

Загрязнение автотранспортных магистралей пылью от износа шин и дорожного полотна пагубно влияет на здоровье человека

В дополнение к ранее представленным Российской Федерацией информационным материалам по проблеме загрязнения воздуха в городах от износа шин и дорожного полотна (GRPE-65-20; WP-29-160-39; WP-29-161-22 и GRPE-68-10), представляем результаты дальнейших исследований системы: «Автомобиль-дорога-окружающая среда-человек».

В процессе эксплуатации автотранспорта в результате выделения твердых частиц с отработавшими газами автомобилей, выделения продуктов износа шин, дорожного полотна, фоновое загрязнение воздуха и других процессов в воздухе над проезжей частью дорог формируются повышенные концентрации твердых частиц. Содержание продуктов износа шин в воздухе над проезжей частью дорог, что отмечалось в ранее переданных материалах российской делегации, составляет до 60% от общего количества твердых частиц (WP-29-160-39).

Вследствие отсутствия нормативных требований к эффективности очистки воздуха от твердых частиц в салонах автомобилей, недостаточной тонкости очистки твердых частиц с помощью салонных фильтров, их содержание, особенно размером до 1 мкм, в воздухе салонов в реальных условиях эксплуатации практически такое же, как и в наружном воздухе (GRPE-68-10). В результате в плотных транспортных потоках, в автомобильных пробках, тоннелях, в карьерах и т.д. их содержание в воздухе салонов автотранспортных средств часто превышает предельно допустимые гигиенические нормативы.

Для комплексной оценки экологической обстановки в принятой системе «Автомобиль - дорога - окружающая среда» необходимо рассматривать уровень воздействия загрязненного воздуха на население с учетом трех составляющих: фонового загрязнения воздуха в городах; загрязнения воздуха над проезжей частью дорог и содержания ВВ в салонах транспортных средств (ТС).

По имеющимся данным содержание ВЧ в воздухе при движении по асфальтированному шоссе за одним легковым автомобилем составляет 5-10 мг/м³, за двумя автомобилями – 15-20 мг/м³. При движении грузовых автомобилей в колонне с интервалом 35 м запыленность воздуха на уровне воздухозаборника двигателя для головной машины составила 200 мг/м³, для 6-го - 1000 мг/м³, для 10-го – 1100 мг/м³, что многократно превышает предельно-допустимые медицинские нормативы для воздуха населенных мест. Установлено также, что максимальная запыленность воздуха на автодороге имеет место на высоте 0,5-1,0 м от полотна дороги и снижается в 3-5 раза на высоте 2 м и более.

Сверхнормативно загрязненный воздух в салонах почти не имеет запаха, цвета, а наиболее опасная пыль тоньше 2-3 микрон, не очищаемая салонными фильтрами, не видна глазом. С учетом изложенного можно констатировать, что при кажущихся комфортных условиях по температуре, влажности, шуму в салонах современных ТС с системами кондиционирования, при наличии красивого интерьера, различного рода удобств, электронного и компьютерного обеспечения, интеллектуальных систем помощи водителю, в салонах создается иллюзия полного экологического благополучия. Однако загрязнение воздуха в салонах ТС часто бывает опасным для жизни, влияя на утомляемость, внимание водителя, вызывая у него спутанность сознания и даже сонливость, что может быть одной из причин увеличивающихся дорожно-транспортных аварий.

Основная причина такого положения дел заключается в недостатках действующей концепции создания «экологически чистого» транспорта, в которой отсутствуют комплексные экологические требования к конструкции автомобилей по системам вентиляции, отопления салонов, кондиционерам и салонным фильтрам.

Загрязнение городской воздушной среды происходит не только за счет выброса твердых частиц, образующихся в результате механического износа шин, но и выделения шинами газообразных вредных веществ. Выделение вредных веществ шинами интенсифицируется при их нагреве, неизбежном при взаимодействии шин с дорожным покрытием, особенно в режимах буксования и юза.

Дополнительно была проведена оценка токсичных свойств материалов шин и дорожного покрытия.

На рисунке 1 представлены результаты термогравиметрического анализа смеси образцов асфальтового дорожного покрытия и изношенной шины Nokia Rollster TS, измельченных до гомогенного порошка. Исследования проводились по методике, разработанной Институтом химии растворов РАН Российской Академии наук. Термогравиметрическая кривая (сплошная линия) характеризует потерю массы исследуемого образца в результате термодеструкции при его непрерывном нагреве от 20 до 400°C.

Как видно из рисунка 1, потеря массы образца составила 0,95% при нагреве до 100°C и 1,58% в диапазоне температур от 100 до 250°C. Именно в этом диапазоне исследование образца представляет наибольший интерес, так как температура в зоне контакта колеса автомобиля с асфальтом, создаваемая силой трения, не превышает 300°C даже в случае экстренного торможения автомобиля. Потеря массы образца в данном случае объясняется как пиролизом материала шины, так и термическим разрушением нефтяного пека асфальта.

Аналогичные исследования, проведенные с тремя образцами новых (неэксплуатировавшихся) шин различной размерности (Michelin Agilis 51, Bridgestone M729 и Michelin XTA2), показали еще более существенную убыль массы образцов до 2,4%, что свидетельствует о более интенсивном выделении газообразных ВВ. В качестве примера на рисунке 2 приведены результаты термогравиметрического анализа образца шины Michelin Agilis 51 (размерность 175/65 R14), а в таблице 1 представлены обобщенные результаты исследований для всех трех новых шин.

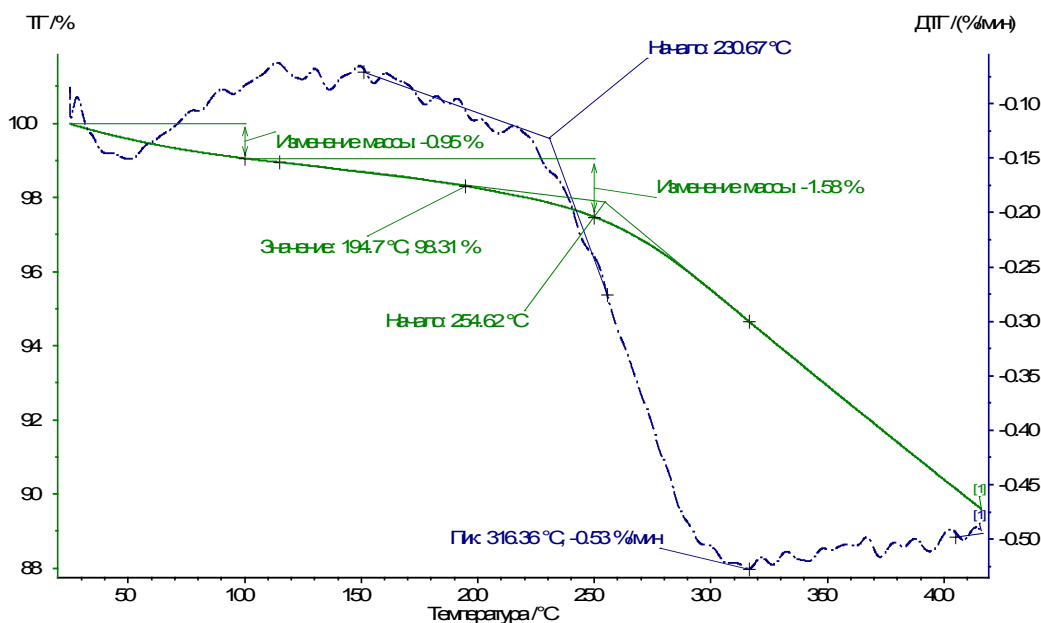


Рисунок 1 – Фрагмент кривой потери массы и её производная для смеси порошков асфальтового дорожного покрытия и бывшей в употреблении шины Nokia Rollster TS (размерность 185/70 R14, производство – Финляндия)

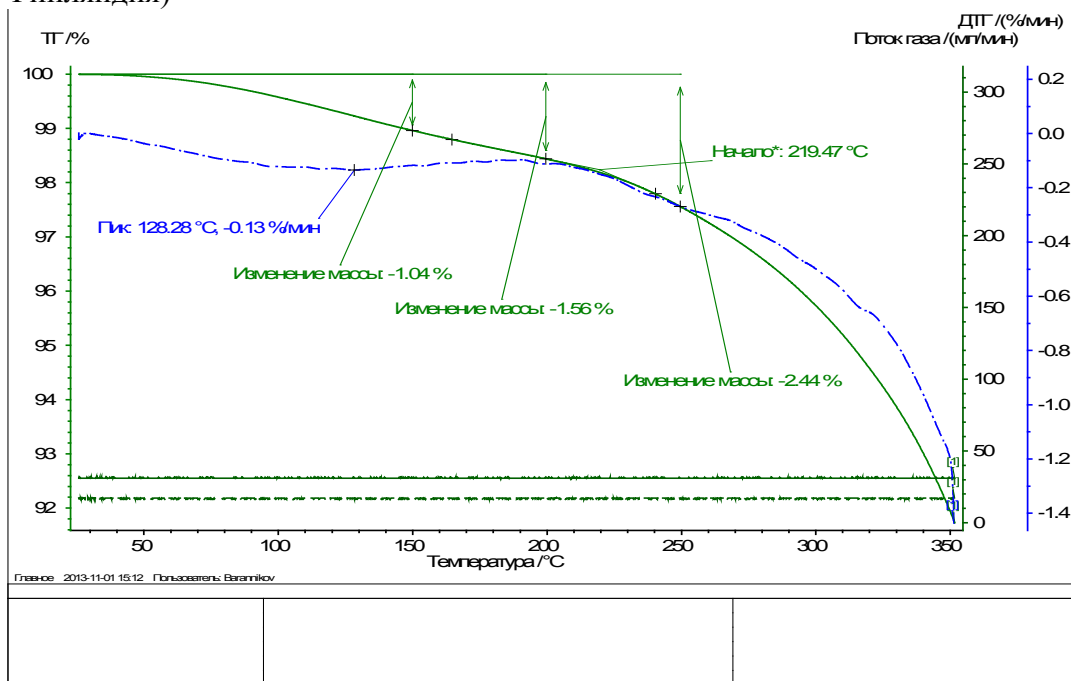


Рисунок 2 – Фрагмент кривой потери массы и её производная для новой шины Michelin Agilis 51 (размерность 175/65 R14, производство – Великобритания)

Таблица 1 – Результаты термогравиметрического анализа образцов новых автомобильных шин

Наименование шины, размерность, страна производства	Содержание летучих веществ, %, 20 – 150°C	Начало термодеструкции, °C	Убыль массы к 200°C, %	Убыль массы к 250°C,

				%
Michelin Agilis 51, 175/65 R14, Великобритания	1,0	219,5	1,6	2,4
Bridgestone M729, 11.00 R20, Япония	1,0	226,0	1,4	2,1
Michelin XTA2 Energy, 275/70 R22,5, Испания	0,8	228	1,2	1,95

Как видно из данных таблицы 1, уже при нагреве образцов шин до 150°C потеря их массы в результате выделения газообразных веществ находится в диапазоне от 0,8 до 1,0%, а при повышении температуры до 250°C потеря достигала 2,4%.

Полученные в результате термогравиметрического анализа данные указывают на то, что в результате резкого повышения температуры шины (при скольжении или буксовании на асфальтовом покрытии) имеет место интенсивное выделение газообразных вредных веществ в весьма значительных количествах. Для полноты картины загрязнения воздуха со стороны шин и дорожного покрытия был проанализирован химический состав этих веществ.

Анализ химического состава продуктов термодеструкции шин и дорожного покрытия проводился согласно методике РФ - МУ 2.1.2.1829 в герметичной климатической камере на следующих четырех температурных режимах – 20°C, 40°C, 60°C и 80°C при влажности воздуха 40 %.

Результаты химического анализа продуктов термодеструкции образца асфальтового дорожного покрытия показали, что при температурах выше 40°C в результате десорбции асфальтовое дорожное покрытие выделяет в атмосферу непредельные углеводороды и хлористый водород в количествах, превышающих предельно-допустимые максимально-разовые нормативы для воздуха населенных мест (ПДК_{м.р.}), а при дальнейшем росте температуры до 80⁰ С выделение в атмосферу данных вредных веществ, и особенно формальдегида, резко возрастает и достигает 1,2 мг/м³ против ПДК_{м.р.} – 0,035 мг/м³.

Химический анализ продуктов термодеструкции шин проводился для тех же трех образцов импортных новых шин различной размерности, что и термогравиметрический анализ. По результатам исследований для шины Michelin XTA2 Energy размерностью 275/70 R22,5 установлено превышение предельно допустимых нормативов для воздуха населенных мест по ксилолу, стиролу и М-Крезолу при температуре 40°C. При температуре 80°C по тем же веществам и дополнительно по толуолу, аммиаку, этилбензолу и фенолу. Исходя из этого можно сделать вывод, что автомобильные шины в реальных условиях эксплуатации в летнее время года могут быть экологически опасными.

Оценка токсических свойств продуктов износа шин и дорожного покрытия производилась также по результатам испытаний на выживаемость лабораторных животных (белых мышей) по методике оценки потенциальной биологической опасности продуктов термодеструкции полимерсодержащих материалов. Данная методика основана на экспериментальном определении показателя токсичности материала при сжигании его в специализированной камере при заданной плотности теплового потока и воздействии газообразных продуктов

горения на лабораторных животных. Показателем токсичности является количество летальных случаев во время экспозиции(30 мин.) или в последующие 14 суток (постэкспозиционный период).

Испытаниям подвергались образцы асфальтового дорожного покрытия, изношенной шины Nokia Rollster TS (размерность 185/70 R14) и новых шин Michelin Agilis 51 (175/65 R14) и Michelin XTA2 Energy (275/70 R22,5). Испытания проводились с экспозицией в течение 30 минут при температуре в камере сгорания 520 – 530°C. Для эксперимента с каждым образцом выбиралась группа из 8 белых мышей.

Результаты испытаний образцов шин и дорожного полотна по критерию выживаемости лабораторных животных приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Образец	Температура в камере, °С	Время экспозиции	Число погибших животных
Шина новая Michelin Agilis 51, 175/65 R14, Великобритания	520 – 530	30 мин	1
Шина новая Michelin XTA2 Energy, 275/70 R22,5, Испания	520 – 530	30 мин	2
Шина изношенная Nokia Rollster TS, 185/70 R14, Финляндия	520 – 530	30 мин	2
Дорожное покрытие (асфальт)	520 – 530	30 мин	2

На основании полученных данных можно констатировать, что исследованные образцы шин, как новых, так и бывших в употреблении, а также образец дорожного покрытия являются потенциально биологически опасными по критерию выживаемости лабораторных животных.

Выводы

1. Проведенные исследования подтвердили тот факт, что при формировании требований к экологической безопасности транспортных средств и ужесточении норм на содержание вредных веществ в ОГ их двигателей недооценивается влияние шин и дорожного покрытия на загрязнение окружающего воздуха. Экспериментально подтверждено, что в процессе эксплуатации автотранспорта в атмосферу выделяются не только продукты истирания шин в виде твердых частиц, но и, вместе с ними, значительное количество газообразных вредных веществ, к числу которых можно отнести формальдегид, аммиак, фенол, ксилол, бензол, метилметакрилат, входящих в состав материалов шин и дорожного покрытия.

2. Решение проблемы снижения вредного воздействия загрязненной окружающей среды на водителей и пассажиров на данном этапе является не менее актуальным и значимым, чем целенаправленное снижение норм Евро-5 и Евро-6 на выброс ВВ в ОГ, предусмотренное международными Правилами ООН. Необходим комплексный подход к оценке экологической обстановки в системе «Автомобиль – дорога – окружающая среда - человек» и создание нормативной базы по «экологической безопасности» автомобилей в вышеуказанной системе. Для устранения

этого негативного процесса в Российской Федерации разрабатывается ГОСТ Р 51206-2015 « Автотранспортные средства. Салонные фильтры. Салонные очистители воздуха. Нормы и методы испытаний».