

УДК 504.3.054

## АКТУАЛЬНОСТЬ КОНТРОЛЯ ЭМИССИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Гулько Т.А.<sup>1</sup>, Вольнов А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,

e-

mail: gulkotaras2014@mail.ru, Volnov\_AS@mail.ru

Обосновано, что для комплексной оценки экологической безопасности городов необходимо рассматривать уровень воздействия загрязненного воздуха на население с учётом выбросов промышленных предприятий, отработавших газов двигателей автомобилей, продуктов изнашивания автомобильных шин, тормозных механизмов, дорожного покрытия, а также асфальтовых испарений. Качество асфальтобетонных покрытий определяется не только соотношением и качеством составляющих компонентов, технологическими режимами приготовления асфальтобетонных смесей и укладки их в покрытие, а также и экологическими показателями. Оценка экологической безопасности асфальтобетона остается важнейшей проблемой. Установлено, что основными факторами, влияющими на изнашивание и эмиссию загрязняющих веществ асфальтобетонного покрытия, являются воздействие транспортных средств, окружающей среды, а также других факторов, связанных с его эксплуатацией. При формировании требований к экологической безопасности городов недооценивается влияние продуктов изнашивания дорожного покрытия и асфальтовых испарений на загрязнение окружающего воздуха. В настоящее время отсутствуют стандартизированные показатели, позволяющие оценивать и прогнозировать экологическую безопасность асфальтобетонных покрытий, как в процессе укладки, так и эксплуатации. Экологическую опасность асфальтобетонных покрытий предлагается оценивать по массовым концентрациям ароматических углеводородов, формальдегида и бенз(а)пирена. Предложены аттестованные методики (методы) для измерения концентраций этих веществ.

Ключевые слова: асфальтобетонное покрытие, изнашивание, испарение, загрязняющие вещества, экологическая безопасность, контроль.

## THE RELEVANCE OF CONTROL OF CONTAMINANTS EMISSIONS FROM ASPHALT CONCRETE COATINGS

Gulko T.A.<sup>1</sup>, Volnov A.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orenburg State University, Orenburg, e-mail: gulkotaras2014@mail.ru, Volnov\_AS@mail.ru

It has been substantiated that for a comprehensive assessment of the environmental safety of cities, it is necessary to consider the level of exposure to polluted air on the population, taking into account the emissions of industrial enterprises, exhaust gases of automobile engines, wear products of automobile tires, brake mechanisms, road surfaces, as well as asphalt fumes. The quality of asphalt concrete pavements is determined not only by the ratio and quality of the constituent components, the technological modes of preparing asphalt concrete mixtures and laying them into the pavement, as well as environmental indicators. Assessment of the environmental safety of asphalt concrete remains a major problem. It has been established that the main factors affecting the wear and emission of pollutants of the asphalt concrete pavement are the effects of vehicles, the environment, and other factors associated with its operation. In the formation of requirements for the environmental safety of cities, the influence of wear products of the road surface and asphalt fumes on ambient air pollution is underestimated. Currently, there are no standardized indicators that allow assessing and predicting the environmental safety of asphalt concrete pavements, both in the process of laying and in operation. The environmental hazard of asphalt concrete pavements is proposed to be assessed by the mass concentrations of aromatic hydrocarbons, formaldehyde and benz(a)pyrene. Certified techniques (methods) for measuring the concentrations of these substances are proposed.

Keywords: asphalt pavement, wear, evaporation, pollutants, environmental safety, control.

Современный уровень загрязнения приземного слоя атмосферы городов а, следовательно, и продолжительность жизни горожан, определяются не только массой выбросов промышленных предприятий и отработавших газов (ОГ) двигателей автомобилей, но и зависят от содержания продуктов изнашивания автомобильных шин, тормозных

механизмов, дорожного покрытия, асфальтовых испарений с учётом изменения параметров автотранспортного потока [1-5]. Специальные исследования [3] показали, что канцерогенные продукты изнашивания шин, дорожного покрытия, а также испарения канцерогенных веществ от разогретого асфальтового покрытия, максимально выделяются в моменты торможений транспортных средств (ТС). В настоящее время на территории России более 755 тыс. км автомобильных дорог оснащены твердым покрытием, а интенсивность движения на дорогах значительно возросла, что способствует существенному увеличению интенсивности изнашивания асфальтобетонных покрытий на перегруженных городских магистралях и эмиссии загрязняющих веществ (ЗВ) из них. Причём, установлено, что масса ЗВ, поступающих в окружающую среду в результате износа дорожного полотна и асфальтовых испарений, значительно больше, чем от износа тормозных колодок и протекторов шин. Таким образом, вопросы повышения качества асфальтобетонного покрытия путём учёта содержания ЗВ в асфальтовых испарениях являются актуальными.

**Цель исследования – изучить необходимость контроля эмиссии ЗВ из асфальтобетонных покрытий в процессе его эксплуатации.**

Асфальтовая поверхность и проезжая часть дороги состоят из спрессованного заполнителя и битумного вяжущего. Битумное вяжущее может состоять из нагретой асфальтовой мастики или разжиженного асфальта. Следует учесть, что асфальт – самая тяжелая нефтяная фракция, относящаяся к полициклическим, гетероциклическим и ароматическим углеводородам. При приготовлении асфальтобетонной смеси в неё добавляют до пяти видов пластификаторов и различных добавок. Вязкие нефтяные дорожные битумы – основа асфальтовых покрытий – получают окислением продуктов прямой перегонки нефти и селективного разделения нефтепродуктов, а также компаундированием указанных окисленных и неокисленных продуктов или продуктов в виде остатка прямой перегонки нефти в соответствии с требованиями ГОСТ 22245-90.

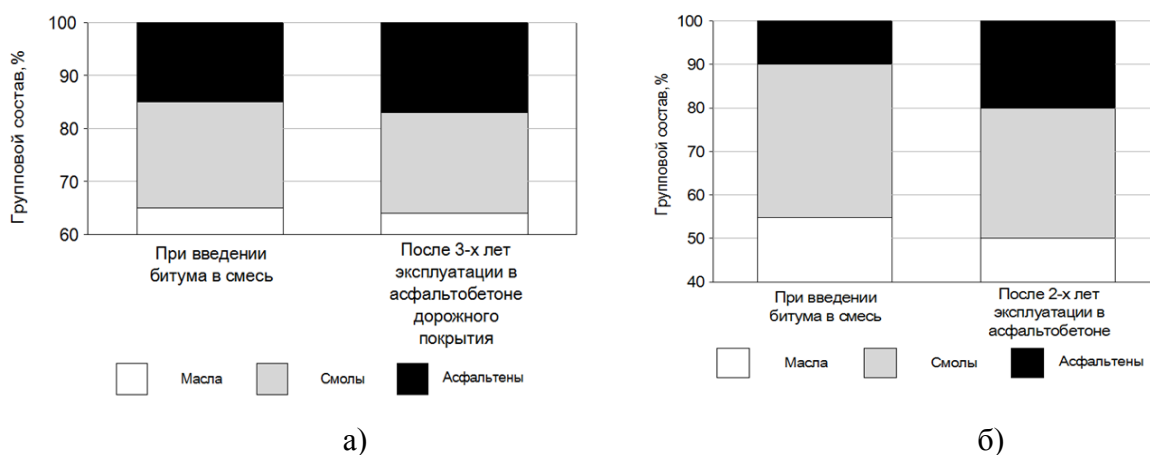
Асфальтобетонные покрытия автомобильных дорог в процессе эксплуатации находятся под воздействием, главным образом, двух групп факторов – погодноклиматических и механических, обусловленных нагрузками от ТС. Под воздействием именно этих двух групп факторов происходят необратимые изменения свойств и структуры асфальтобетонного покрытия, снижающие его долговечность и увеличивающие изнашивание и эмиссию ЗВ (рисунок 1). Например, со временем при поглощении кислорода верхним слоем асфальтобетонного покрытия происходит деструкция высокомолекулярных углеводородов с выделением газообразных и жидких веществ ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_2\text{O}$  и др.). Ненасыщенные группы углеводородов, содержащиеся в органических вяжущих, сравнительно легко отдают водород, который соединяется с кислородом воздуха, переводя их в еще более ненасыщенные

химические соединения. Эти группы химических соединений впоследствии уплотняются, образуя более сложные высокоуглеродистые соединения.

Таким образом, в процессе старения изменяется групповой состав битума, что характеризуется уменьшением масляной и увеличением смолисто-асфальтеновой составляющих (рисунок 2). Эти изменения вызывают изменения структуры и свойств битума и асфальтобетона – повышается вязкость, теплоустойчивость, жесткость и упругость, понижается пластичность. Это способствует хрупким разрушениям асфальтобетона при низких зимних температурах и повышению эмиссии ЗВ при высоких.



Рисунок 1 – Основные факторы, влияющие на изнашивание и эмиссию загрязняющих веществ асфальтобетонного покрытия



а) – вязкий крегинг-битум; б) – вязкий окисленный битум

Рисунок 2 – Изменение группового состава битума после старения

В настоящее время по некоторым оценкам вклад асфальта в загрязнение городского воздуха в 10-15 % от общего количества антропогенных выбросов. Медицинскими исследованиями установлено, что испарения из асфальта и асфальтовая пыль могут быть причиной возникновения онкологических заболеваний. В асфальт пытаются добавлять различные присадки, повышающие его износостойкость. Однако такие технологии кардинально не решают

сложившуюся ситуацию. Специальные исследования В.А. Ермичева [6] показали, что при горячих способах укладки асфальтобетона выделяется 0,9 т/км асфальтовых испарений, тогда как при холодном способе укладки всего 0,33 т/км. Доказанное токсичное влияние на здоровье людей асфальтовых испарений привело к массовой замене в европейских столицах асфальтовых дорожных покрытий на покрытия из бетона. При этом выделения из асфальтовых покрытий наблюдаются не только в процессе укладки дорожного покрытия, но и при его эксплуатации. По данным Агентства по охране окружающей среды США 1 м<sup>2</sup> асфальтовых покрытий при нагреве до температур пластификации выбрасывает в атмосферу около 40 мг/м<sup>2</sup>·час толуола, более 90 мг/м<sup>2</sup>·час бензальдегида, а также ряд других углеводородов. Эти результаты частично согласуются с полученными при камеральных исследованиях «НАМИ» [7] и показывают возможность существенного влияния испарений асфальтового дорожного покрытия на уровень загрязнения приземного слоя атмосферы (таблица 1). Из приведенных в таблице 1 данных следует, что при температурах выше 40 °С в результате десорбции асфальтовое дорожное покрытие выделяет в атмосферу непредельные углеводороды и хлористый водород, а при дальнейшем росте температуры выделение в атмосферу данных ЗВ, и особенно формальдегида, резко возрастает.

Таблица 1 – Результаты химического анализа продуктов термодеструкции образца асфальтового дорожного покрытия [7]

Наименование вещества	Фактическое значение концентрации веществ, мг/м <sup>3</sup>				ПДК <sub>м.р.</sub>
	Температурные режимы				
	20 °С	40 °С	60 °С	80 °С	
Хлористый водород	0,6	2,1	2,86	6,4	5,0
Сернистый ангидрид	-	0,13	0,2	1,13	10,0
Стирол	0,76	1,19	1,17	1,6	10,0
Углеводороды непредельные	2,7	8,03	14,9	14,0	10,0
Алифатические непредельные углеводороды	7,42	12,3	13,5	14,83	300
Формальдегид	-	0,2	0,21	1,2	0,035
Кислоты органические	0,06	1,0	2,8	3,07	5,0

Однако в нормативных документах отсутствуют индикаторы или обобщающие экологические показатели, характеризующие уровень загрязнения атмосферы асфальтовыми испарениями. Проведенные исследования подтвердили тот факт, что при формировании требований к экологической безопасности городов недооценивается влияние продуктов изнашивания дорожного покрытия и асфальтовых испарений на загрязнение окружающего воздуха. Для повышения экологической безопасности городов нами предлагается осуществлять постоянный мониторинг состава и концентраций выбросов ЗВ не только при укладке асфальтобетонных покрытий, но и при их эксплуатации. Причем специальные параметры мониторинга следует предусматривать при неблагоприятных условиях

(повышенных температурах окружающей среды, высокой интенсивности автотранспортного потока). В качестве контролируемых показателей нами рекомендуется следующие ЗВ и аттестованные методики (методы), предлагаемые для их измерений: ацетон, бензол, ксилолы, толуол (ФР.1.31.2014.17787), стирол (ФР.1.31.2016.23996), акролеин (МУК 4.1.2472-09), формальдегид (МУК 4.1.2469-09), бенз(α)пирен (МУК 4.1.1273-03). Кроме того для обеспечения экологической безопасности городских пассажирских перевозок необходимо использовать очистку дорожных покрытий с помощью поливомоечных машин, а также сбор и удаление смёта подметально-уборочными машинами.

*Работа выполнена под руководством заведующего кафедрой метрологии, стандартизации и сертификации – академика РАН, д-ра техн. наук, доцента Третьяк Л.Н.*

### **Список литературы**

1 Трофименко, Ю.В. Оценка загрязнения воздуха аэрозольными частицами размером менее 10 мкм от транспортных потоков на городских автомагистралях / Ю.В. Трофименко, В.С. Чиждова. // Экология и промышленность России, 2012. – № 9. – С. 41-45.

2 Хесина, А.Я. Исследование содержания химических канцерогенных веществ в шинных резинах / А.Я. Хесина, Л.В. Кривошеева, О.Б. Третьяков, В.А. Корнеев, С.Л. Реутов, Н.И. Ободовская // Тезисы докладов Российской научно-практической конференции резинщиков – М.:1998. – С. 441-443.

3 Третьяк, Л. Н. Обеспечение экологической безопасности автотранспортных потоков путём комплексного учёта выбросов вредных веществ и разработки организационно-технических мероприятий / Л.Н. Третьяк, А.С. Вольнов, Д.А. Косых // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2017. – № 11. – С. 40-46.

4 Андриянцева, С.А. Снижение эмиссии углеводородов в атмосферу при отверждении дорожных асфальтобетонных покрытий / С.А. Андриянцева, А.В. Бондаренко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. – 2012. – №1(25). – С. 171-175.

5 Леванчук, А.В. Гигиеническая характеристика воздушной среды в зоне влияния дорожно-автомобильного комплекса [Электронный ресурс]. /А.В. Леванчук // Журнал «Медицина и образование в Сибири». – Режим доступа: [http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text\\_full.php?id=1627](http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1627). – 20.01.2021.

6 Ермичев, В.А. Экологическая оценка технологий укладки асфальтобетонных смесей / В.А. Ермичев, Л.А. Сильченко, С.А. Донцов, В.В. Ермолин / Брянская государственная инженерно-технологическая академия [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://science-bsea.bgita.ru/2003/mashin\\_2003/ermichev.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2003/mashin_2003/ermichev.htm) – 20.01.2021.

7 Азаров, В.К. Разработка комплексной методики исследований и оценки экологической безопасности и энергоэффективности автомобилей: дисс...канд. техн. наук: 05.05.03. / В.К. Азаров. – Москва: НИИ автомоб. и автомотор. Ин-т «НАМИ», 2014. – 137 с.