

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

© 2010 А.В. Краснов, М.И. Фесина, Л.Н. Горина, Т.Ю. Фрезе, А.А. Ковалева,  
А.Г. Назаров

Тольяттинский государственный университет

Поступила в редакцию 27.03.2010

В статье представлены общие подходы и результаты экспресс-расчетов технических и стоимостных параметров структурирования материалов и деталей различных вариантов рационализации шумопоглощающих комплектов автотранспортных средств. Описанные подходы комплексного анализа и обоснованного выбора высокоэффективных, более экологичных и экономически выгодных шумопоглощающих комплектов рекомендуется применять и в отношении других шумоактивных объектов техники (промышленного, технологического и энергетического оборудования, бытовой техники, других типов наземного, водного и воздушного транспорта).

Ключевые слова: *экология, акустика, автотранспортные средства*

Весомую роль в формировании уровней внешнего и внутреннего шума автотранспортных средств (АТС) играют их шумопоглощающие комплекты, представляющие собой набор шумопоглощающих, шумоизолирующих и вибродемпфирующих деталей (обивок, панелей, прокладок, заглушек, уплотнителей), монтируемых в различных пространственных зонах кузова и входящих в состав средств подавления акустического излучения наиболее шумоактивных агрегатов и систем АТС. Тенденции развития конструкций АТС направлены на непрерывное улучшение их эксплуатационных (потребительских, комфортных, безопасностных) характеристик, что зачастую связано с увеличением их габаритных и весовых параметров. К примеру, ориентировочная оценка усредненных весовых показателей шумопоглощающих комплектов (ШПК), приходящихся на один легковой автомобиль (~ 45 кг) с общим объемом их годового производства (~65 млн. в мире [1], и ~1,2 млн. в РФ [2]), свидетельствует о ежегодном потреблении около 3 млн. т. акустических материалов в глобальном масштабе (около 54 тыс. т. в РФ). Одновременно с этим ежегодно из эксплуатации

выводится до 10% мирового парка легковых автомобилей что, в свою очередь, вызывает увеличение до ~16 млн. т. количества экологически опасных отходов, требующих их утилизации (включая вторичную переработку) [3]. Вместе с тем тенденции ужесточения законодательных требований, предъявляемых к расходу топлива и токсичным выбросам АТС, указывают на необходимость сокращения снаряженной массы автомобилей, и, соответственно, к уменьшению веса применяемого ШПК. Уменьшение веса ШПК способствует снижению как негативного экологического воздействия на окружающую среду, так и экономических затрат в процессах добычи исходного сырья, технологических процессов производства деталей, эксплуатации АТС и их утилизации в конце жизненного цикла. Весьма важными в решении поставленных задач являются оценки экономической эффективности разрабатываемых ШПК для конструкций АТС, которые имеют самую непосредственную связь с их экологическими показателями [4, 5].

**Экономические оценки эффективности процессов технического совершенствования деталей ШПК.** В качестве примера представлены экономические оценки структурирования деталей ШПК легковых автомобилей В-класса. При проведении процедуры комплексной рационализации деталей ШПК использовались результаты исследования распределений акустических и температурных полей на поверхностях виброшумоактивных панелей кузова. С учетом выполняемого термометрирования панелей кузова может быть произведена стоимостная и весовая рационализация их вибродемпфирующих покрытий на основе сохранения условия эквивалентности достигаемых эффектов вибродемпфирования. Например, крупногабаритные вибродемпфирующие прокладки панелей

*Краснов Александр Валентинович, доцент кафедры «Управление промышленной и экологической безопасностью». E-mail: kaw@yandex.ru*

*Фесина Михаил Ильич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление промышленной и экологической безопасностью». E-mail: michailfes@yandex.ru*

*Горина Лариса Николаевна, доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой «Управление промышленной и экологической безопасностью». E-mail: gorina@tltsu.ru*

*Фрезе Татьяна Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление промышленной и экологической безопасностью».*

*Ковалева Анна Александровна, аспирант*

*Назаров Алексей Геннадьевич, студент*

кузова могут быть заменены на малогабаритные, но изготовленные из других типов и марок материалов, наделенных с более высокими значениями приведенного композитного коэффициента потерь  $\eta_{kn}$ , и соответствующими (настроенными или более широкими) значениями температурного диапазона более эффективного вибродемпфирования  $\Delta t_{эф}$ , при использовании более высокой удельной стоимости вибродемпфирующего материала  $C_{вд}$  с сохранением координат поверхностных зон их установки на виброшумоактивных панелях кузова. При этом может быть произведено совмещение геометрических центров проекций исходного варианта крупногабаритной и модифицированной малогабаритной прокладок с зоной локализации пучности резонирующей моды колебаний кузовной панели. В этом случае условие эквивалентности эффекта вибродемпфирования может быть записано следующим образом:

$$\frac{\eta_{kn(\kappa z)} \cdot S_{вд(\kappa z)} \cdot \Delta t_{эф(\kappa z)}}{\eta_{kn(mz)} \cdot S_{вд(mz)} \cdot \Delta t_{эф(mz)}} = 1 \quad (1)$$

где  $\eta_{kn(\kappa z)}$  и  $\eta_{kn(mz)}$  – соответственно приведенный композитный коэффициент потерь используемых марок материалов исходной крупногабаритной ( $\kappa z$ ) и модифицированной малогабаритной ( $mz$ ) вибродемпфирующих прокладок;  $S_{вд(\kappa z)}$  и  $S_{вд(mz)}$  – соответственно площадь лицевой поверхности исходной крупногабаритной и модифицированной малогабаритной вибродемпфирующих прокладок, м<sup>2</sup>;  $\Delta t_{эф(\kappa z)}$  и  $\Delta t_{эф(mz)}$  – соответственно заданный техническими условиями температурный диапазон эффективного вибродемпфирования материалов исходной крупногабаритной и модифицированной малогабаритной вибродемпфирующих прокладок, °С.

В таком случае площадь лицевой поверхности «эквивалентной» по вибродемпфированию модифицированной малогабаритной вибродемпфирующей прокладки может быть определена следующим образом:

$$S_{вд(mz)} = \frac{\eta_{kn(\kappa z)} \cdot S_{вд(\kappa z)} \cdot \Delta t_{эф(\kappa z)}}{\eta_{kn(mz)} \cdot \Delta t_{эф(mz)}} \quad (2)$$

Выражение (1) аналогичным образом может быть также трансформировано через условия эквивалентности других параметров, например, удельного поверхностного веса  $m_{вд}$ , толщины  $h_{вд}$ , или стоимости  $C_{вд}$ .

Последующее совершенствование конструктивных, технологических и стоимостных параметров деталей ШПК весьма эффективно может быть реализовано с использованием методов модификационного структурирования акустических материалов, из которых они изготовлены [6-12]. Эколого-экономическая эффективность

использования структурированных шумоизолирующих и шумопоглощающих деталей легкового автомобиля может быть оценена на основе анализа уменьшения стоимости (веса) их пористого звукопоглощающего или весового звукоотражающего слоя. Стоимость волокнистого материала  $C_{пор}$ , применяемого для изготовления пористого слоя шумопоглощающих деталей исследованного образца легкового автомобиля В-класса отечественного производства (моторного отсека, пассажирского помещения и багажного отделения), принята равной 5,7 усл.ед./кг, шумоизолирующих деталей пассажирского помещения – 7,7 усл.ед./кг. Стоимость вспененного открытоячеистого звукопоглощающего материала  $C_{пор}$ , применяемого для изготовления пористого слоя плосколистовых шумопоглощающих панелей экранных элементов моторного отсека, принята равной 17,3 усл.ед./кг. Указанные стоимостные ставки получены исходя из сопоставления усредненных отпускных цен на пористые звукопоглощающие материалы, выпускаемые в виде однослойных плоских листов или рулонов. Расчет достигаемого эффекта снижения стоимости отдельной детали шумопонижающего комплекта  $\Delta C_{\delta}$  может быть рассчитан следующим образом:

$$\Delta C_{\delta} = C_{пор} \cdot \Delta m_{пор}, \text{ усл.ед.} \quad (3)$$

где  $C_{пор}$  – удельная стоимость пористого звукопоглощающего материала, усл.ед./кг;  $\Delta m_{пор}$  – достигнутое эквивалентное по акустическому эффекту снижение удельного поверхностного веса пористого звукопоглощающего материала в составе полномасштабной детали, входящей в состав ШПК, кг.

Расчет снижения стоимости деталей ШПК ( $\Delta C_{\delta}$ ) базируется, в основном, на максимально достигаемом эффекте уменьшения их веса. В связи с этим анализируется такой вариант структурирования, при котором достигается наибольшее уменьшение веса деталей при сохранении на заданном (приемлемом) уровне их шумопонижающей эффективности. В частности, при расчетах принято, что модификационное структурирование шумопоглощающих деталей выполнялось путем сквозного перфорирования их пористого слоя круглыми отверстиями (коэффициент перфорации поверхности детали –  $k_{пер(ш)}=0,2$ ), обеспечивая таким образом снижение удельного поверхностного веса пористого звукопоглощающего слоя на 20%. Шумоизолирующие детали, изготовленные из двухслойных пористых структур различной плотности и толщины слоев типа «ультралайт» [13-17], структурировались путем проведения перфорации их монтажного (пониженной плотности) пористого звукопоглощающего слоя глухими тупиковыми отверстиями (коэффициент структурирования

$k_{cmp}=0,90$ ), обеспечивая снижение его удельного поверхностного веса на 15%. Соблюдение указанных значений параметров структурирования  $k_{пер(зн)}$  и  $k_{cmp}$  позволяет обеспечивать сохранение эквивалентных шумопоглощающих свойств модифицированных деталей на уровне исходных неструктурированных типов промышленно-производимых типов и марок как звукопоглощающих, так и звукоизолирующих материалов.

Коэффициент перфорации пористой структуры шумопоглощающих деталей (панелей)  $k_{пер(зн)}$  определяется следующим образом:

$$k_{пер(зн)} = \frac{S_{пер(зн)}}{S_{пан(зн)}} \quad (4)$$

где  $S_{пер(зн)}$ ,  $S_{пан(зн)}$  – соответственно суммарная площадь проекции отверстий перфорации на

плоскость поверхности плосколистовой шумопоглощающей панели и площадь лицевой поверхности неперфорированной шумопоглощающей панели,  $m^2$ .

Коэффициент структурирования звукоизолирующих материалов  $k_{cmp}$  определялся с использованием выражения:

$$k_{cmp} = \frac{S_{o(зу)} \cdot n_{o(зу)}}{S_{пор(зу)}} \quad (5)$$

где  $S_{o(зу)}$  – суммарная площадь поверхностей (боковой и донной) тупикового отверстия перфорации,  $m^2$ ;  $n_{o(зу)}$  – количество отверстий перфорации, шт.;  $S_{пор(зу)}$  – площадь лицевой поверхности пористого звукопоглощающего слоя,  $m^2$ .

**Таблица 1.** Эффекты снижения суммарного веса и стоимости шумоизолирующих и шумопоглощающих деталей легкового автомобиля В-класса

Наименование детали	$m_{\Sigmaпор}$ , кг	$\Delta m_{\Sigmaпор}$ , кг	$C_{пор}$ , усл.ед./кг	$\Delta C_{\Sigmaпор}$ , усл.ед.
многофункциональные шумопоглощающие детали моторного отсека (обивка щитка передка, обивка капота), пассажирского помещения (обивка крыши, полка багажника), багажного отделения (обивки пола)	5,72	1,14	5,7	6,5
плосколистовые шумопоглощающие футерующие панели поверхностей оболочек брызговика моторного отсека, декоративного экрана модуля впуска, корпуса воздухоочистителя системы впуска двигателя, корпуса модуля отопительно-вентиляционной системы	0,82	0,16	17,3	2,8
цельноформованные шумоизолирующие обивки щитка передка, переднего и среднего пола кузова, смонтированные в пассажирском помещении	4,60	0,70	7,7	5,4
<b>Итого:</b>	<b>11,14</b>	<b>2,0</b>	<b>-</b>	<b>14,6</b>

*Примечание:*  $m_{\Sigmaпор}$  и  $\Delta m_{\Sigmaпор}$  – соответственно, общий вес исходного промышленно-производимого пористого звукопоглощающего материала деталей ШПК и достигнутый эффект его снижения в процессе модификационного структурирования, кг;  $C_{пор}$  – удельная стоимость 1 кг исходного промышленно-производимого пористого звукопоглощающего материала, усл.ед./кг;  $\Delta C_{\Sigmaпор}$  – достигнутый суммарный эффект снижения стоимости модифицированных шумопоглощающих и шумоизолирующих деталей ШПК, усл.ед.

Как следует из результатов проведенных расчетов (табл. 1), выполненная структурная модификация шумопоглощающих и шумоизолирующих деталей позволила снизить их стоимость  $\Delta C_{\Sigmaпор}$  в составе ШПК легкового автомобиля В-класса на 14,6 усл.ед. (на 18%), а вес  $\Delta m_{\Sigmaпор}$  на 2,0 кг (на 17,4%). Аналогичный сопоставительный подход был использован при анализе эффективности модифицированных вибродемпфирующих прокладок панелей кузова, проведенной на исследуемой модели легкового автомобиля В-класса. При расчетах было учтено, что модификационное структурирование плосколистовых однослойных жестких вязкоэластичных и двухслойных армированных вибродемпфирующих покрытий выполнялось сквозным перфорированием круглыми отверстиями

вязкоэластичного слоя указанных типов материалов. Коэффициент перфорации плосколистовых однослойных вязкоэластичных вибродемпфирующих материалов составлял  $k_{пер(вод)}=0,25$ , а двухслойных армированных –  $k_{пер(вод)}=0,40$ .

Проведение соответствующей технологической процедуры структурирования указанных типов материалов путем их перфорирования обеспечило (см. табл. 2) соответствующие эффекты снижения их удельного поверхностного веса  $m_{вод}$  (соответственно на 25% и 40%), а общего веса вибродемпфирующих деталей, смонтированных на панелях кузова  $m_{\Sigmaвод}$  – на 4,46 кг (на 29,8%). Помимо этого было достигнуто уменьшение суммарной стоимости используемых вибродемпфирующих деталей (прокладок) панелей кузова  $C_{\Sigmaвод}$  равное 50 усл.ед. (на 31%).

**Таблица 2.** Суммарные эффекты снижения веса и стоимости вибродемпфирующих деталей (плосколистовых прокладок) панелей кузова легкового автомобиля В-класса

Наименование детали	Тип и марка материала	$m_{\Sigma\sigma}$ , кг	$\Delta m_{\Sigma\sigma}$ , кг	$C_{\sigma}$ , усл.ед./кг	$\Delta C_{\Sigma\sigma}$ , усл.ед.
вибродемпфирующие прокладки панелей пола, тоннеля пола, пола багажного отделения и ниши запасного колеса кузова	однослойный жесткий вязкоэластичный вибродемпфирующий материал	8,24	2,06	10,0	20,6
вибродемпфирующие прокладки лицевых панелей боковых дверей	однослойный жесткий вязкоэластичный вибродемпфирующий материал	1,92	0,48	7,7	3,7
вибродемпфирующие прокладки панелей щитка передка и арок передних колес	двухслойный армированный вибродемпфирующий материал (фольгированный и вязкоэластичный слой)	4,80	1,92	13,3	25,6
<b>Итого:</b>		<b>14,96</b>	<b>4,46</b>	-	<b>50</b>

Примечание:  $m_{\Sigma\sigma}$  и  $\Delta m_{\Sigma\sigma}$  – соответственно, общий вес вибродемпфирующих покрытий и достигнутый эффект его снижения, кг;  $C_{\sigma}$  – стоимость 1 кг вязкоэластичного вещества вибродемпфирующих покрытий, усл.ед./кг;  $\Delta C_{\Sigma\sigma}$  – достигнутый эффект снижения стоимости вибродемпфирующих покрытий панелей кузова, усл.ед.

**Таблица 3.** Общие уровни внешнего и внутреннего шума на нормируемых режимах испытаний интенсивного разгона (ГОСТ Р 51616, ГОСТ Р 41.51, правил ЕЭК ООН R51-02) различных моделей легковых автомобилей и весовые параметры их ШПК

Марка легкового автомобиля	Общий уровень внешнего шума $L_{\Sigma p}$ , дБА	Общий уровень внутреннего шума $L_{\Sigma p}$ , дБА	Общий вес ШПК $m_{\Sigma\text{шпк}}$ , кг
ВАЗ-2170 «Приора»	73,0-74,0	78,0-79,0	45,1
ВАЗ-1118 «Калина»			44,6
Chevrolet Lacetti	70,0	76,4	44,3
Ford Focus II	72,4	76,5	41,0
Renault Megane	72,0	74,5	34,6
Opel Astra	72,5	76,1	34,2
<b>ВАЗ-2170 «Приора» (модиф. комплект)</b>	<b>71,5...72,0</b>	<b>75,0...76,0</b>	<b>27,3</b>
<b>ВАЗ-1118 «Калина» (модиф. комплект)</b>			<b>23,8</b>
<b>Нормативные требования стандартов РФ и международных норм (ГОСТ Р 41.51, ГОСТ Р 51616, правил ЕЭК ООН R51-02)</b>	$\leq 74^{+1}$	$\leq 78^{+1}$	-

Сопоставительный анализ зарегистрированных общих уровней внутреннего и внешнего шума различных моделей легковых автомобилей и общих весовых показателей их шумопоглощающих комплектов представлен в табл. 3. На представленных в таблице опытных образцах легковых автомобилей ВАЗ-1118 «Калина» и ВАЗ-2170 «Приора», выделенных жирным шрифтом, реализован комплекс шумопоглощающих мероприятий. Указанный ШПК включает структурированные шумоизолирующие обивки пассажирского помещения, изготовленные из материала типа «ультралайт» двойной различ-

ной плотности (пористости) и толщины (смонтированных взамен используемых ранее типичных двухслойных шумоизолирующих обивок в составе пористого звукопоглощающего и плотного звукоотражающего слоев) [6, 8, 11, 12, 21], модифицированные структурированные (перфорированные) вибродемпфирующие и шумопоглощающие детали (прокладки и панели) [6, 7, 9-12, 22, 23], интегральные шумопоглощающие экраны элементы двигателя объемного типа (с двухсторонней звукопоглощающей облицовкой перфорированного несущего каркаса [6, 24]), модуля системы охлаждения двигателя [6, 25] и

регулирующих заслонок модуля отопительно-вентиляционной системы [6, 26], установленные вспененные термоакустические пробки в пустотелых элементах силового каркаса кузова, смонтированные на всех технологических отверстиях панелей кузова плосколистовые шумоизолирующие заглушки.

Как следует из результатов сопоставительного анализа (см. табл. 3), внедрение в конструкциях легковых автомобилей семейств ВАЗ-1118 «Калина» и ВАЗ-2170 «Приора» описанного модифицированного рационализированного комплекта шумопоглощающих мероприятий указывает на потенциалы снижения до 47% веса (стоимости) их ШПК исходного (серийного) состояния в сравнении с весом ШПК моделей автомобилей других производителей (Chevrolet Lacetti, Ford Focus II, Renault Megane, Opel Astra). Одновременно с этим обеспечивается существенное (на 2-3 дБА) улучшение акустического комфорта в пассажирском помещении, а также с определенным запасом соответствие указанных семейств легковых автомобилей действующим национальным и международным стандартам, нормирующим уровни внутреннего и внешнего шума автомобилей (ГОСТ Р 51616-2000 [18], ГОСТ Р 41.51-2004 [19], правила R51-02 ЕЭК ООН [20]). Следует также указать и на возникающие сопутствующие эффекты снижения вредного экологического воздействия на окружающую среду вследствие использования «легковесных» ШПК автомобилей. Они обусловлены сокращением процессом добычи исходного сырья для производства и вторичной переработки деталей и материалов ШПК легковых автомобилей по завершению их жизненного цикла. Таким образом, внедрение рационализированных модификаций ШПК в конструкциях легковых автомобилей позволяет улучшать их конкурентоспособность, потребительские качества, стоимостные показатели и экологические характеристики.

**Выводы:** результаты проведенных исследований указывают на эффективность использования ШПК для легковых автомобилей, базирующихся на модификационном структурировании звукопоглощающих, звукоизолирующих и вибродемпфирующих материалов деталей. Представленные общие подходы и результаты экспресс-расчетов технических и стоимостных параметров структурирования материалов и деталей различных вариантов рационализации ШПК могут являться весьма полезными на начальных концептуальных этапах выбора и проектирования новых конструкций АТС, наделенных улучшенными виброакустическими характеристиками, а также при совершенствовании (модернизации) ШПК серийно выпускаемых конструкций легковых автомобилей. Очевидно, что аналогичный подход комплексного анализа

и обоснованного выбора высокоэффективных по шумопонижению, более экологических и экономически выгодных ШПК может быть применен и в отношении других шумоактивных объектов техники (промышленного, технологического и энергетического оборудования, бытовой техники, других типов наземного, водного и воздушного транспорта).

*Научно-исследовательская работа выполнена в рамках реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-образовательные кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Automotive News Europe. – 2007. – №13. – Vol. 12. – P. 76.
2. Деметьев, А.В. О перспективах развития российского автомобилестроения // Журнал автомобильных инженеров. – 2008. – №3. – С. 20-27.
3. Петров, Р.Л. Системы утилизации легковых автомобилей // Автомобильная промышленность. – 2007. – №7. – С. 3-5.
4. Greiner, R. DaimlerChrysler – Contribution to sustainable mobility // Proceeding Rieter Automotive Conference. – 2005. – P2. – P. 1-8.
5. Miyadera, K. Keynote speech: Future developments in the use of sustainable vehicles // Proceeding Rieter Automotive Conference. – 2007. – A1. – P. 1-16.
6. Краснов, А.В. Разработка средств повышения эффективности акустических материалов и конструкций для снижения внешнего и внутреннего шума легковых автомобилей: дисс. ... канд. техн. наук. – Тольятти, 2009. – 216 с.
7. Фесина, М.И. Об уточненной классификации и некоторых приемах модификационного структурирования шумопоглощающих деталей современных моделей легковых автомобилей / М.И. Фесина, А.В. Краснов // Машиностроение и инженерное образование. – 2008. – №4. – С. 11-24.
8. Фесина, М.И. Об используемых типах автомобильных звукоизоляционных материалов и некоторых приемах их модификационного структурирования / М.И. Фесина, А.В. Краснов // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – №9. – С. 10-16.
9. Фесина, М.И. О расчетно-экспериментальных исследованиях перфорированного вибродемпфирующего ламината, смонтированного на изгибно-колеблющейся стальной панели / Фесина М.И., Краснов А.В., Подкорытов И.В. // Известия Самарского научного центра РАН. Специальный выпуск «Безопасность. Технологии. Управление» – 2007. – Т. 2. – С. 164-170.
10. Фесина, М.И. Практические приемы разработок шумопоглощающих панелей моторных отсеков транспортных средств с повышенной звукопоглощающей способностью / М.И. Фесина, А.В. Краснов, Л.А. Паньков // Известия Самарского научного центра РАН. Специальный выпуск «Безопасность. Технологии. Управление» – 2007. – Т. 2. – С. 177-183.
11. Краснов, А.В. Практические приемы структурирования шумопоглощающих материалов для повышения их акустической эффективности / А.В.

- Краснов, М.И. Фесина // Сборник трудов XX сессии Российского акустического общества. – М.: ГЕОС – 2008. – Т. 3. – С. 256-261.
12. Фесина, М.И. Об использовании некоторых приемов структурирования материалов для улучшения виброакустических свойств панелей, обивок и ламинатных прокладок в легковых автомобилях / М.И. Фесина, А.В. Краснов // Известия МГТУ «МАМИ». – 2009. – № 1. – С. 73-85.
  13. Сверхлегкий многофункциональный звукоизоляционный комплект: пат. RU 2198798 / Т. Альтс; опубл. 20.02.2000.
  14. Bloemhof, H. Haut nahe Zusammen arbeit // Automobil Industrie. – 2000. – №11. – S. 46-50.
  15. Buchholz, K. System approach to NVH reduction // Automotive Engineering. – 2002. – V. 101, №8. – P. 45-46.
  16. Soundproof Material: pat. appl. AU 2006/246461 / M. Masahiko, T. Akimasa; publ. 14.06.2007.
  17. Ultralight Soundproof Material: pat. appl. US 2006/0201741 / I. Toru, I. Masaki, I. Youhei, M. Sohei, M. Hideyuki; publ. 14.09.2006.
  18. ГОСТ Р 51616-2000. Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний. – Издательство стандартов. – М., 2000. – 19 с.
  19. ГОСТ Р 41.51-2004. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автотранспортных средств, имеющих не менее четырех колес, в связи с производимым ими шумом. – Издательство стандартов. – М., 2004. – 31 с.
  20. Regulation №51. Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles having at least four wheels with regard to their noise emissions. - UN Economic Commission for Europe. Transport Division. – Geneva, Switzerland. – 1996. – 47 p.
  21. Шумоизоляционная обивка кузова автомобиля: пат. RU 2369495 / Л.А. Паньков, М.И. Фесина, А.В. Краснов; опубл. 10.10.2009, Бюл. №28.
  22. Виброшумодемпфирующая плосколистовая прокладка: пат. RU 2333545 / Л.А. Паньков, М.И. Фесина, А.В. Краснов; опубл. 10.09.2008, Бюл. №25.
  23. Многослойная армированная виброшумодемпфирующая плосколистовая прокладка: пат. RU 2351995 / Л.А. Паньков, М.И. Фесина, А.В. Краснов; опубл. 10.04.2009, Бюл. №10.
  24. Фесина, М.И. Объемные интегральные кожухи для снижения шума двигателей внутреннего сгорания транспортных средств / М.И. Фесина, А.В. Краснов, Л.А. Паньков // Известия Самарского научного центра РАН. Специальный выпуск «Безопасность. Технологии. Управление» – 2007. – Т. 2. – С. 184-190.
  25. Транспортное средство: пат. RU 2351785 / Л.А. Паньков, М.И. Фесина, А.В. Краснов; опубл. 10.04.2009, Бюл. №10.
  26. Система отопления и вентиляции пассажирского салона легкового автомобиля (варианты): пат. RU 2328382 / Л.А. Паньков, М.И. Фесина, А.В. Краснов; опубл. 10.07.2008, Бюл. №19.

## ECONOMIC ASPECTS OF ACOUSTIC ECOLOGIZATION THE CONSTRUCTIONS OF VEHICLES

© 2010 A.V. Krasnov, M.I. Fesina, L.N. Gorina, T.Yu. Freze, A.A. Kovaleva, A.G. Nazarov

Tolyatti State University

In article the general approaches and results the express-calculations of technical and costal parameters of materials and details structurization in various variants of noise decreasing complete sets rationalization of vehicles are presented. The described approaches to complex analysis and proved choice of highly effective, more harmless and economic noise decreasing complete sets is recommended to apply concerning others noise active objects of technics (industrial, technological and power equipment, home appliances, other types of ground, water and air transport).

Key words: *ecology, acoustics, vehicles*

---

Alexander Krasnov, Senior Lecturer at the Department "Management of Industrial and Ecological Safety". E-mail: kaw@yandex.ru

Mikhail Fesina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department "Management of Industrial and Ecological Safety". E-mail: michailfes@yandex.ru

Larisa Gorina, Doctor of Pedagogy, Professor, Head of the Department "Management of Industrial and Ecological Safety". E-mail: gorina@tltisu.ru

Tatiana Freze, Candidate of Economics, Associate Professor at the Department "Management of Industrial and Ecological Safety"

Anna Kovaleva, Post-graduate Student

Aleksey Nazarov, Student