

Волновой глушитель

Киев 2010

Вступление

В мире только на первичный рынок производится 60 миллионов глушителей в год. На вторичном рынке их как минимум в три раза больше. По разным оценкам годовой финансовый оборот этого рынка \$ 7-12 млрд.

Последние 20 лет внутренняя конструкция автомобильного глушителя не претерпела существенных изменений. Несмотря на значительные финансовые вливания ведущих фирм - производителей глушителей в разработки новых конструкций, качественного улучшения характеристик не произошло. Это значит, что достигнут некий физический предел, преодоление которого невозможно без применения новых базовых элементов для построения глушителя и изменения математических подходов к его расчету. Именно на этих постулатах и был создан волновой глушитель. Это позволило уже на опытных образцах, при тех же характеристиках акустического шума, в 2 раза снизить объем рабочих элементов глушителя и более чем в 3 раза уменьшить противодавление в системе отвода отработавших газов. На конструкции волновых глушителей получены патенты России и Украины.

Волновой глушитель

Классическая теория автомобильных глушителей рассматривает четыре основных типа, базирующихся на двух физических явлениях: резонансе и звукопоглощении. На них и построен принцип действия основных типов глушителей – ограничительных, зеркальных, резонансных и поглотительных (рисунок 1).

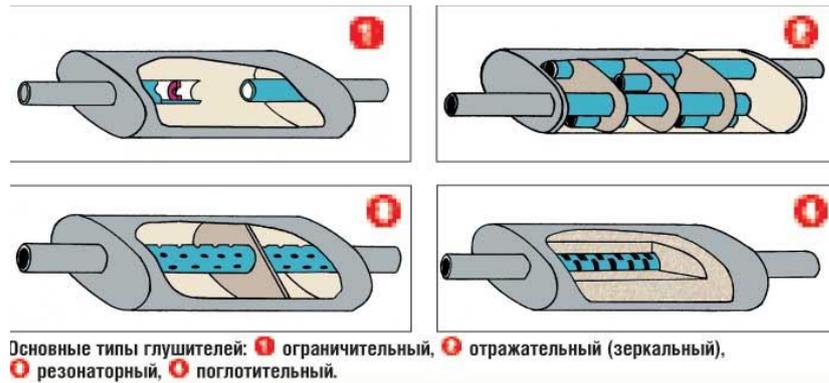


Рис.1

Мы предложили новый тип автомобильного глушителя и назвали его «волновым», поскольку он основан на принципе широкополосной компенсации падающих волн. Как видно из рис.2 конструкция волнового глушителя принципиально отличается от конструкций существующих глушителей.

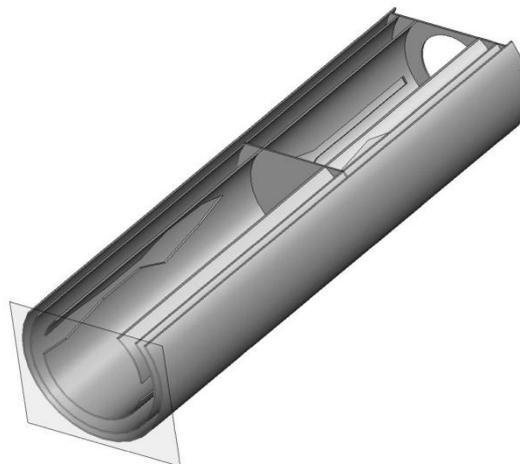


Рис.2

Каждому типу глушителя присущи свои достоинства и недостатки. Не будем пока на них останавливаться, лишь скажем, что чаще встречаются «зеркальные» глушители, их принцип работы наиболее близок к принципу работы волнового глушителя.

Расчет глушителя на каждый тип двигателя индивидуален и достаточно сложен, поскольку постоянно приходится искать компромисс между различными параметрами глушителя. В случае возникновения неустранимых противоречий между объемом, противодавлением и акустическими характеристиками основного глушителя, конструкторы идут по пути усложнения выпускной системы путем добавления дополнительных глушителей (рис.3).

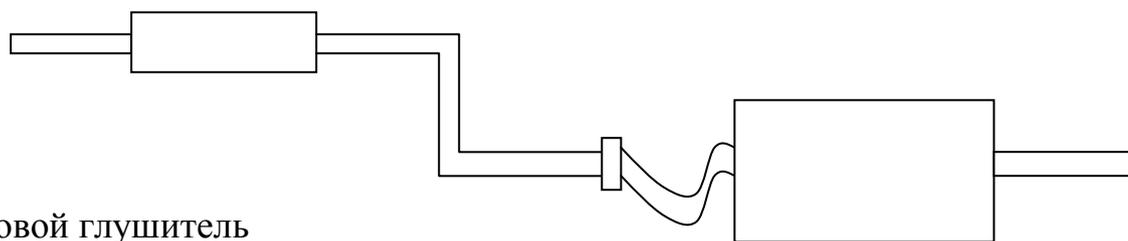


Рис.3

Использование волновых глушителей позволяет устранить многие противоречия, поскольку они обеспечивают близкие к предельным характеристики глушителя как акустического фильтра. Нами была построена непротиворечивая математическая модель волнового глушителя и сделан опытный образец, показавший удовлетворительную сходимость результатов расчетов и испытаний.

Для измерения значения акустического шума использовался сравнительный анализ спектральных характеристик акустического шума серийно устанавливаемой системы выпуска отработавших газов (резонатор + основной глушитель) автомобиля ВАЗ-2110 (система не покупалась на вторичном рынке, а была снята с нового автомобиля, срок эксплуатации 4 месяца) и волнового глушителя, при этом резонатор исключался и заменялся отрезком трубы соответствующего сечения (рис.4).

Заводская система



Волновой глушитель

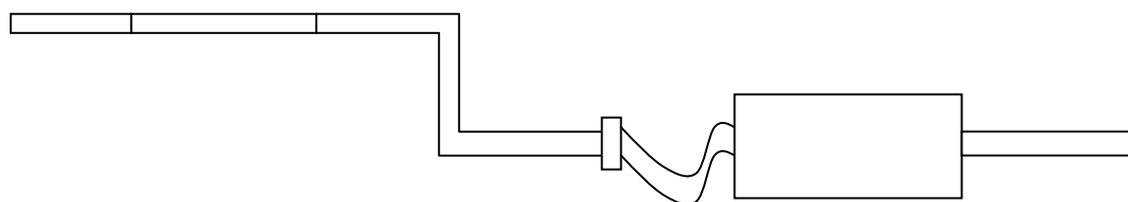


Рис. 4

Испытания проводились на автомобиле ВАЗ-21093 с инжекторным двигателем (рис.5).



Рис.5

Сравнительные размеры глушителей видны на снимке (Рис.6).



Рис. 6

На рис.7 показаны спектральные характеристики акустического шума. Слева характеристики заводской системы, справа волнового глушителя. Акустический шум на частотах в области 90 Гц легко устраним путем небольшой модернизации конструкции волнового глушителя.

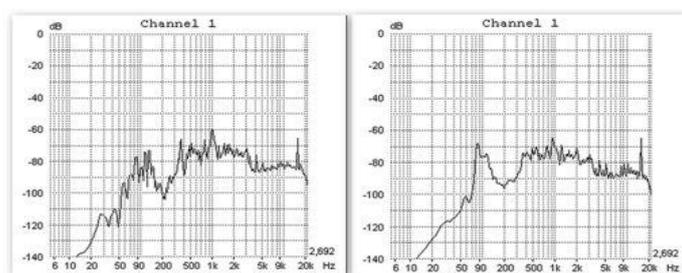


Рис.7

Заводская система и волновой глушитель сравнивались при одинаковом числе оборотов двигателя в режиме холостого хода. Фактический объем волнового глушителя виден из рис.4. Объем основного глушителя заводской системы - 12059 см^3 , резонатора заводской системы – 3456 см^3 , объем волнового глушителя - 7952 см^3 , в волновом глушителе резонатор отсутствует.

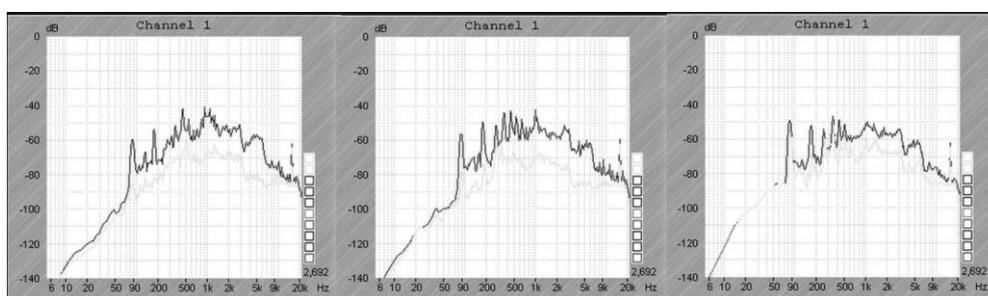
Нами также был создан опытный образец волнового глушителя для автомобиля DAEWOO LANOS $V=1.5L$. На фотографии (Рис. 8) видны сравнительные размеры заводского глушителя и опытного образца.



Рис.8

Объем основного глушителя заводской системы - 16800 см^3 , резонатора заводской системы – 5270 см^3 , объем волнового глушителя - 10752 см^3 , в волновом глушителе резонатор отсутствует и заменен отрезком трубы соответствующего сечения, это видно на фотографии (Рис.8). Таким образом, объем волнового глушителя в 2 раза меньше объема рабочих элементов заводской системы.

Для получения сравнительных характеристик внешнего шума автомобиля при проведении предварительных испытаний использовалась заводская система выпуска отработавших газов, полученная непосредственно от завода-изготовителя «BOSAL ZAZ» и устанавливаемая на конвейере на автомобиль. Измерения проводились на испытательном участке длиной 15 метров на расстоянии 6 метров от автомобиля. Графики максимальных значений амплитуд спектральных составляющих внешнего шума автомобиля DAEWOO LANOS D5MM550 полученных на испытательном участке при разгоне автомобиля при полностью нажатой педали газа на 3-й передаче от скорости 50 км/час (Рис.9).



1

2

3

Рис.9

Слева направо: 1.Заводская система выпуска отработавших газов “Bosal ZAZ” (резонатор и глушитель). 2. Резонатор заводской системы + волновой

глушитель. 3. Волновой глушитель (резонатор удален и заменен отрезком трубы соответствующего сечения).

Графики 1 и 3 соответствуют подсоединению на Рис.4.

Заводские испытания глушителей были проведены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 41.51-2004 (EURO4). Графики максимальных значений амплитуд спектральных составляющих внешнего шума автомобиля DAEWOO LANOS V=1.5L, полученных на испытательном участке представлены на рис.10, 11. Рис.10 – разгон на второй передаче с заводским резонатором (слева) и без него (справа). Рис.11- то же для третьей передачи.

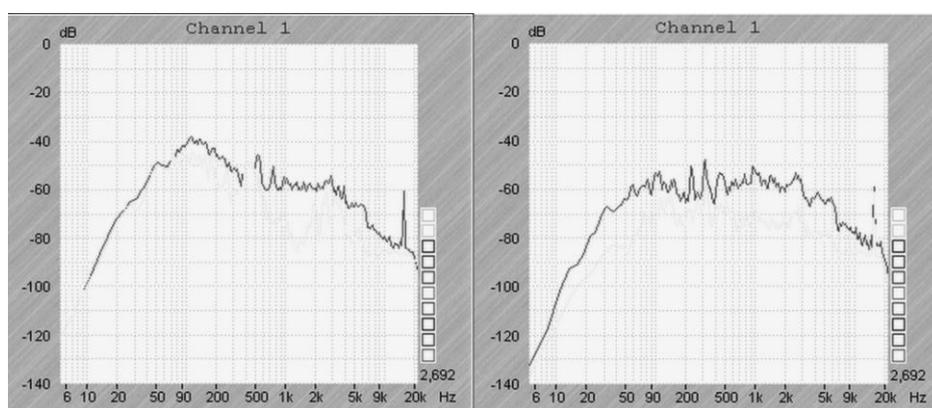


Рис.10

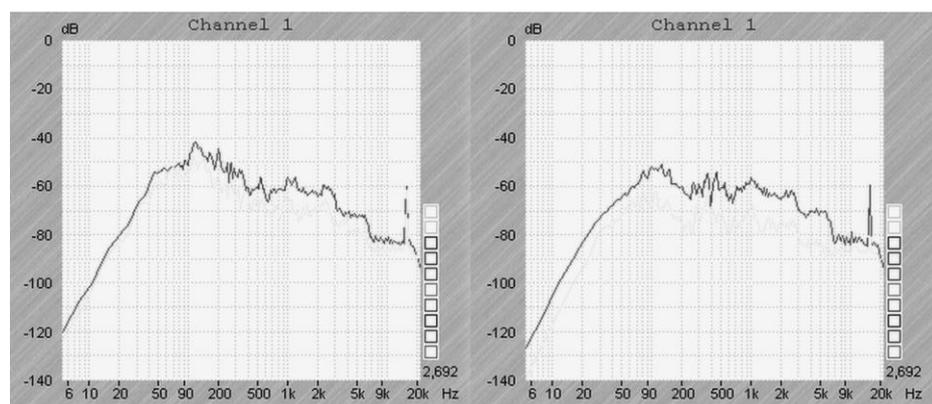


Рис.11

Абсолютные значения уровней внешнего шума соответственно 75,3 ДБА и 71,5 ДБА.

Измерения противодавления показали, что у системы с волновым глушителем противодавление в 3-5 раз ниже, чем у заводской системы.

Преимущества волнового глушителя:

- Простота изготовления. Технология изготовления волнового глушителя не отличается от стандартной.
- Уменьшение противодействия выхлопных газов в 3-5 раз.
- Уменьшение объема рабочих элементов системы выпуска отработавших газов в 2-3 раза.
- Преимущества волнового глушителя наиболее полно проявляются с увеличением мощности двигателя.

На конструкции волновых глушителей получены патенты РФ №2333369 и №89459 Украины, поданы шесть заявок на изобретения и две заявки на полезные модели в 2010 году.



Андрей Фролов.

+38(095)3454077, E-mail: anktn@yandex.ru

При ссылке и перепечатке материалов из статьи просьба ссылаться на автора.