

УДК 504.055:534.835

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМА, СОЗДАВАЕМОГО ШИНАМИ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, И МЕТОДЫ ЕГО СНИЖЕНИЯ**

© 2011 А.В. Васильев, Е.А. Комлик

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

Поступила 12.04.2011

Исследованы проблемы, связанные с экологическим воздействием шума, создаваемого шинами автотранспортного средства. Описаны основные методы снижения шума шин.

**Ключевые слова:** автотранспортное средство, шум, шины, дорожное покрытие, воздействие, снижение

### **ВВЕДЕНИЕ**

Среда обитания живых организмов характеризуется интенсивным воздействием факторов внешней среды. Эти факторы имеют различную природу: химические (состав атмосферы, гидросферы, литосферы), физические (температура, свет, влажность и др.), природа самой среды и др. Различные сочетанные воздействия этих факторов в значительной мере определяют распространение организмов в пространстве, численность, видовое разнообразие и др.

Как отмечается во многих источниках [1-5] и др., важнейшая роль при воздействии факторов внешней среды на живые организмы принадлежит климатическим и геофизическим факторам. Климатическая роль температуры, света, влажности хорошо изучена. Однако "за бортом" магистральных научных исследований остаются такие физические факторы, как ионизирующие излучения, электромагнитные поля, шум, вибрация. Между тем, их воздействие в сочетании со всё более усиливающимся воздействием физических факторов антропогенного происхождения приобретает в настоящее время существенное значение.

Из всей группы физических факторов в современных условиях наиболее серьезную проблему представляет воздействие шума. Широкое внедрение в промышленность новых интенсивных технологий, рост мощности и быстроходности оборудования, широкое использование многочисленных и быстроходных средств наземного, воздушного и водного транспорта, применение разнообразного бытового оборудования – всё это привело к тому, что человек на работе, в быту, на отдыхе, при передвижении подвергается многократному воздействию вредного шума, своего рода акустической экспансии.

Акустическое воздействие на окружающую среду и человека в настоящее время представляет собой одну из глобальных современных проблем. По некоторым оценкам, неблагоприятное воздействие

шума ощущает каждый второй житель Земли. Особенно неблагоприятно воздействие шума в условиях современного города.

Негативные последствия воздействия интенсивного звука на организм человека многообразны и не ограничиваются воздействием на орган слуха [1, 4, 5 и др.]. Через волокна слуховых нервов раздражение звуком передается в центральную и вегетативную нервную системы, а через них воздействует на внутренние органы, приводя к значительным изменениям в функциональном состоянии организма, влияет на психическое состояние человека, вызывая чувство беспокойства и раздражения, повышенную психическую утомляемость. Особенно вреден шум в ночное время.

Немецкий акустик М. Хекль заметил, что технологии, основой которых было «больше, быстрее, выше», сегодня сменились новыми, тенденция которых «лучше, безопаснее, тише». Широко известна фраза датского ученого Ингерслева: «Шум – это яд». Немецкий микробиолог Р. Кох в конце XIX века писал: «Настанет день, когда человеку придется с таким же ожесточением бороться против шума, с каким сейчас он борется против холеры и чумы». Вот только некоторые высказывания известных учёных по проблеме воздействия шума.

Таким образом, в настоящий момент крайне необходимым является рассмотрение шума как комплексного фактора экологического воздействия, тем более что городской шум имеет тенденцию к росту: он возрастает ежегодно в среднем на 0,5-1,0 дБА в год. Во всех странах основной источник шума – автомобильный транспорт (от 75 до 90% всех жалоб).

Шум, возникающий при взаимодействии шин автотранспортного средства с дорожным покрытием при скорости движения свыше 50 км/ч, является наиболее интенсивным источником акустического излучения, в значительной степени определяющим общий уровень внешнего шума (особенно для легковых автомобилей). Важную роль в процессе генерации и распространения шума играет дорожное покрытие. При движении автомобиля неровность дорожной поверхности заставляет шины вибрировать, производя звуковые волны. Это явление вызывает шум, похожий на гул. Однако создание дорог с более гладкой поверхностью не решит проблему полностью, поскольку есть еще и другое яв-

---

*Андрей Витальевич Васильев*, д.т.н., проф., директор института химии и инженерной экологии, e-mail: avassil62@mail.ru; *Евгений Александрович Комлик* – асп. каф. механика и инженерная защита окружающей среды, e-mail: ea\_komlik@mail.ru

ление – это воздух, «захватываемый» шиной при движении.

Настоящая статья посвящена рассмотрению экологического воздействия шума, создаваемого шинами автотранспортного средства, и систематизации методов его снижения.

### АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА, СОЗДАВАЕМОГО ШИНАМИ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В целом уровень акустического излучения, создаваемого шинами автотранспортного средства, зависит от комплекса эксплуатационных и конструктивных факторов и параметров: погодные условия, скорость движения автомобиля, состояние дорожного покрытия, условная ширина профиля, номинальное соотношение высоты профиля к ширине, посадочный диаметр, модель, вид рисунка протектора и др.

Анализ экологического воздействия шума, создаваемого шинами автотранспортного средства, показывает, что оно носит комплексный характер. Это обусловлено сложным характером спектра шума шин, где присутствуют составляющие различного частотного диапазона.

Рассмотрим основные экологические последствия воздействия шума, создаваемого шинами автотранспортного средства, шума на селитебную территорию урбанизированного комплекса.

**Воздействие на здоровье жителей.** Ввиду сложного характера спектра шума шин он оказывает разнообразное негативное воздействие на здоровье жителей. В частности, оказывается мощное негативное воздействие на центральную и периферическую нервную систему, изменяется ритм сердечной деятельности, повышается кровяное давление, ухудшается слух, ускоряется процесс утомления, замедляются физические и психологические реакции и др. Известно, что шумы со сплошными спектрами менее раздражают, чем шумы, содержащие тональные составляющие. В шуме шин тональные составляющие представлены, что еще больше усиливает его негативное воздействие.

В итоге у жителей может развиваться шумовая болезнь, характеризующаяся комплексом симптомов: снижением слуховой чувствительности, изменением функции пищеварения (понижение кислотности), сердечно-сосудистой недостаточностью, нейроэндокринным расстройством и др.

**Воздействие на растения и животных.** Известно, что в основе звукового действия на растения лежит резонансный механизм, способствующий накоплению энергии и ускорению обмена веществ в растительном организме. В частности, эксперименты с влиянием музыки и звука электрически действующего камертона на растения подтверждают, что у озвученных растений усиливается фотосинтез.

Исследования, проведенные авторами в условиях городского округа Тольятти, подтверждают, что в шумоопасных зонах вблизи автотранспортных магистралей наблюдается угнетение ряда видов растительности. Это особенно заметно при сопоставлении состояния одноименных растительных пород в шумоопасных зонах и в зонах с отсутствием значительного шума. Как уже было указано, шум шин при скорости движения свыше 50 км/ч является наиболее интенсивным источником акустического излучения автотранспортного средства, поэтому именно его можно рассматривать как фактор угнетения растительности.

Нежелательное воздействие шума на животных описано во многих источниках. Так, имеются данные, что после воздействия шума нью-йоркского метрополитена в течение 2 часов в день на протяжении месяца самцы крыс не могли оплодотворять самок, многие самки стали бесплодными, потомство сократилось. Негативное воздействие шума шин на животных в настоящее время находится в стадии изучения.

**Воздействие на объекты антропогенно измененной среды.** Прежде всего, следует отметить негативное воздействие шума шин автотранспортных средств на объекты антропогенно измененной среды, расположенные в непосредственной близости от автотранспортных магистралей. Это могут быть жилые дома, общественные здания и сооружения. Особенно опасно воздействие структурного шума и вибрации, возникающих при движении шин по дорожной поверхности и обусловленных в том числе периодическим изменением радиальных и боковых сил, действующих на шину, а также дисбалансом и радиальным биением шины. Последствием такого воздействия могут стать трещины в зданиях и сооружениях, разрушения отдельных фрагментов зданий и конструкций.

### МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА, СОЗДАВАЕМОГО ШИНАМИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

К источникам шума, создаваемого шинами автотранспортных средств, относятся: аэродинамический шум вращения колеса и шины, шум от вибрации поверхности шины и взаимодействия с дорожным покрытием, а также колебания давления в элементах протектора. На уровень шума автомобильных шин влияют такие параметры, как рисунок протектора, конструкция шипов и ламелей, давление в шине, габаритные размеры, а также тип и состояние дорожного покрытия, по которому осуществляется движение.

Снижение воздействия шума, создаваемого шинами автотранспортного средства, шума на селитебную территорию урбанизированного комплекса до приемлемых гигиенических требований в современных условиях представляет собой сложную научно-техническую проблему, которая может

быть решена только комплексными средствами [2-5].

В целом методы снижения шума шин можно условно подразделить на несколько больших групп.

**Градостроительные и строительно-акустические методы.** Сюда относятся рациональная акустическая планировка жилых массивов, производственных предприятий и магистралей, создание шумозащитного озеленения улиц, повышение звукоизолирующих качеств зданий, разработка шумозащитных экранирующих сооружений, формирование систем группового расселения на базе массового скоростного пассажирского транспорта с четкими функциональным зонированием территории, удаление жилой застройки от источников шума, использование композиционной группировки зданий и др.

Необходимо уже на стадии разработки генплана определять местоположение и количество потенциальных источников автотранспортного шума, ожидаемые уровни шума. В результате при разработке детальной планировки можно определять размеры дискомфортных территорий, наиболее шумоопасные места, устанавливать необходимые размеры объектов шумозащиты и санитарно-шумозащитные зоны от источников автотранспортного шума до селитебных территорий, обосновывать другие мероприятия.

Весьма эффективным градостроительным мероприятием для снижения воздействия транспортного шума на селитебную территорию является шумозащитное озеленение магистралей (наиболее высокий эффект снижения шума достигается при сочетании озеленения с различными экранирующими сооружениями). Уровень снижения шума зелёными насаждениями зависит от вида зелёных насаждений, их ширины, наличия кустарника, времени года и пр. Однако только не просматриваемые зелёные насаждения обеспечивают заметное снижение шума. В условиях города создание таких шумозащитных посадок зачастую невозможно. В таких случаях следует использовать акустическое экранирование.

Данные измерений показывают, что среднее затухание на 10 м полосы зелёных насаждений составляет 1,5-2,0 дБА для деревьев и 2-4 дБА для зелёной густой изгороди. Отметим, что на низких частотах затухание звука зелёными насаждениями незначительно. Важно отметить, что только не просматриваемые зелёные насаждения обеспечивают заметное снижение шума. Поэтому шумозащитные посадки деревьев не должны иметь просвета, пространство под кронами засаживается плотными кустами. Максимально возможное снижение шума при выполнении этих условий достигает 10 дБА при ширине полосы 30-40 м.

Озеленение городской территории в зонах между транспортными магистралями и жилыми массивами должно являться неременной составной частью градостроительных мероприятий и может

дать эффект снижения шума до 8 ... 12 дБА. Однако только не просматриваемые зелёные насаждения обеспечивают заметное снижение шума. В условиях города создание таких шумозащитных посадок зачастую невозможно.

Административно-организационные мероприятия. К этой группе шумозащитных мероприятий относятся прежде всего мероприятия по снижению уровней шума за счет снижения интенсивности и шумности автотранспортных потоков. К другим организационно-административным мерам относятся: улучшение содержания дорог, применение менее шумных типов уличных покрытий; обеспечение на магистралях рациональной скорости движения; обеспечение, а подчас и исключение движения автомобильного, особенно грузового, транспорта в центральных районах города и на улицах жилой застройки (устройство пешеходных зон, вывод транзитного транспорта из объездной дороги, установление одностороннего движения, ограничение ночного движения и др.); улучшение условий движения на перегонах и пересечениях (пересечение в разных уровнях и др., выделение полос общественного транспорта, разметка дорог, обеспечение кратных расстояний между пересечениями транспортных потоков для организации регулирования движения по принципу «зеленая волна» и др.); максимальное развитие общественного транспорта и повышение его конкурентоспособности с индивидуальным по скорости и комфорту.

**Использование технических средств снижения шума шин.** Снижение шума шин связано как с совершенствованием их конструкций, так и улучшением качества дорожных покрытий. Так, фирма Dunlop (ФРГ) сообщает о проведенных исследованиях и их результатах в виде практических мер по снижению дорожного шума от качения автомобильных шин путем некоторых их реконструкций. Измененные конструкции шин под общим названием SP Sport 300 предлагаются для легковых автомобилей среднего и высшего классов. Кратко описаны введенные изменения в типы поперечных профилей протекторов для снижения шума при высоких скоростях, изменения в конструкции боковин и на коронах протекторов, в соотношениях размерных параметров отдельных деталей и др.

Снижение шума шин автомобильного транспорта путем использования шумогасящих дорожных покрытий является одним из весьма перспективных методов. При этом на характеристики шума транспортных потоков существенным образом влияют состав и состояние дорожного покрытия. Так, бетонное покрытие на 2-3 дБА более шумно, чем асфальтовое; в дождь шум потока может возрасти на 5-6 дБА, а в снегопад снизиться на 3-5 дБА.

Разработкой шумогасящих покрытий занимаются в настоящее время многие ведущие зарубежные фирмы. Например, фирма Eurovia предложила дорожное покрытие Viarphone для городской зоны, которое отличается сниженной гранулярностью и

незначительной толщиной слоя (2-3 см). Испытания показали, что покрытие во всех случаях обеспечивает уровень шума ниже 77 дБА при высоком значении коэффициента сцепления. Пористые дренажные покрытия разработаны фирмой Gerland Routes, применившей систему Epsibel. Высокопористые смеси применены в основаниях слоем 4 см из смесей гранулометрии 10/14 с 2,5% по весу битума при верхнем слое 2 см из смеси 4/4 при 4,5% модифицированного битума и с добавкой 0,8% стекловолокна. Замеры показали высокую степень снижения шума. Фирма Colas использует в смесях Golsoft рециклированную резину с автомобильных шин в два слоя, добиваясь снижения шума на 8 дБА. Фирма SCR-Beugnet начала применять смесь типа Citychape с мелкими компонентами из измельченного камня и тех же шин и др. Анализ продвижений в этой области показал преимущества мелких компонентов.

Другим эффективным средством снижения шума шин является установка шумозащитных экранов. Разработка шумозащитных экранирующих сооружений, строго говоря, является составной частью общего комплекса градостроительных и строительных мероприятий по снижению шума. Однако, на наш взгляд, данное мероприятие является весьма эффективным и широко применимым в городских условиях и поэтому заслуживает отдельного рассмотрения.

Звукоизолирующие конструкции в виде акустических экранов устанавливаются для снижения шума, создаваемого открыто установленными источниками в окружающей среде. Применение экранов оправдано только в том случае, если шум экранируемого источника не менее чем на 10 дБ выше уровней, создаваемых другими источниками в застройке. Экраны могут быть плоской или п-образной формы, гладкими (из металла, пластмассы и т.п.) или (чаще всего) со звукопоглощающей облицовкой толщиной не менее 50 мм со стороны источника шума; стационарными или передвижными. Ширина и высота экрана должны в три и более раз превышать соответствующие размеры источника для того, чтобы зона акустической тени была как можно больше. Поскольку эффективность экранирования тем выше, чем больше высота и ширина экрана по отношению к длине звуковой волны, экраны целесообразно применять для снижения средне- и высокочастотного шума.

Наконец, эффективным мероприятием по снижению шума шин является усовершенствование конструкций шин. Исследования влияния на шум геометрических параметров профиля шин, позволили установить, что низкопрофильные шины, которые в настоящее время получают столь широкое распространение во многих странах, ведут за счет более широкого и менее короткого пятна контакта к некоторому увеличению уровней шума шин, взаимодействующих с дорогой.

Использование программных средств для расчета шума шин и проектирования малошумных конструкций шин. Разработка методик и программного обеспечения по расчету шума позволяет как проектировать малошумные конструкции автомобильных шин, так и оценивать уровень акустического излучения системы «шины автотранспортного средства – дорожное покрытие».

В настоящее время программных средств по расчету уровня шума системы «шины автотранспортного средства – дорожное покрытие», учитывающих комплекс данных, необходимых для расчета шума с достаточно высокой степени точности, нет не только в России, но и в странах дальнего и ближнего зарубежья. Особенно актуальным является расчет уровня шума системы «шины автотранспортного средства – дорожное покрытие» в условиях Российской Федерации, принимая во внимание высокую интенсивность автотранспортных потоков и качество дорожных покрытий.

Акустический расчет системы «шины автотранспортного средства – дорожное покрытие» осуществляется с учетом следующих исходных данных: скорость движения автотранспортного средства; характеристики дорожного покрытия; климатические характеристики (температура окружающей среды, осадки в виде дождя или снега и пр.); конструктивные характеристики автотранспортного средства; конструктивные характеристики шины автотранспортного средства; габаритные размеры транспортного средства; масса транспортного средства; мощность двигателя и др.

Для проведения акустического расчета авторами было разработано программное приложение, внешний вид окна которого показан на рисунке. С помощью программного приложения можно проводить расчетные исследования акустических характеристик системы «шины автотранспортного средства – дорожное покрытие» для различных факторов, оптимизировать конструктивные параметры шин с точки зрения снижения их шумности.

Расчет уровня внешнего шума легкового автомобиля

28.02.2010 20:28:20

Климатические характеристики

Температура окружающей среды: 15 °C

Осадки: Асфо

Скоростные характеристики

Скорость движения автомобиля: 50 км/ч

Характеристики дорожного покрытия

Дорожное покрытие: Асфальтобетонное

Конструктивные характеристики автомобиля

Средняя масса автомобиля: 1410 кг

Наибольшая высота автомобиля: 1,402 м

Наибольшая ширина автомобиля: 1,655 м

Конструктивные характеристики автомобильной шины

Ширина профиля: 175 мм

Серия: 70

Посадочный радиус: 13 дюймов

Расчитать уровень внешнего шума легкового автомобиля

Вычислить

L = 73.55 дБА

Мощность двигателя: 74 л.с.

Передаточное число главной передачи: 3,7

Наличие шипов: неопознанные

Рисунок протектора: 2 bpr

Выбрать... Дальше Выход

**Рисунок.** Программное приложение для расчета шума системы «шины автотранспортного средства – дорожное покрытие»

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованы проблемы, связанные с экологическим воздействием шума, создаваемого шинами автотранспортного средства. Авторами выделено воздействие на здоровье жителей, на растения и животных, на объекты антропогенно измененной среды.

Рассмотрены основные методы снижения шума шин. Их выбор может быть обусловлен различными критериями. Так, правомерен подход, при котором для создания одинаковых комфортных акустических условий в жилой застройке предпочтение будет отдано мероприятию, требующему минимальных затрат. Местоположение и количество потенциальных источников транспортного шума необходимо определять уже на стадии разработки генплана. В результате при разработке детальной планировки можно определять размеры дискомфортных территорий, наиболее шумоопасные места, устанавливать необходимые размеры объектов шумозащиты и санитарно-шумозащитные зоны от источников шума до селитебных территорий, обосновывать другие мероприятия.

Следует активно использовать программные средства для расчета шума шин. В частности, разработанное авторами программное приложение

позволяет осуществлять эффективный поиск конструктивных решений при модернизации существующих и разработке новых малошумных образцов автомобильных шин, повышать качество автодорожных покрытий, значительно снижать материальные затраты и время на обработку изделий.

*Работа выполнена в рамках мероприятия 1.2.1 «Проведение научных исследований научными группами под руководством докторов наук» направления 1 федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акимова Т.А., Хаскин В.В.* Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для вузов – 2-е изд., М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.
2. *Васильев А.В.* Снижение шума транспортных потоков в условиях современного города. // Экология и промышленность России. 2004. № 6. С. 37-41.
3. *Комлик Е.А., Васильев А.В.* Математическое описание и расчет шума системы «шины автотранспортного средства – дорожное покрытие» // Изв. Самарск. НЦ РАН. 2010. Т. 12, №1 (9). С. 2246-2250.
4. *Иванов Н.И., Никифоров А.С.* Основы виброакустики: Учебник для вузов. СПб.: Политехника, 2000. 482 с.: ил.
5. *Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофименко Ю.В., Яшина М.В.* Автотранспортные потоки и окружающая среда. Учебное пособие. М., ИНФРА-М, 1998.

## ECOLOGICAL IMPACT OF VEHICLE'S TIRES NOISE AND METHODS OF IT REDUCTION

© 2011 A.V. Vasilyev, E.A. Komlik

Togliatti State University, Togliatti

Problems of ecological impact of acoustical radiation of vehicle's tires are investigated. Main methods of tires noise reduction are described.

**Key words:** vehicle, noise, tires, road surface, impact, reduction.