



ЮРИЙ
БУЦКИЙ

«ШУМНЫЙ» КОНСПЕКТ: ИЗ ГОДА В ГОД

«Ты помнишь, как всё начиналось»

Противошумная обработка автомобиля — весьма популярная тема. И «АБС-авто» всегда уделял ей пристальное внимание. Вспомним некоторые публикации. Экскурс в прошлое поможет общению с читателем в ближайшем будущем.

Снижение шума в салоне нужно и владельцу автомобиля, и автосервису. Владелец получает комфорт, а значит, дополнительное удовольствие от поездки, плюс хорошее настроение. Потребительские характеристики автомобиля возрастают, за сравнительно небольшие деньги машина как бы переходит в другой класс. Это тоже радует хозяина, поднимает его в собственных глазах.

Автосервис расширяет бизнес, увеличивает свой доход. Ведь услуги по противошумной обработке выгодны. Они не требуют крупных вложений вроде приобретения окрасочно-сушильных камер. Стандартные подъемники, недорогая оснастка — вот и все, что нужно для начала работы.

Отдельная тема — материалы для защиты от шума. Их можно разделить на две группы: для наружной обработки и для внутренней. Соответственно различают три вида обра-

- внутреннюю с разборкой салона и покрытием панелей именно внутри кузова;
- наружную, сходную с нанесением антикоррозионных препаратов на днище и в колесные арки;
- комплексную, сочетающую первые два вида защиты.

Мы протестировали все три вида защиты, о чем будет рассказано ниже. А сейчас — о тишине, как таковой.

Муки зву...

Шум вообще штука интересная. Что именно нужно ослаблять, гасить и подавлять в автомобиле? Казалось бы, все ясно: человек различает шум в диапазоне от 10 до 120 дБА. Первый показатель соответствует шелесту листьев, второй — работе отбойного молотка. Ну и гасите децибелы, чем их меньше, тем лучше.

Но не все так просто. Воспринимаемый человеком шум имеет две составляющие. Во-первых, известную и привычную, связанную со средним диапазоном частот и фигурирующую в исследованиях, отчетах и таблицах. Во-вторых, интеллектуальную, учесть которую очень трудно.

Вот мы сидим, разговариваем, и кажется нам, что в комнате тихо. Но диктофон, кроме слов, запишет и шум ламп дневного освещения. А ведь мы его не слышим, поскольку следим за речью собеседника. Еще пример. Цех, производство. Прессы, электрокары, мостовой кран таскает болванки. Общаться там хоть и трудно, но можно: дать указания рабочим, разъяснить ситуацию

начальству, рассказать что-то гостям. А попробуй записать — ничего потом не разберешь. То есть «вживую» человек работает не как диктофон, а как процессор, обрабатывающий звук. Это и есть интеллектуальная составляющая.

Мы подсознательно делим шумы на приемлемые для нас и неприемлемые. Приятные и раздражающие. Доставляющие наслаждение и сравнимые с пыткой. И это не всегда связано с пороговыми частотами и децибелами.

Любителей «спортивных» глушителей вводит в кайф рычание их автомобиля. Но они могут лезть на стенку от скрипа какой-нибудь панели.

Шум шин — это беда или нет? Он бывает приятен, если проявляется в виде шелеста. Разгоняешься — шелест увеличивается, это поднимает настроение. Какая хорошая у меня динамика, гордится владелец машины. Но вот переобулся он в зимнюю резину, и начался цокот шипов по асфальту. И тот же владелец, разгоняясь, испытывает не наслаждение, а чувство досады.

Шум двигателя обычно не напрягает. Ровное мощное гудение, ощущение скрытых возможностей греет душу, вселяет уверенность. Но в холода, пока двигатель не разогрелся, тревожит шум гидрокомпенсаторов и цепного привода ГРМ.

Вот и думай: как при защите автомобиля от шума отделить физику от биологии, эмоции от объективной реальности, наслаждение от пытки? Получается, от шелеста летней резины защищаться вроде и не надо, а от цоканья шипов зимой — совершенно необходимо. Двигатель, конечно, надо «приглушить», но ровное мощное гудение оставить. И так далее.

Отсюда вывод: оценка эффективности защиты от шума — дело непростое. К счастью, помочь нам взялись физики из МГУ им. Ломоносова.

«Если он меня прикончит матом»

Какой материал выбрать для защиты салона изнутри? Есть привычные технологии и есть новые — инновационные. К первым относится уклейка салона, багажника и моторного отсека особыми матами. Ко вторым — напыление шумопоглощающих мастик.



И в том и в другом случае салон подлежит разборке — полной или частичной. Напыление требует дополнительной маскировки, в частности панели приборов, но доля этих работ в общей подготовке салона сравнительно невелика.

А дальше начинаются «изюминки». В случае с матами защитный эффект в полной мере проявляется лишь при точном воспроизведении формы поверхности, ее кривизны, всех выступов и впадин. В то время как напыляемая пленка повторяет все нюансы защищаемой поверхности «автоматически», в силу самого способа нанесения.

При сборке внутренние панели не всегда встают на свои места — ведь фрагменты матов довольно толстые. А с напыляемой мастикой таких проблем не возникает. Кроме того, уклейка существенно утяжеляет автомобиль, а распыляемая мастика — нет.

А результат? Где он лучше? Опыт показывает, что при напылении. Здесь можно сослаться на эксперименты шведских ученых, тесты АВТОВАЗа и совместные испытания специалистов физфака МГУ им. М.В. Ломоносова и редакции «АБС-авто» (см. № 3/2012, с. 18–21).

Кроме того, современные напыляемые мастики содержат ингибиторы коррозии, обеспечивая еще один вид защиты — антикоррозионный. Маты такой способностью не обладают.

Более того: они могут ухудшать вентиляцию кузовных панелей и способствовать образованию конденсата.

Но и это еще не все. В основе матов лежит битум, продукт перегонки тяжелых фракций нефти. Битум в салоне... С понятием «экологичный автомобиль» сей факт никак не вяжется. Кроме того, маты имеют клеевой слой, тоже не прибавляющий салону экологичности.

А что напыляемые противозумные мастики? В настоящее время сервисам доступны антикоры, не содержащие растворителя (solvent free), а также мастики на водной основе — в том числе и шумопоглощающие.

Пример современного препарата для защиты от шума — водорастворимый Noxudol 3100 из Швеции. Наносимый методом распыления, он совершенно безвреден для окружающей среды при обработке автомобиля и безопасен для водителя и пассажиров.

Для удобства мы свели некоторые сравнительные показатели матов и напыляемой мастики в табл. 1. Вот и решайте, что лучше: клеить или напылять?

Что напылять изнутри?

Мы решили сделать напыляемую комплексную защиту. Сначала внутри салона, потом, после оценки результатов, снаружи кузова. Внутри использовали только что упоминавшийся

материал Noxudol 3100 на основе водорастворимого полимера. В зависимости от расположения кузовной панели толщина его слоя может составлять от 1 до 5 мм. При этом производитель гарантирует отличную адгезию пленки.

Noxudol 3100 не просто шумоизоляционный материал, правильнее называть его шумо- и вибропоглощающим. Благодаря неомогенной структуре материал «запирает» звуки в собственной пленке, преобразуя механическую энергию звуковых колебаний в тепло.

Как поступили мы? Замерили в дорожных условиях уровень шума в салоне. Потом аккуратно разобрали внутренности кузова, обработали панели мастикой, высушили ее, собрали салон и после окончательной просушки снова выехали на дорогу. Повторили все замеры. Их результаты приведены в табл. 2.

Что напылять снаружи?

Для наружной обработки кузова снаружи выбрали шведский препарат Mercasol Sound Stop — мастику с минимумом летучих растворителей. Как работает это покрытие? Прежде всего оно устраняет возникающие вибрации — тем более, что защита наносится там, где вибрационные воздействия особенно велики. Это арки колес, участки днища вблизи выпускной системы, пороги и другие зоны. При этом воздушный шум эффективно рассеи-

Таблица 1. Сравнение двух технологий защиты от шума

Показатель	Шумоизолирующие маты	Мастика Noxudol 3100
Метод нанесения	Уклейка	Напыление
Возможность применения снаружи кузова	Нет	Да
Возможность применения в салоне	Да	Да
Требуется ли частичная разборка салона	Да	Да
Требуется ли дополнительная «маскировка» отдельных участков салона	Нет	Да
Технологичность нанесения	Длительный процесс, требующий вырезания и подгонки пластин по месту	Напыление происходит достаточно быстро
Хорошо ли встают на место снятые детали салона	Могут возникать проблемы монтажа деталей из-за толщины матов	Проблем не возникает, напыляемая пленка практически не мешает монтажу деталей
Утяжеляется ли автомобиль	Да, существенно	Не существенно
Эффект шумо-вибропоглощения	Хороший	Отличный. Подтверждено: 1) шведскими научными центрами; 2) испытаниями на АВТОВАЗе (испытывался материал предыдущего поколения Mercasol Sound Stop); 3) совместными испытаниями специалистов по физике автомобиля МГУ им. М.В. Ломоносова и редакции «АБС-авто» (см. № 3/2012, с. 18–21)
Время высыхания после нанесения	Отсутствует	6–12 часов в зависимости от степени вентилируемости зоны нанесения материала
Экологичность	Битум в салоне не вписывается в концепцию экологичного автомобиля	Новейший материал на водной основе. Абсолютно безопасен. Не наносит вреда окружающей среде, в том числе экологической обстановке на СТОА, производящей обработку. Не вызывает нареканий со стороны жителей близлежащих домов
Защита от коррозии	Не обеспечивается. Может способствовать образованию конденсата. Может ухудшать вентиляцию скрытых полостей	Обеспечивается. Содержит ингибиторы коррозии. Не способствует образованию конденсата. Не препятствует вентиляции скрытых полостей

вается самым покрытием, его анизотропной структурой.

Напомним, что в 2013 году шведские химики вывели на рынок новую версию этого препарата. Он стал более густым, а пленка обрела дополнительную прочность и эластичность. Изменился и наполнитель. Наряду с традиционным стекловолокном в битумную основу ввели особые микросферы — полимерные оболочки, наполненные газообразным углеводородным веществом. Они не только улучшили механические свойства пленки, но придали ей неоднородность, способствующую «запиранию» звуковой волны.

Кроме того, в состав препарата входят современные ингибиторы коррозии, поэтому он вправе считаться полноценным антикором. Подробно об этом рассказано в статье «Sound-киллер возвращается» («АБС-авто» № 9/2013, с. 26–28). Так что поработать с обновленным Mercasol Sound Stop было очень любопытно.

Как и в случае внутренней защиты, мы провели замеры уровня шума в реальной дорожной обстановке. Условия выбрали идентичные: тот же самый автомобиль, летние шины, ясный безветренный день, сухая дорога, отсутствие встречных машин. Автомобиль испытывался при закрытых окнах и выключенном вентиляторе. Выполнили ряд заездов, провели замеры, зафиксировали цифры и отправились на сервисную станцию.

Там вознесли автомобиль на подъемнике, демонтировали подкрылки и кожухи, очистили арки и днище от грязи и пыли, высушили, продули сжатым воздухом, нанесли защитный материал, установили снятые детали на место.

После высыхания материала выехали на прежнюю трассу. И снова холостой ход, режим разгона, равномерное движение на 60 и

110 км/ч, замеры, замеры, замеры... Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Чем измеряли?

Важное уточнение. Для проведения замеров применяли шумомер. А говоря строго, «Цифровой измеритель уровня звука AR-834». Чтобы не возникло сомнений в правомерности его использования, процитируем паспорт измерителя: «Данный прибор разработан согласно IEC PUB 651 TYPE2 и ANSI S1.4 для применения в области техники безопасности и здравоохранения с целью контроля уровня шума окружающей среды».

Здесь же выразим благодарность нашему эксперту, старшему научному сотруднику физического факультета МГУ канд. физ.-мат. наук **Владимиру Милову**, принявшему участие в испытаниях.

Комплексная обработка — ИТОГИ

В ранних «шумовых» статьях мы писали, что при движении автомобиля большинство раздражающих факторов лежит в диапазоне повышенных и высоких частот. И говоря о качестве обработки, надо оценивать не только общую потерю децибелов, но и «качество зву-

Таблица 2. Результаты замеров защиты от шума автомобиля Mitsubishi Outlander XL 2010 г.в. до и после обработки материалом Noxudol 3100. Дорожные испытания, описанные в статье «Комфорт до и после, или Что показала дорога», «АБС-авто» № 8/2012, с. 18–20. Микрофон находился у головы водителя

№	Режим	Замер до обработки, дБ	Замер после обработки, дБ	Разница в показателях, дБ
1	Холостой ход	47,0	44,2	2,8
2	Разгон от 40 до 80 км/ч	57,1	54,7	2,4
3	Движение со скоростью 60 км/ч	62,0	59,2	2,8
4	Движение со скоростью 110 км/ч	63,2	59,9	3,3

Таблица 3. Результаты замеров защиты от шума автомобиля Mitsubishi Outlander XL 2010 г.в. до и после обработки материалом Mercasol Sound Stop. Дорожные испытания в сентябре 2013 года. Микрофон находился у головы водителя. Важное уточнение: машина уже имела протившумную защиту салона напыляемым материалом Noxudol 3100 (см. табл. 2)

№	Режим	Замер до обработки, дБ	Замер после обработки, дБ	Разница в показателях, дБ
1	Холостой ход	44,4	42,4	2,0
2	Разгон от 40 до 80 км/ч	55,8	54,6	1,2
3	Движение со скоростью 60 км/ч	59,0	57,0	2,0
4	Движение со скоростью 110 км/ч	60,1	57,8	2,3



Фактура пленки Noxudol 3100 (внутренняя защита)



Фактура пленки Mercasol Sound Stop (внешняя защита)

чания» автомобиля после нанесения защитного покрытия.

Будет ли этот звук более приятным — если подходить субъективно? И принижать эту субъективную оценку не следует — ведь в салоне автомобиля мы прислушиваемся именно к собственным ощущениям.

Что дал тандем двух мастик? Посмотрим на данные табл. 3, не забывая заглядывать и в табл. 2. Абсолютное снижение шума получилось меньшим, чем в прошлый раз — причем во всех режимах. Это нормально: перед нанесением внутренней защиты точкой отсчета служил необработанный автомобиль. А перед нанесением внешней — защищенный мастикой Noxudol 3100.

Нас порадовала близость цифр в колонке «После обработки» в табл. 2 и в колонке «До обработки» в табл. 3. Чем закончили, с того и начали. Значит, все делалось и делается корректно. Разница в несколько десятых долей децибела объясняется погрешностью измерений и внешними факторами, которые, как ни старайся, отсеять невозможно. Так что начало выглядело солидным и многообещающим.

Смотрим табл. 3, «Холостой ход». Снижение шума «по абсолютному» составило 2,0 дБ. Немало, если вспомнить предыдущую внутреннюю обработку пола. А именно, пленку Noxudol 3100, уходящую длинным языком под торпеду. Теперь надо сказать спасибо и Mercasol Sound Stop, закрывшему не только внутреннюю поверхность крыла, но и брызговики моторного отсека. Суммарное снижение после двух обработок — 4,8 дБ.

Теперь «Разгон от 40 до 80 км/ч». Констатируем абсолютное снижение шума всего на 1,2 дБ. Это логично: низкий звук мотора, тянущего тяжелую машину, мало подвержен высокочастотной фильтрации. Тем более, что предшествующая внутренняя защита уже «съела» часть шума. В сумме выиграли 3,6 дБ.

«Движение со скоростью 60 км/ч». Подчеркнем — равномерное. В этом режиме двигатель работает практически бесшумно, зато начинает проявляться шум качения шин и аэродинамика. Раньше путь для него перекрывал Noxudol 3100 (пол салона), теперь и Mercasol Sound Stop (днище снаружи, а главное — колесные арки). Эффект — снижение на 2 дБ в сравнении с внутренней обработкой и 4,8 дБ в сумме.

«Движение со скоростью 110 км/ч». Аэродинамика и шум качения проявляются в наибольшей степени. Замеры показывают снижение общего уровня шума на 2,3 дБ. Здесь, конечно, большая

заслуга защиты колесных арок. А в сумме два препарата дают выигрыш 5,6 дБ. Это очень хороший результат. Честно говоря, мы ожидали несколько меньшего эффекта.

Итак, если не рассматривать режим разгона, суммарное снижение шума составило 4,8 дБ и 5,6 дБ. Пересчет по логарифмической шкале показывает, что водитель и пассажиры будут ощущать эти цифры как 50%-ное снижение шума в салоне. И даже чуть большее.

А что субъективные ощущения, о которых мы упомянули в начале главы? Можно ограничиться одной фразой: автомобиль стал тише. Но это не главное. Важно, что он стал «звучать» по-иному, в более приятных диапазонах.

Здесь уместно вспомнить одно из положений акустики: при прохождении звука через границу двух сред коэффициент поглощения прямо пропорционален квадрату частоты. Значит, «пограничник», т.е. противозвучная мастика, в первую очередь будет бороться с высокими частотами. А они, в частности, присутствуют в шуме качения, который генерируется шинами.

Но «пограничник» хорошо, а два — лучше. И не зря при борьбе с шумом в первую очередь обрабатывают пол салона изнутри, днище снаружи и колесные арки. А показания измерительного прибора в очередной раз продемонстрировали хорошую корреляцию с органолептическими тестами. Так что все подтвердилось — и объективно, и субъективно. Как и следовало ожидать, комплексная обработка «Noxudol 3100 плюс Mercasol Sound Stop» оказалась наиболее эффективной.

(Не)звучащие бокалы

И был у нас еще один интереснейший эксперимент. Чтобы оценить воздействие мастики Noxudol 3100 на пассивно звучащий объект, наш эксперт Владимир Милов предложил следующее.

Берем стеклянный бокал, ударяем по нему, записываем время и амплитудно-частотную картину его звучания, которую разворачиваем на экране компьютера. Потом берем такой же бокал, но обмазанный мастикой. Ударяем по нему, записываем, разворачиваем на экране соответствующую картинку. Потом сравниваем ее с записью «пения» чистого, необработанного бокала. Повторяем вышеописанные манипуляции для бокала другой формы. Записываем, сравниваем.

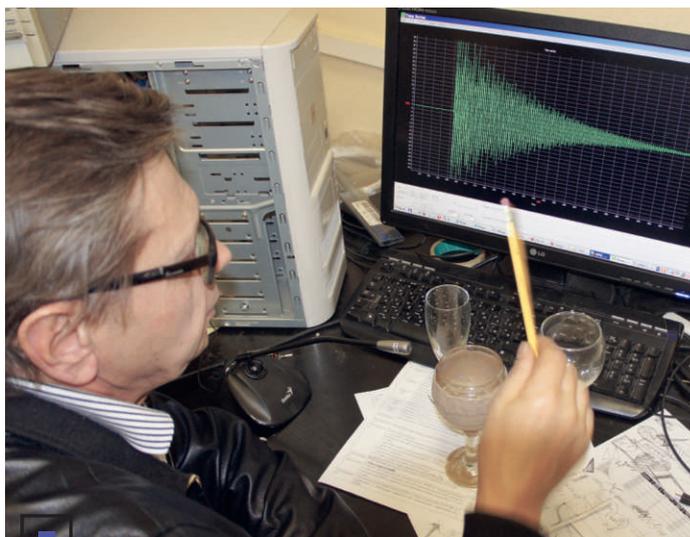
Чем хорош такой эксперимент? Во-первых, он нагляден и не требует специального оборудования. Во-вторых, он гарантирует воспроизводимость опыта. При повторных экспериментах результаты будут совпадать в пределах погрешности записывающей аппаратуры. Секрет прост: затухание звука не зависит от силы воздействия, т.е. силы удара палочкой по бокалу. Любителям более строгих пояснений предлагаем заглянуть в справочники, где сказано, что скорость уменьшения амплитуды колебаний от силы воздействия не зависит.

Эксперимент подробно описан в «АБС-авто» № 12/2012 на с. 16–18. Мы же повторим основные выводы. Запись и компьютерный анализ звука показали, что предмет, возбужденный от внешнего источника, при обработке мастикой становится менее шумным. Внешний сигнал ощутимо ослабляется, но самое главное — из него уходят высокочастотные составляющие, делающие звук агармоничным, неприятным, дискомфортным.

С высокой степенью вероятности можно утверждать, что это произошло благодаря особому составу мастики — в ней присутствуют мельчайшие частицы полимерного наполнителя, делающие сам материал неоднородным, неомогенным. А из теории известно, что наилучшим образом звуки подавляются именно неомогенными материалами, поскольку упругие деформации неоднородной массы наиболее эффективно превращают колебания в тепловую энергию.

Словом, шведская мастика зарекомендовала себя самым лучшим образом. Будучи нанесенной на бокалы для вина, она сумела укротить их «певческие порывы» весьма решительно — а именно в 7 и 8 раз. Надо полагать, что обработка «менее звучащих» предметов и материалов, в частности металлических кузовных панелей, должна быть еще более эффективной.

Наши работы по изучению методов борьбы с шумами в автомобиле продолжаются.



Развертка затухающих колебаний стеклянного бокала, обработанного Noxudol 3100