

*Графкина М.В., д-р. техн. наук, проф.,
Нюнин Б.Н., д-р, техн. наук, проф.,
Свиридова Е.Ю., канд. техн. наук,
Теряева Е.П., аспирант*

Московский государственный машиностроительный университет

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

evg_sviridova@mail.ru

В статье приведены научно-практические рекомендации по повышению экологической безопасности в условиях плотной городской застройки. Представлены результаты исследования инфразвуковых и электромагнитных полей, установлена теоретическая зависимость уровня инфразвука от состава автотранспортного потока, скорости транспортных средств; выявлена связь между интенсивностью движения и значениями напряженностей электрического и магнитного полей. В настоящее время не в полной мере используются защитные свойства строительных конструкций. Заборы, ограждения, фасады зданий, акустические экраны, транспортные туннели и др. должны стать объектами исследований и полигонами для реализации мер по повышению экологической безопасности территории существующей городской застройки. Предлагаемые авторами мероприятия позволят уменьшить уровни электромагнитных полей, шума и химического загрязнения.

Ключевые слова: *экологическая безопасность, городская застройка, урбанизированные территории, мероприятия, шумовое воздействие, электромагнитное поле, загрязнение атмосферы, строительные конструкции.*

Основанным источником негативного воздействия на урбанизированных территориях является автомобильный транспорт, влияние которого неблагоприятно сказывается на качестве воздушной городской среды и уровне акустического, вибрационного, электромагнитного комфорта. По существующей статистике в 40 субъектах Российской Федерации более 54% городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха [1], а по экспертным оценкам до 70% территории города Москвы подвержены сверхнормативному шуму. Необходимость решения этих экологических проблем отражена в ряде правовых документов, в том числе Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года.

Известны и широко используются основные подходы к повышению экологической безопасности урбанизированных территорий и автомобильного транспорта. На первом месте стоят технические решения, направленные на совершенствование конструкции автомобиля как источника факторов неблагоприятного воздействия и переход транспортных средств на более высокие экологические классы, что сопряжено с уменьшением токсичных компонентов в выхлопах и уровня шума, производимого механизмами, системами и узлами автомобиля. Принимаются меры по снижению шума качения при движении автотранспортных средств путем изменения

рисунка протектора автомобильных шин, так за счет конструктивных особенностей авторезины общий уровень шума может быть уменьшен.

Широко реализуются организационные и технические меры по модернизации транспортной системы урбанизированных территорий и эффективной организации дорожного движения. Модернизация предусматривает обеспечение хозяйственно-деловых и потребительских перевозок, а также гарантированную защиту селитебных и рекреационных территорий от транспортного шума и отработавших выхлопных газов автомобилей [2].

На второе место можно поставить мероприятия по изменению состояния компонентов городских территорий, от которых также зависит уровень дискомфорта создаваемый автомобильным транспортом. К таким мероприятиям относятся применение современных технологий дорожных покрытий и асфальтобетонных смесей шумопоглощающих марок, установка шумозащитных экранов. Например, эффект снижения шума транспортных средств за счет использования шумогасящих дорожных покрытий может достигать 8 дБА на постоянных скоростях и 4 дБА в режиме разгона [3]. Масштабные меры принимаются по увеличению численности зеленых насаждений для создания «зеленых легких» города и снижения содержания вредных примесей в воздухе городской среды и уровня шума.

Однако, не смотря на значительные наработки, внедрение и использование современных технологий и достижений науки и техники проблема экологической безопасности городской застройки по-прежнему остается крайне актуальной особенно в крупных городах. Наиболее остро дискомфорт от воздействия автотранспорта наблюдается на территориях уже полностью сложившейся плотной застройки, а многие известные и эффективные мероприятия в полном объеме можно реализовать только в рамках новых градостроительных планах при строительстве новых городских объектов.

Считаем, что в сложившейся ситуации необходимо более тщательно исследовать возможности изменения структуры и свойств всех компонентов городской среды, которые могут повлиять на повышение экологической безопасности окружающей среды, защищенности и комфорта населения. На наш взгляд, в настоящее время не в полной мере используются защитные свойства строительных конструкций. В данной работе под строительной конструкцией мы понимаем часть здания или другого строительного сооружения, которая выполняет определенные несущие, ограждающие и (или) эстетические функции [4]. Заборы, ограждения, фасады зданий, акустические экраны, строительные конструкции транспортных туннелей и др. должны стать объектами исследований и полигонами для реализации мероприятий по повышению экологической безопасности территории городской застройки и снижению воздействия автотранспортных средств и других источников негативных факторов.

Авторы на протяжении длительного времени проводят исследования в области мониторинга физических факторов и разработки мероприятий по снижению их негативного воздействия на окружающую среду [5-7]. Полученные результаты позволяют выделить некоторые аспекты возникновения и распространения таких физических факторов как инфразвук, низкочастотные шумовые и электромагнитные поля и сформулировать ряд предложений по использованию строительных конструкций для реализации мероприятий по повышению экологической безопасности урбанизированных территорий.

Шумовое воздействие. Появление на улицах городов гибридных и электромобилей, совершенствование шумопонижающих характеристик дорожных покрытий и шин, несомненно, приведет к существенному снижению шума в звуковом диапазоне. Однако, авторы считают, что уровень инфразвука и

низкочастотный шум останется без изменений в силу природы генерации этих колебаний – срыв воздушных потоков с обдуваемых поверхностей транспортного средств.

Проведенные исследования показали превышение допустимого уровня шума в этом частотном диапазоне для селитебных территорий,

Для расчетной оценки уровня внешнего инфразвука были выбраны несколько различных типов автомобилей (автобус, грузовой автомобиль, малотоннажный грузовой автомобиль, легковой автомобиль, гибридный легковой автомобиль и микролитражный городской автомобиль. Величина инфразвукового давления оценивалась по формуле:

$$P = \frac{\rho}{c^3} (C_x \cdot S_h)^2 \cdot V^6 \cdot l^2, \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха, $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$; c – скорость звука, $c = 340 \text{ м/с}$; C_x – коэффициент лобового сопротивления автомобиля; S_h – число Струхала; V – скорость автомобиля, м/с ; l – длина автомобиля, м .

На рисунке 1 представлен график уровня инфразвука при различной длине автомобиля. Из графика видно, что при увеличении длины автомобиля в 2 раза уровень внешнего инфразвука увеличивается на 10 дБ, а при увеличении длины автомобиля до 12 м уровень внешнего инфразвука увеличивается на 22 дБ.

На рисунке 2 показаны уровни внешнего инфразвука от различных автомобилей при разной скорости движения. Максимальные уровни инфразвука, как видно из графика у автобуса, грузового автомобиля и малотоннажного грузового автомобиля.

Проведенные исследования показали превышение допустимого уровня инфразвука для жилой застройки, установлена теоретическая зависимость уровня этого вида шума от состава (структуры) автотранспортного потока, скорости движения транспортных средств.

Строительные конструкции не только являются отражающими поверхностями, которые могут влиять на формирование ближнего поля инфразвуковой и шумовой волн, но могут быть использованы для установки системы из одиночных поглотителей низкочастотного шума.

Например, резонансный поглотитель акустической энергии, состоящий из воздушной полости и подвижного элемента, собственные частоты которого настраиваются на частоты,

которые имеют максимальный уровень в шуме городской среды (рис. 3).

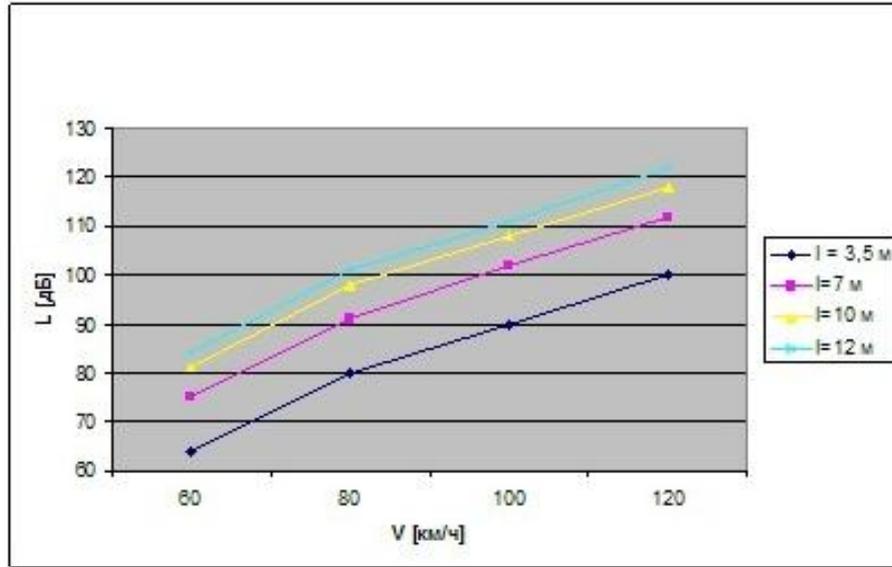


Рис. 1. Уровень инфразвука при различной длине автомобиля

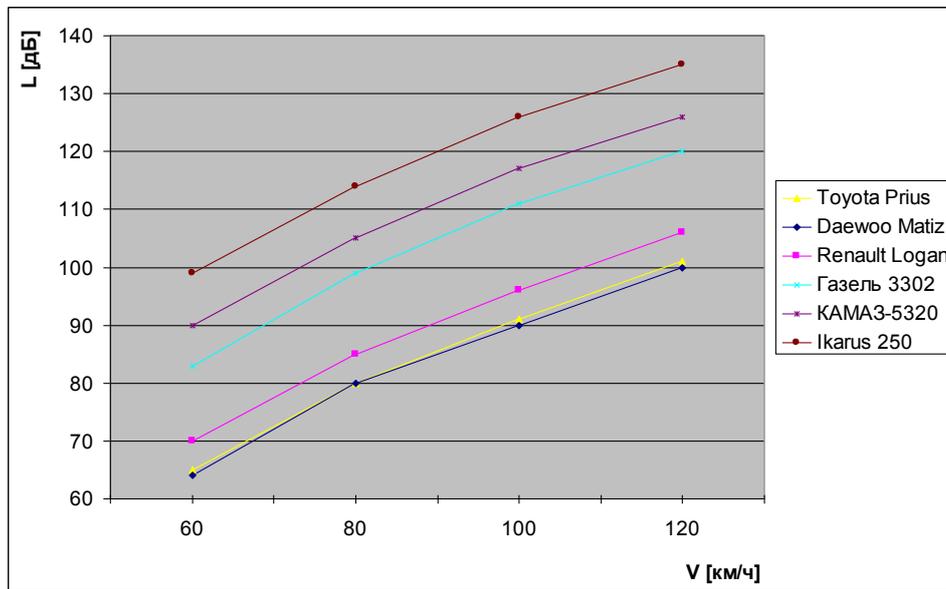


Рис. 2. Уровень инфразвука различных автомобилей

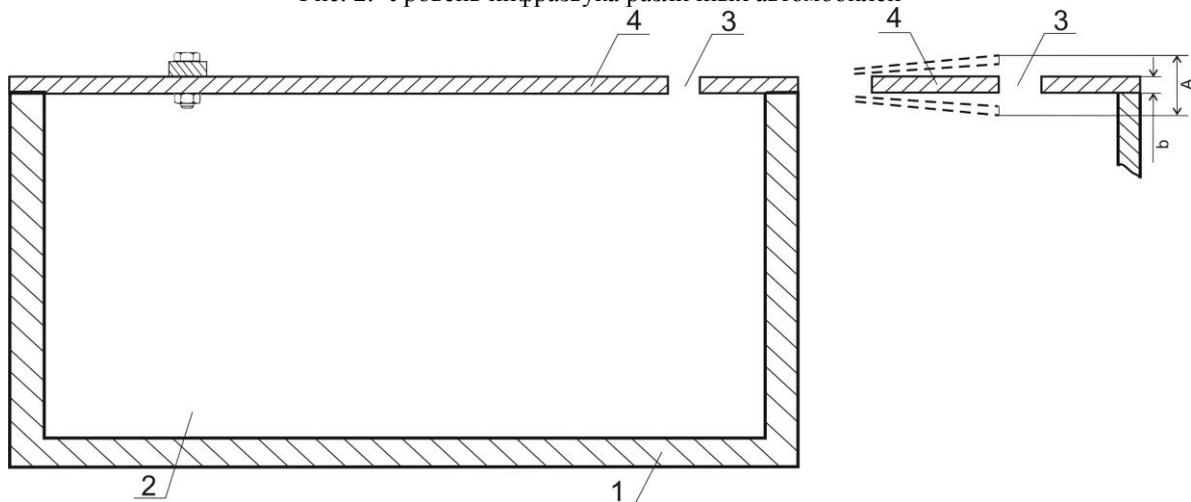


Рис. 3. Резонансный звукопоглотитель

1 – корпус с воздушной полостью, 2 – воздушный объем, 3 – зазор, 4 – подвижный элемент

Электромагнитное воздействие. В настоящее время принято оценивать экологическую безопасность автомобиля в основном по уровню шума, по содержанию вредных веществ в отработавших газах и воздействию этих выбросов на атмосферу. Однако по литературным данным доля электромагнитного загрязнения автотранспортом урбанизированных территорий составляет 18-32% [8], и проблема электромагнитного загрязнения от автотранспорта урбанизированных территорий

актуальна [9]. Считаем, что рост общего числа автомобилей (особенно электромобилей и гибридных) на транспортных магистралях города приведет к изменению уровня электромагнитного поля в сторону увеличения. Авторы провели исследования характеристик электромагнитного поля вдоль городской автомобильной дороги в зависимости от интенсивности дорожного движения, расстояния от проезжей части, диапазона частот. Некоторые результаты измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования электромагнитных полей вдоль автомобильной дороги

№ п/п	Интенсивность дорожного движения	Характеристики электромагнитного поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц		Характеристики электромагнитного поля в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц		Характеристики электромагнитного поля при частоте 50 Гц	
		Е, В/м	В, мкТл	Е, В/м	В, нТл	Е, В/м	Н, А/м
1	0 авто/мин	2	0,01	0,01	0	0,7	1,4
2	35 авто/мин	6	0,1	0,3	1	2	2,1
3	58 авто/мин	15	0,2	0,8	1	6	2,97

Полученные результаты подтверждают, что с ростом интенсивности движения на дороге возрастают показатели напряженности и электрического и магнитного поля в различных частотных диапазонах измерения.

В силу схожести волновых процессов строительные конструкции также являются здесь отражающими поверхностями, влияют на формирование ближнего поля низкочастотного электромагнитного поля. Необходимо при возведении конструкций использовать известные закономерности повышения эффективности экранирования электромагнитного поля, например в области низких частот эффективность электрического экранирования практически определяется качеством заземления, а в области высоких частот эффективность экрана, работающего в электромагнитном режиме, наряду с качеством заземления определяется его толщиной, проводимостью и магнитной проницаемостью.

Считаем, что необходимо шире применять для снижения уровня электромагнитного поля использование для окраски фасадов, заборов, других ограждений токопроводящих красок, которые производятся посредством ввода в их состав токопроводящих материалов: коллоидного серебра, графита, сажи, оксидов металла, порошковой меди и алюминия и др.

Наилучшие результаты обеспечивает краска, у которой в качестве токопроводящего пигмента применяется ацетиленовая сажа и графит. Токопроводящие краски обеспечивают экранирующую эффективность не менее 30 дБ в широком диапазоне частот.

Ингредиентное загрязнение атмосферы. Еще долгое время в автомобилях будут использоваться двигатели внутреннего сгорания и неизбежно загрязнение атмосферы городов оксидом углерода, оксидами азота, диоксидом серы, углеводородам и другими загрязняющим веществам выхлопных газов. В литературных источниках есть рекомендации по использованию фотокаталитических покрытий на ограждающих поверхностях в городской среде (фасады зданий, тротуары, акустические экраны) для снижения концентрации оксида углерода и оксидов азота.

Результаты расчета эффективности использования фотокатализатора при размещении на ограждающих поверхностях приведены на рисунке 4 [10]. В качестве фотокаталитических покрытий предложены краски на основе диоксида титана.

Общие градостроительные мероприятия по снижению воздействия негативных факторов. Строительные конструкции, как компонент городской среды, в настоящее время в недостаточной мере используются для снижения негативного воздействия физических и химических факторов. Предлагаемые авторами мероприятия (например, нанесение дополнительных покрытий, интегрировании одиночных и системных поглотителей в конструкции ограждений, фасадов зданий, акустические экраны и др.) позволят уменьшить уровни электромагнитных полей, шума и химического загрязнения в условиях плотной городской застройки. Кроме этого, целесообразным является проведение

дальнейших исследований защитных свойств

строительных конструкций.

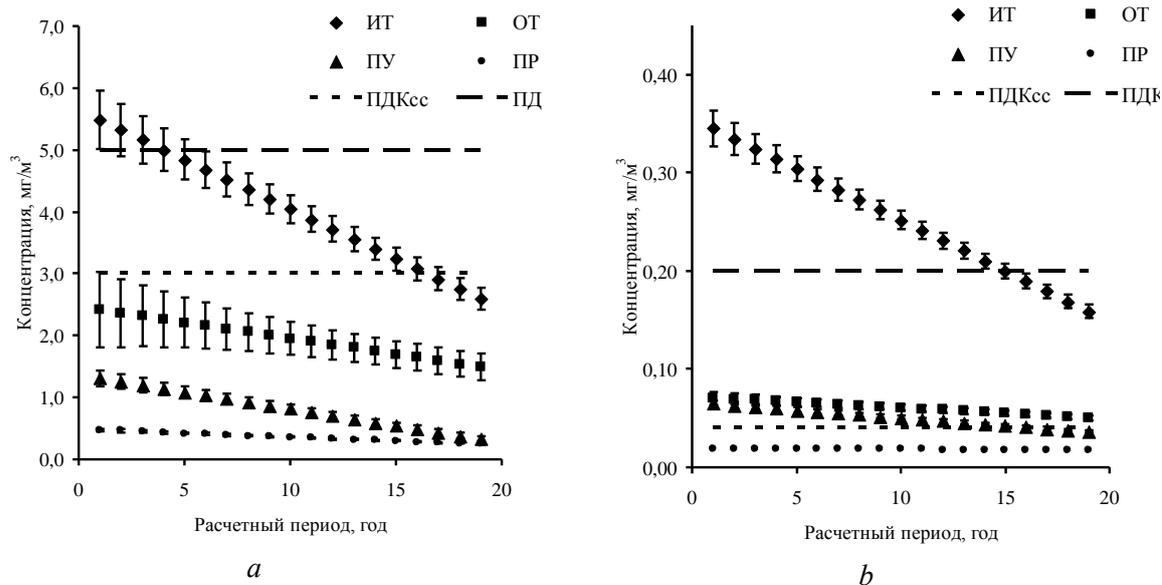


Рис. 4. Прогноз изменения концентрации загрязняющих веществ в воздухе при использовании фотокатализаторов: *a* – оксид углерода, *b* - оксиды азота

Наработки авторов в области мониторинга физических факторов выявили закономерности распространения полей в окружающей среде и подтвердили эффективность применения строительных конструкции для снижения уровня загрязнения на городских территориях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Президентом РФ от 30 апреля 2012 года) [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/70169264/#text> (дата обращения: 15.01.2015).

2. МДС 30-2.2008. Рекомендации по модернизации транспортной системы городов [Электронный ресурс]. URL: http://www.tehlit.ru/1lib_norma_doc/54/54029/ (дата обращения: 15.01.2015).

3. Комлик Е.А., Васильев А.В. Математическое описание и расчет шума системы «шины автотранспортного средства – дорожное покрытие» // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. №1(9), т.12. С.2246 -2249.

4. Методические указания по составлению московских городских строительных норм проектирования зданий и сооружений (территориальные строительные нормы г.Москвы), утв. Приказом Комитета по архитектуре и строительству города Москвы № 102 от 2 августа 2005 г. [Электронный ресурс].

URL: nordoc.ru/doc/46-46186 (дата обращения: 15.01.2015).

5. Графкина М.В., Свиридова Е.Ю. Экологический мониторинг инфразвуковых и электромагнитных полей транспортного потока // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2014. № 10. С. 87-91.

6. Графкина М.В., Нюнин Б.Н., Свиридова Е.Ю. Определение энергетического низкочастотного воздействия на застроенных территориях //Вестник МГСУ. 2014. № 4. С. 116-124

7. Графкина М.В., Нюнин Б.Н. К вопросу исследования тонкой структуры инфразвукового и электромагнитного полей автомобиля //Известия МГТУ «МАМИ». 2012. №12. С.180-184.

8. Володина Н.А., Старостин А.К. Проблемы электромагнитной совместимости электронной аппаратуры и электрооборудования автотранспортных средств. М.: Изд. НИИАЭ, 2002. 500 с.

9. Михеев О.Л. Воздействие электромагнитного излучения в салоне автомобиля на человеческий организм //Автотракторное электрооборудование. 2004. №1-2. С.36 -38

10. Ворожин В.С. Разработка методики обеспечения экологической безопасности участников дорожного движения (на примере крупного города): Автореф. дис. канд. техн. наук. Москва, 2014. 20 с.