результате экспериментов: 1) установлена корреляционная зависимость между ровностью и количеством выбросов; 2) получено уравнение, позволяющее определить количество выбросов в зависимости от ровности при определенной интенсивности движения; 3) найдены оптимальные значения ровности, при которых происходят минимальные выбросы.

Установленные зависимости позволили разработать методику инвентаризации выбросов АДК, основанную на данных мониторинга состояния автомобильных дорог. Т.е., зная ровность дорожного покрытия и интенсивность движения на дорогах данной категории, можно определить среднегодовое количество выбросов, приходящихся на 1 км дороги.

Выбросы от всех выше перечисленных источников разделены на 3 группы: 1) парниковые газы; 2) выбросы в придорожной зоне; 3) локальные загрязнения. К парниковым газам отнесены их выбросы (CO_2 , CH_4 и N_2O) от всех источников. К выбросам в придорожной зоне отнесены выбросы от движущихся АТС и при проведении ремонтных работ на дороге. К локальным загрязнениям отнесены выбросы при ремонте АТС и производстве материалов (выбросы предприятий).

Ниже приведены графики зависимости выбросов парникового газа CO_2 от ровности дороги при движении и обслуживании автомобилей (рис. 1) и при обслуживании дорог (рис. 2). Приведенные графики соответствуют интенсивности движения $N = 6000$ авт./сут., средний ремонт дороги – поверхностная обработка.

Количество выбросов при движении и обслуживании автомобилей распределяется следующим образом: движение автомобилей – 66,57–68,91 %; ТО и ремонт автомобилей – 17,87–20,4 %; производство топлива – 11,02–11,41 %; производство материалов для ТО и ремонта – 1,8–2,06 %. Как видим, доля выбросов при ТО и ремонте АТС, а также при производстве топлива достаточно велика и должна учитываться при инвентаризации парниковых газов. Выбросы при производстве материалов для ТО и ремонта АТС могут учитываться только при уточненных расчетах.

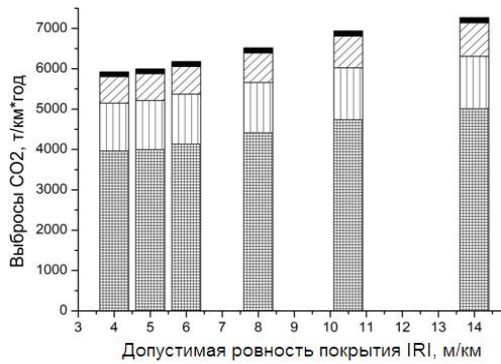


Рис. 1. Выбросы CO₂ при движении и обслуживании автомобилей:

- при движении автомобилей;
- при ТО и ремонте автомобилей;
- при производстве топлива;
- при производстве материалов для ТО и ремонта

Количество выбросов при обслуживании дорог распределяется следующим образом: текущий ремонт – 39,05–54,12 %; средний ремонт – 0–4,08 %; производство топлива – 6,73–8,4 %; производство материалов для текущего и среднего ремонта – 37,45–50,14 %.

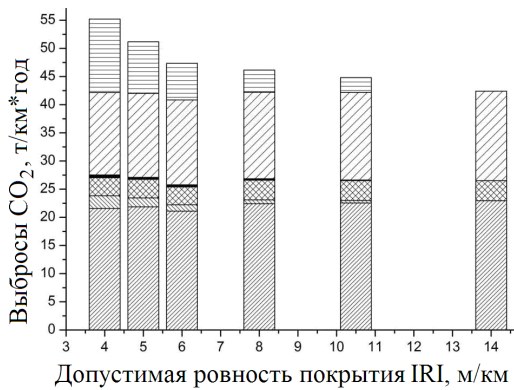


Рис. 2. Выбросы CO₂ при обслуживании автомобильных дорог:

- при текущем ремонте;
- при среднем ремонте;
- при производстве топлива для текущего ремонта;
- при производстве топлива для среднего ремонта;
- при производстве материалов для текущего ремонта;
- при производстве материалов для среднего ремонта

Анализ графиков позволил выявить, что не только количество, но и величина доли выбросов при каждом технологическом процессе, происходящем в период эксплуатации дороги, изменяется в зависимости от ровности дорожного покрытия.

На рис. 3 и 4 представлены графики колебания процентной доли вклада всех перечисленных источников.

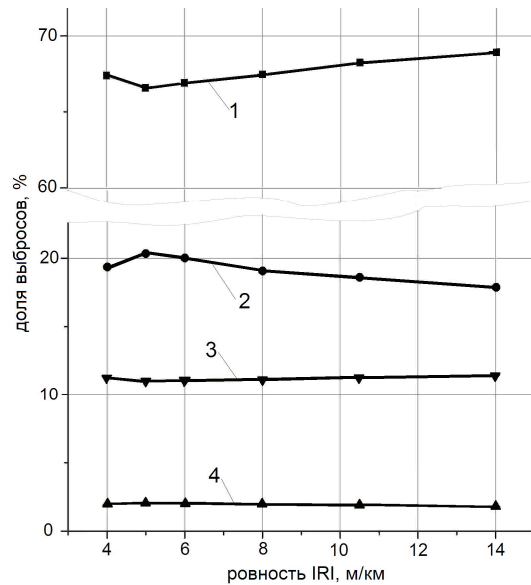


Рис. 3. Доли выбросов от различных процессов при эксплуатации дороги: 1 – выхлопы движущихся автомобилей; 2 – выбросы при ТО и ремонте автомобилей; 3 – выбросы при производстве топлива для транспорта; 4 – выбросы при производстве материалов для ТО и ремонта автомобилей

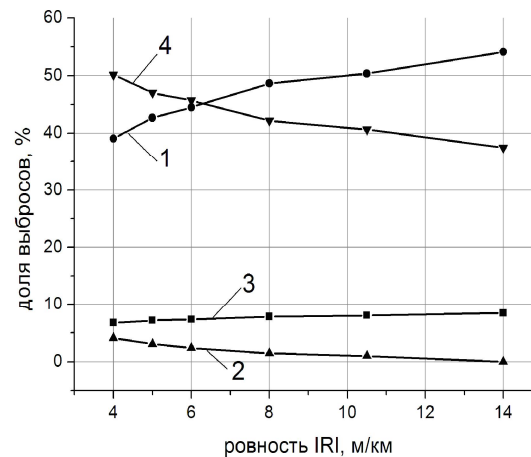


Рис. 4. Доли выбросов от различных процессов при эксплуатации дороги: 1 – выбросы при текущем ремонте; 2 – выбросы при среднем ремонте; 3 – выбросы при производстве топлива для ремонта дорог; 4 – выбросы при производстве материала для ремонта дорог

Можно видеть, что доля выбросов при производстве топлива для движения и обслуживания автомобилей минимальна при ровности дорожного покрытия.

сти дорог IRI 5 (при $N = 6000$ авт./сут.), что может служить косвенным показателем при обосновании требований к ровности дорожного покрытия.

Выводы

Итак, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Ровность дорожного покрытия может служить критерием оценки количества выбросов парниковых и других газов.
2. При проведении инвентаризации парниковых газов в системе «автомобиль–дорога» необходимо учитывать долю выбросов при производстве ТО и ремонте АТС, при производстве ремонта дорожного покрытия и производстве топлива для движения автомобилей и дорожных машин. Выбросы при производстве материалов для ТО и ремонта АТС можно не учитывать, за исключением случаев, когда необходимо получить точные данные.
3. Существует такая ровность покрытия, при которой доли выбросов движущихся автомобилей и выбросов при производстве топлива для движения и обслуживания автомобилей минимальны, что может служить косвенным показателем при обосновании требований к ровности дорожного покрытия.

Литература

1. Жданов А.Д. Математическое и информационное обеспечение систем экологического мониторинга на транспорте: дис... к.т.н.: 05.13.01 / А.Д. Жданов. – М., 2006. – 145 с.
2. Monitoring of environmental impacts of roads. PIARC Technical Committee A.1 – Preserving the environment, 2012. – 94 p. Available at: <http://www.piarc.org/en/order-library/13993-en-Monitoring%20of%20environmental%20impacts%20of%20roads.htm>
3. Antonini M. Environmental monitoring of transport infrastructure programs. An Italian experience: the National Operative Program (PON) «Reti e mobilità» / M. Antonini, P. Baratonio et al. // EWGT2012 – Compendium of Papers. – Paris, 2012.
4. Столяров К. А. Оценка уровня выбросов транспортных средств при различных схемах организации зимнего содержания дорог / К.А. Столяров, Н.О. Столярова, Р.В. Лихошерст // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2009. – №2. – С. 86–90.
5. Федорова Ю.В. Разработка методов комплексной оценки состояния окружающей среды придорожной полосы в процессе зимнего содержания: дисс... к.т.н.: 05.23.11 / Ю.В. Федорова. – Воронеж, 1999. – 223 с.
6. Шмуйлович А.В. Экономическая оценка износа автотранспортных средств, вызванного дорожными условиями / А.В. Шмуйлович, В.Ф. Архипова, А.В. Голумидова // Электронный журнал Владимирского государственного университета. – № 18. – 2007 (часть 2). URL: <http://journal.vlsu.ru/index.php?id=128>. (дата обращения: 20.02.2010).
7. Радкевич М.В. Инвентаризация и мониторинг выбросов системы «дорога–автомобиль» в условиях Узбекистана / М.В. Радкевич // Оценивание и мониторинг функционирования технических систем: коллективная научная монография / под ред. Я.А. Полонского. – Новосибирск: Сибирская ассоциация консультантов, 2012. – С. 99–120.
8. Нестерович Н.В. Система управления содержанием покрытий в Республике Беларусь / Н.В. Нестерович, С.В. Богданович // Автомобильные дороги и мосты. – 2008. – № 2(2). – С. 67–72.
9. Васильев А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника / А.П. Васильев, В.И. Баловнев. – М.: Транспорт, 1989. – 288 с.
10. Красиков О.А. Обоснование стратегии ремонта нежестких дорожных одежд: дисс... д.т.н.: 16.03.00 / О.А. Красиков. – Алматы, 1999. – 598 с.
11. Поляков В.А. Исследование взаимосвязи маршрутной скорости и ровности для условий Казахской ССР / В.А. Поляков, О.А. Красиков // Проектирование автомобильных дорог: межвуз. сб. науч. тр. – Омск, 1979. – С. 46–55.
12. Методика определения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям. – Санкт-Петербург: НИИ Атмосфера, 2005. – 48 с.

Рецензент: Ф.И. Абрамчук, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 1 июля 2013 г.