بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شهید رجائی

دانشکده مکانیک

پروژه کارشناسی

عنوان:

روشهای کاهش صدا و نویز در خودرو و بررسی آن مطابق استانداردهای طراحی

استاد پروژه:

آقای مهندس نصیری

دانشجو:

امیر ریاضی مبارکی

تابستان 86

فهرست: **صفحه**

مقدمه 4

1- فصل اول

1-1- منابع تولید صدا در خودرو 7

1-2- سیستمهای ورودی و خروجی 16

1-3- صـــــــــــــــــــــــــــــــــدای جرخدنـــ

2- فصل دوم

بررسی صدای عبوری(خارجی) خودروهای جاده ای 36

کنترل شرایط 39

انالیز سیکنال 42

مشکلات توسعه عملی در دستیابی به سطح صدای مجاز در خودرو 55

نکاتی در مورد استاندارد 56

اندازه کیریها 68

نظرات کلی 72

3- فصل سوم

صداهای حاصل از باد 97

مکانیزم ایجاد صدا و انتقال ان 98

صداهای حاصل از سوراخها 99

کاهش سطح سرو صدا در اتومبیلهای مدرن 111

تاثیر روی عملکرد فیزیولوزیک بدن 114

عملکرد عایقهای صوتی 117

عوامل مهم درجدب صوت 120

مقدمه

اعتقاد بسیاری از کارشناسان محیط زی‌ست بر این است که در چند سال اخیرسر و صدا نیز از نظر آلودگی محیط زیست در ردیف سایر آلوده کننده ها، همچون آب و هوا قرار گرفته است.میزان سروصدا نیز همانند آلودگی هوا به نسبت ازدیاد تمرکز جمعیت افزایش می یابدو به خصوص زندگی ماشینی و توسعه صنعتی و استفاده از امکانات تکنولوژی، میزان سروصدا را روز به روز افزایش می دهد. استفاده از وسایل نقلیه نظیر هواپیماها، خودروهای مسافربری، خودروهای باربری، موتور سیکلتها و سایر منابع صدا اعم از کارخانجات تولیدی و غیره گواه این واقعیت هستند که آلودگی صدا در برخی موارد خطرناکتر از آلودگی هوا می باشد. صدا امواج نامرئی شبیه به آب است و انتقال امواج صدا نیاز به یک واسطه مادی از قبیل هوا، مایعات یا جامدات دارد. و میزان صدا نیز به عامل مهم فشار و فرکانس آن بستگی دارد. فشار صدا با واحدی به نام دسی بل (db) بیان می شود و معمولا یک گوش با قدرت شنوایی کامل قادر است صدایی با صفر دسی بل را هم احساس کند و حداکثر صدای قابل درک، فشاری معدل 150 دسی بل دارد.

اثرات ناشی از سروصدا:

نخستین اثر سرو صدای زیاد بر روی بدن انسان کری موقت یا دائمی استو علاوه بر آن عوارض دیگری نیز از قبیل تشدید جریان خون، تحریک اعصاب، فشار خون در شریانها و در نتیجه امراض قلبی و ایجاد آمادگی جهت پذیرش امراض ویروسی، ناراحتیهای معده و کلیه، بی نظمی ترشح غدد و پریشانی خواب انسان را تهدید می کند. میزان تاثیر صدا روی سلامت از نظر نوع عوارض هنوز مشخص نشده است و تحقیقات دامنه داری برای اثبات و پی بردن به درجه تاثیرات آن ضروری به نظر می رسد. معهذا با توجه به مدارک وتحقیقات موجود ، سروصدای بیشتراز 75 دسی بل باعث تغییراتی در حالات جسمانی می شود که اهم آن عبارتند از: کوچک شدن دریچه های میترال قلب، تاثیرات صدماتی روی جدار تمام ارگانیزم بدن و تشدید میزان تنفس و ازدیاد ضربان قلب.

منابع سروصدا:

سروصدای موجود در جهان به پنج دسته تقسیم می شوند:

1-**منابع طبیعی صدا** : این منابع شامل صدای رعد و برق، زمین لرزه ، باد وطوفان وامواج دریا هستند. کنترل این نوع صداها تا کنون از امکانات قدرت انسان خارج بوده است و راهی برای تقلیل این صداها وجود ندارد. ضمنا این نوع صداها در اغلب نقاط کمیاب و معمولا جز ترس آنی ، آنهم برای عده ای معدود عارضه دیگری در بر ندارد. البته این نوع صداها خود بیانگر یک تاثیر مهم روانی روی افراد اجتماع بوده و اثرات فیزیکی آنها نیز بدون شک زندگی انسانها را دچار مصائب جانی ومالی می کند.

2-**منابع ثابت سروصدا:**این منابع شامل صنایع، نیروگاههای برق، کارگاهها وغیره بوده وتقلیل تاثیر این گونهمنابع تا حدودی با مدیریت صحیح و جایگزین کردن ماشین آلات جدید وکاربرد تکنولوژی مدرن به طریقه صحیح بستگس دارد و چنانچه اصول فنی رعایت شود نتیجه بخش خواهد بود.

3-منابع غیر ثابت سروصدا: این منابع شامل کلیه وسایط نقلیه بوده که سبب ایجاد چندین صدا می شوند.

4-منابع داخلی سروصدا:این منابع وسایل برقی، موتورهای حرارتی و وسایل داخل منزل بوده است.

5- منابع متفرقه: این منابع شامل فعالیتهای ساختمانی، جاده سازی و غیره است و باید در این جا یادآور شد که تاثیرات ناشی از سروصدای اینگونه منابع را فقط با مدیریت صنعتی و برنامه ریزی می توان تقلیل داد.

400 میلیون نفراز ساکنان زمین روزانه در معرض 65 دسی بل صدا قرار دارند که غیر قابل پذیرش است واز سوی دگر 200 میلیون نفر در محیط ناراحت کننده زندگی می نمایند به تعبیر کارشناسان مقصر نخست ترافیک است.خودروها ازعوامل مهم ایجاد کننده صداهای ناراحت کننده وناهنجار هستندبعنوان مثال شدت بوق وسایط نقلیه 100-90 دسی بل است.بطور کلی آلودگی‌صوتی ناشی ازترافیک به سه دسته تقسیم می شود: الف- ترافیک هوایی ب- ترن ووسایل ریلی ج- خودروها و وسایل ترافیک شهری.

فصل اول

بررسی عوامل تولید ارتعاش، نویز و صدا درخودرو(NVH)

1- منابع تولید صدا در خودرو:

-موتور

- سیستم انتقال قدرت

- سیستم اگزوز

- تایرها

- صدای ناشی او برخورد هوا با بدنه خودرو

- ترمزها

- صدای اخطار دهنده ها

هر یک از منابع مذکور تحت مکانیسم ویژه ای صدا تولید می کنندو تحت شرایط محیطی ویژه ای صدای تولید شده را منتشر می کنند.

صدای تولید شده در برخی از این منابع مانند صدای موتور و اگزوز و صدای گیر بکس به دور موتور بستگی دارند و برخی دیگر مانند صدای تایرها و آیرودینامیک بدنه به سرعت خودرو بستگی دارند.

صدایی که در داخل خودروبه گوش سرنشینان می رسد معمولا ترکیبی از صداهای تولید شده توسط منابع مذکور است. که هر کدام با مشخصه های فرکانس و شدت خود از دو راه سازه ای و هوایی به گوش سرنشینان می رسد در خارج از خودرو، صداهای عبوری نیز ترکیبی از صداهای منابع ذکر شده است که از طریق هوا به محیط منتقل می شود.

کوششهایی که برای کاهش صدای خودرو انجام می شود معمولا کاهش صدا در خود منبع یا در طول مسیر انتقال می باشد. برای مثال صدای موتور از طریق سوراخهای بازدیواره جلویی اتاق موسوم به دیواره اتش "Fire wall" و یا از طریق سازه ای یعنی از طریق دیواره و کف اتاق به داخل منتقل می شود به همین دلیل شدت و فرکانس صدای تایرها به سطح تماس لاستیک با جاده، شکل وجنس آج ونحوه تغییر شکل آج در هنگام تماس با جاده بستگی دارد که این صدا از طریق ساختار کف اتاق ویا از طریق منافذ باز،نقاط ضعیف بدنه، نوار دور شیشه وغیره به داخل اتاق نفوذ می نماید.

در مواردی که کاهش شدت صدا در منبع تولید کننده آن ممکن نباشد کوشش برای کاهش صدا از طریق مسدود کردن مسیرهای انتقال صدا انجام می گیرد.

انسداد منافذ، تقویت نقاط ضعیف و همدنین افزایش جرم(بسته به فرکانس)، میرایی و یا سختی ورقهای کف ودیواره جلو اتاق خودرو از روشهای رایج کاهش شدت صدا به شمار می آیند.

شدت صدای منابع مختلف به صورت لگاریتمی با یکدیگر جمع یا تفریق می شوند به گونه ای که با دو برابر کردن شدت صدای منبع، صدا به اندازه 3 دسی بل افزایش می یابد.

برای مثال اکر در یک محیط باز(بدون انعکاس) دو منبع صدا هر یک با شدت 80 دسی بل به طور همزمان تولیدصدا نمایند شدت صدای حاصل 830/ db می شود و اگرچهار منبع هر یک‌به شدت 80 دسی بل به طور همزمان صدا تولید نمایند شدت صدای حاصل 86 دسی بل خواهد شد بر عکس اگر از چهار منبع فوق که در مجموع 86 دسی بل تولید کنندگر صدای سه منبع را خاموش کنیم شدت کل صدا فقط 6 دسی بل کاهش یافته و شدت صدای نهایی همچنان 80 دسی بل خواهد بود به همین دلیل باید تلاش شود که به هنگام کاهش صدای خودرو صدای کلیه منابع موثر به شکل همزمان و به مقدار کافی کم شود در غیر اینصورت اگر صدای یکی از منابع مثلا صدای آیرودینامیک را نتوان کاهش یا تغییر داد صدای نهایی دست کم مساوی صدای آن منبع بوده وتغییر چشمگیری در سطح صدای خودرو به دست نخواهد آمد.

صدای موتور (Engine Noise) :

مهمترین و اصلی ترین منبع تولید صدا در خودرو موتور می باشد. اصلاحات اساسی صدای موتور در رابطه با خودروهای موتوردیزلی به کار گرفته شده است و صدای موتور بر منابع دیگر صدا مسلط است.

منابع صدای موتور:

- صدای احتراق
- صدای انزکتور سوخت
- صدای مکانیکی

- صدای ورودی و خروجی
- صدای فنهای خنک کننده
- صدایincilleries از قبیل ژنراتور یا کمپرسور

ماهیت تناوبی احتراق باعث تولید صدا و ارتعاش می شود. صدا مستقیما از بدنه موتور و سیستمهای ورودی و خروجی تابش می شود و ارتعاش تولید شده از ساختمان موتور به بدنه خودرو منتقل می شود. این ارتعاش به صدای اکوستیک تبدیل می شود که بوسیله ساختمان سبک وزن خودرو بطور موثری متشعشع می شود.(شکلهای 1و2)

شناسایی منابع صدای موتور :

فرکانس نیروی صدا در یک سرعت موتور همان فرکانس احتراق است.بلوکه موتور بخشی از صدای احتراق را بصورت صدای تابش شده تبدیل می کند.

صدای مکانیکی ناشی از پیستون ودنده سوپاپ است که فرکانس آن همان فرکانس نیروی خودشان می باشد.تکنیکهایی برای اصلاح ساختمان محفظه میل لنگ جهت کاهش واکنش در فرکانسهای مهم احتراق در دسترس است،این اصلاح شامل دو قسمت است،یکی اعطاف پذیری محفظه میل لنگ و دیگری افزایش میرایی طبیعی آن می باشد.

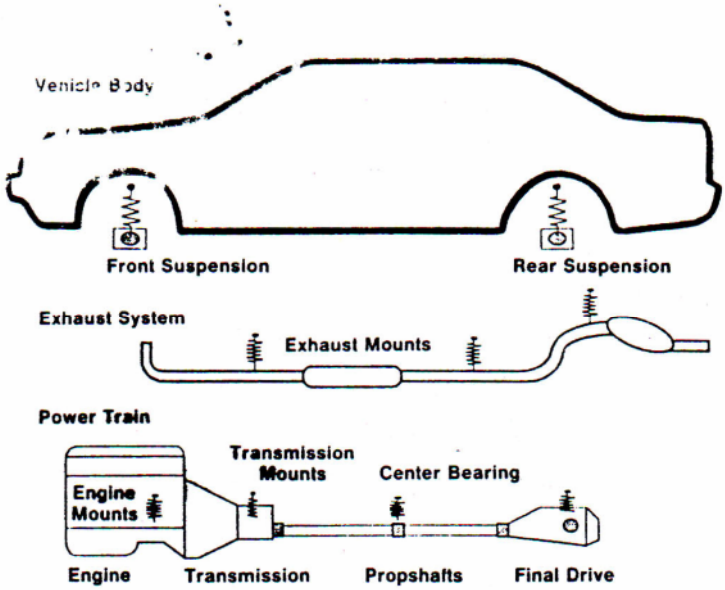
دو روش اصلی ارزیابی سطحهای بحرانی موتور وجود دارد: یکی موتور تکمیل شده و دیگری روش پیش بینی در مرحله طراحی می باشد.

آانالیز المان محدود و آنالیز مدل آازمایشی کاربردی برای محاسبه حالت ارتعاشی موتور جهت پیش بینی منطقه تشعشع صدا دارند.روشهای سنتی شامل پوشش و آب فلزکاری سطح موتور یا دوختن یک روکش سربی یا پشم معدنی جاذب بودند. این روشها اشکالاتی داشتند از قبیل اصلاح و بهبودی ریسکی از مواد به کار رفته است و همچنین اطمینان از چسبیدن مناسب پوشش می باشد.

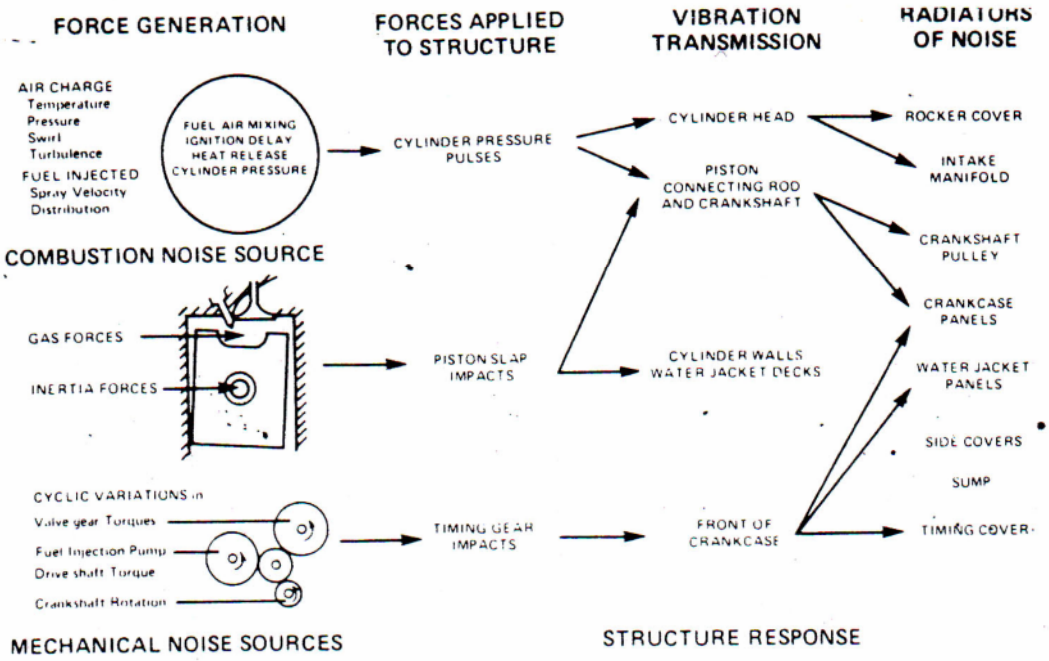
بزرگی صدای اگزوز نسبتا آسان تعیین می شود زیرا معمولا لوله بیرونی اگزوز از منابع دیگر صدا جدا است.

صدای سوخت پاش بیشتر از حرکت سوپاپ و برخورد آن به نشیمنگاه است و بزرگی آان بوسیله تنظیم اندازه قطعات انجام می شود.

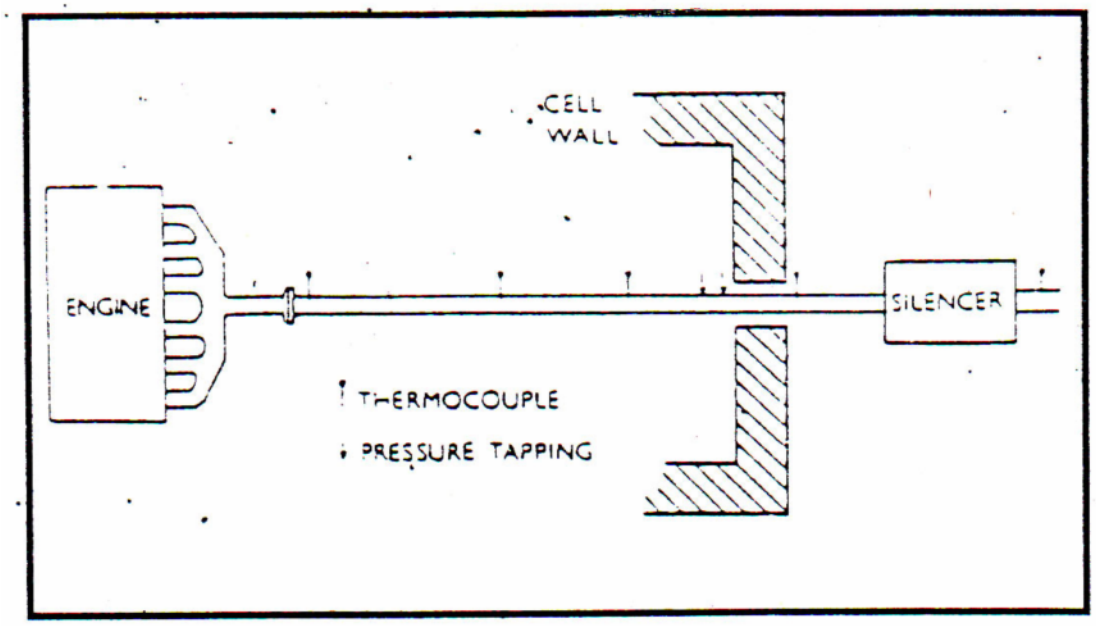
شکل ۱- منابع تولید صدای خودرووجاده ها



شکل ۲- صدای تولیدشده درموتوردیزل



شکل ۳.لوازم آزمایشی برای تست یک موتور



کاهش صدای مکانیکی و احتراق:

سیلندر وسر سیلندر که در مقابل فشارهای احتراق بدون حرکت هستند معمولا در مقایسه با محفظه میلنگ سفت تر هستند. پره های زیادی ریخته گری شده بر دیوارهای محفظه میلنگ که می تواند به کاهش صدا کمک می کند. یک ماده بتانه مناسب برای کم کردن حرکت بکار می رود. شکل 4

می توان تخمین زد که جمعا با خفه کردن بطور موثر پوسترها(مخزن روغن وقالپاق سوپاپ وغیره) صدای موتور را به اندازه 3db(A) کاهش داد.

این بدیهی است که برای رسیدن به نتایج بهتر باید بلوکه موتور را تغییر داد.

یک تغییر ساختمان بکار بردن ورقه فولادی یا پلاستیک با چگالی بالا که می تواند تغییرات زیادی در صدای تابش شده ایجاد کند. یک واشر بین در پوش و بدنه وجود داردکه بر مجموع صدای تابش شده موثر است.انرژی ارتعاشی قالپاق سوپاپ با یک محکم کننده مرکزی کم می شود.

مخزن روغن فولادی متهلک کننده (ساختمان سه لایه ای فولادی) کاهش می دهد انرژی را در مخزن بدون اثر گذاشتن به انرژی منتقل شده وکاهش انرژی محفظه میلنگ ، تنها قالپاق

(در پوش) محفظه میلنگ می تواندصدای تابش شده در فرکانسهای معین افزایش دهد.ریخته گری یک راه حل مناسب برای مهار کردن دیواره های محفظ میلنگ ودرپوش یاتاقان اصلی که به شکل یک نوع ساختار پلکانی می باشد.

شکل ۴ .نمونه‌ای از روشهای مختلف ساختمان یک موتور دیزل کوچک

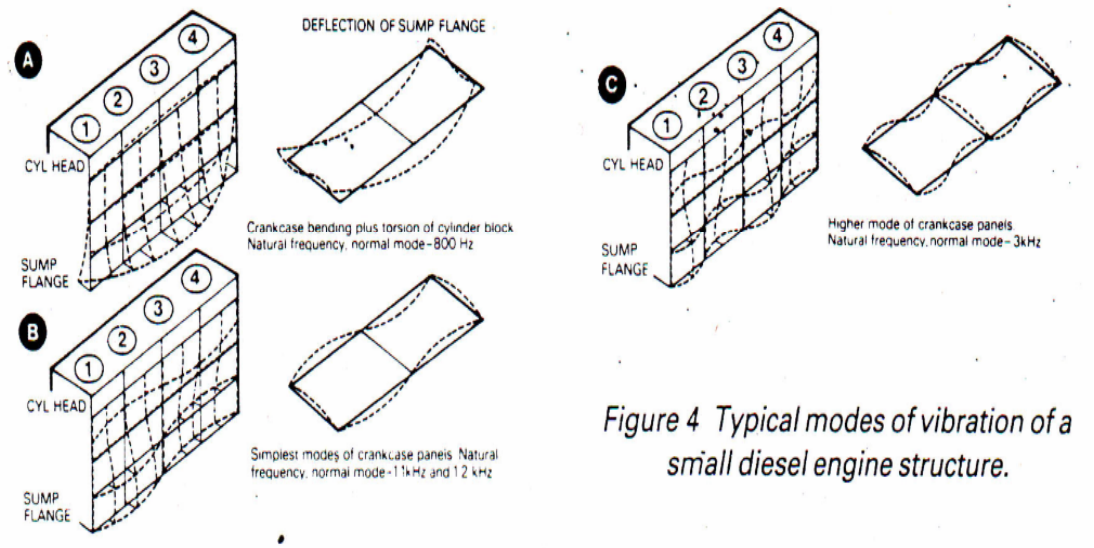
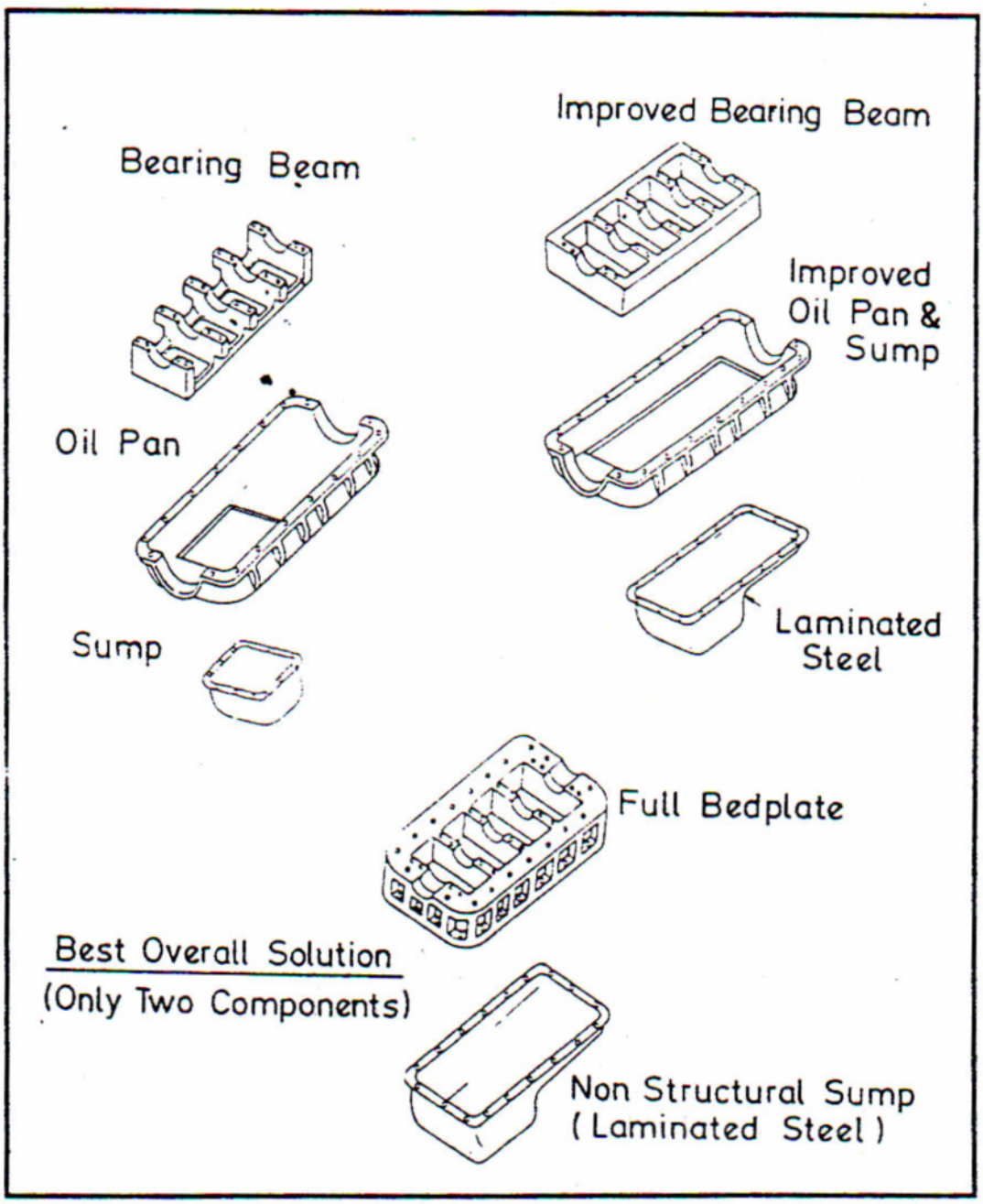


Figure 4 Typical modes of vibration of a small diesel engine structure.

موتور آب خنک بی صداتر از موتور هوای خنک با همان قدرت می باشد.چون آب دو تا عمل انجام می دهد: یکی به عنوان عایق می باشد ودوم اینکه جاذب است. یعنی ارتعاشات بوجود آمده در محفظه احتراق را جذب می کند. بیشتر موتورهای تک وجفت سیلندرهوا خنک هستند.

صدای برخورد پیستون وصدای دنده دو منبع صدای مکانیکی هستند، در مرحله اول باید لقی بین پیستون و دهانه سیلندر را در حالت بیشینه بار کاهش دهیم، چون پیستون و سیلندر از مواد مختلف ساخته می شوند ولقی در بارهای پایین افزایش می یابد.

برا ی جلوگیری ازسیلی زدن پیستون به سیلندر در حالت سرد که موتور شروع به کار می کند، وسایل وابزاری پیشنهاد شده اند از قبیل: پیستون باشاتون مفصل دار، گژپین های زانودار و ضربه گیرهای فشار. در قسمتهای دیگر در مورد صدای چرخدنده ها بحث خواهد شد.



شکل 5 – نمونه ای از اصلاحات بلوکه موتور

کاهش صدای موتور با طراحی ساختار:

شکل 7 یک نمونه از منابع صدای یک موتور را نشان می دهد، که اطلاعات بسیار مهمی برای طراح موتور فراهم شده است. کاهش نسبی در دسی بل کلی می تواند انجام شود اگر صدا از هر منبع خاص (کاهش صدای انباشته) بطور عملی حذف شود. در مثال نشان داده شده در شکل 7 کارتر روغن به مقدار 36٪ از کل تابش قدرت آکوستیک اطراف موتور در حالی که

قالپاق سوپاپ 22٪ کمک می کند. برای کاهش این منابع به مینیمم بایدصدای کلی را در حدود 3/5 دسی بل کاهش داد.

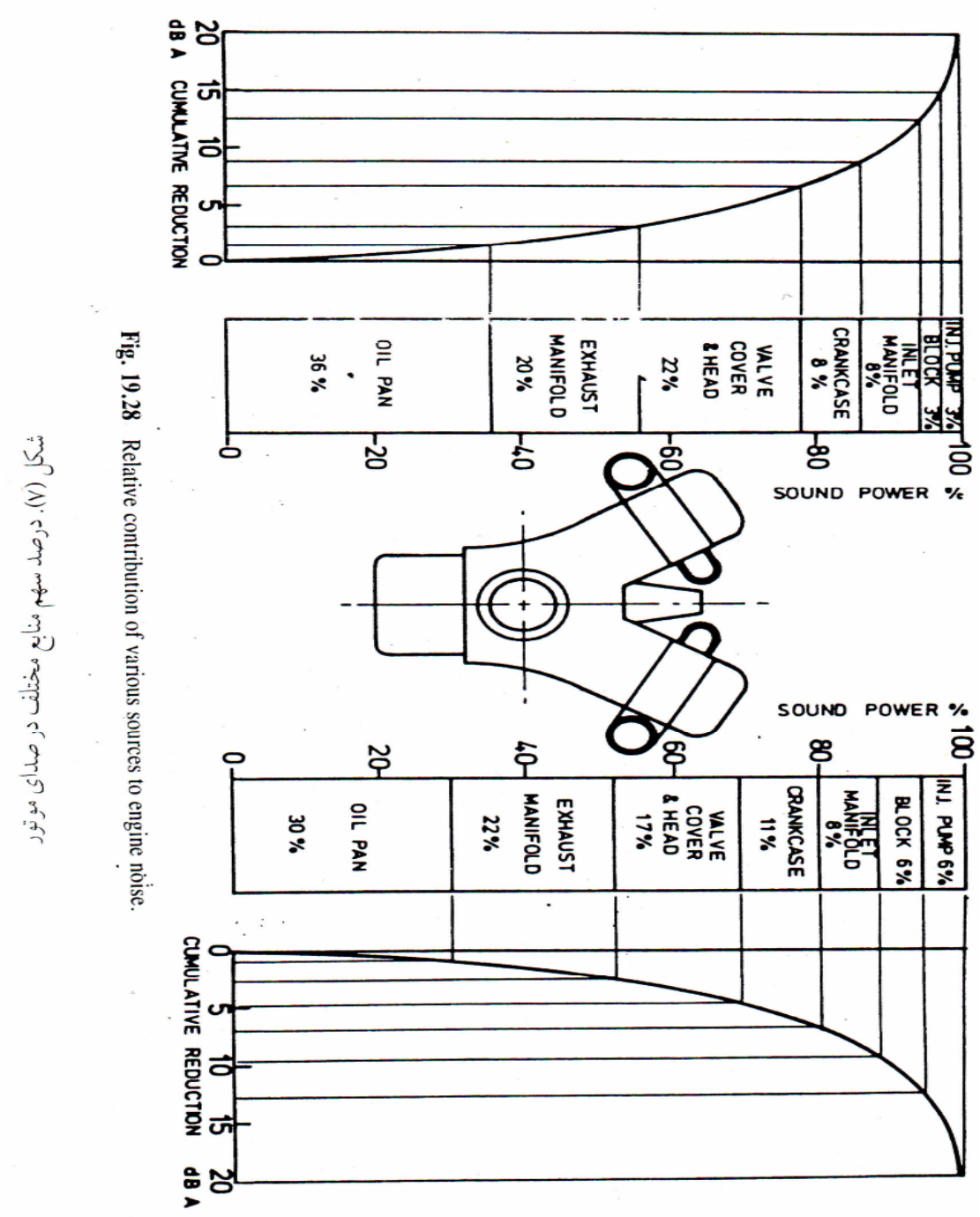
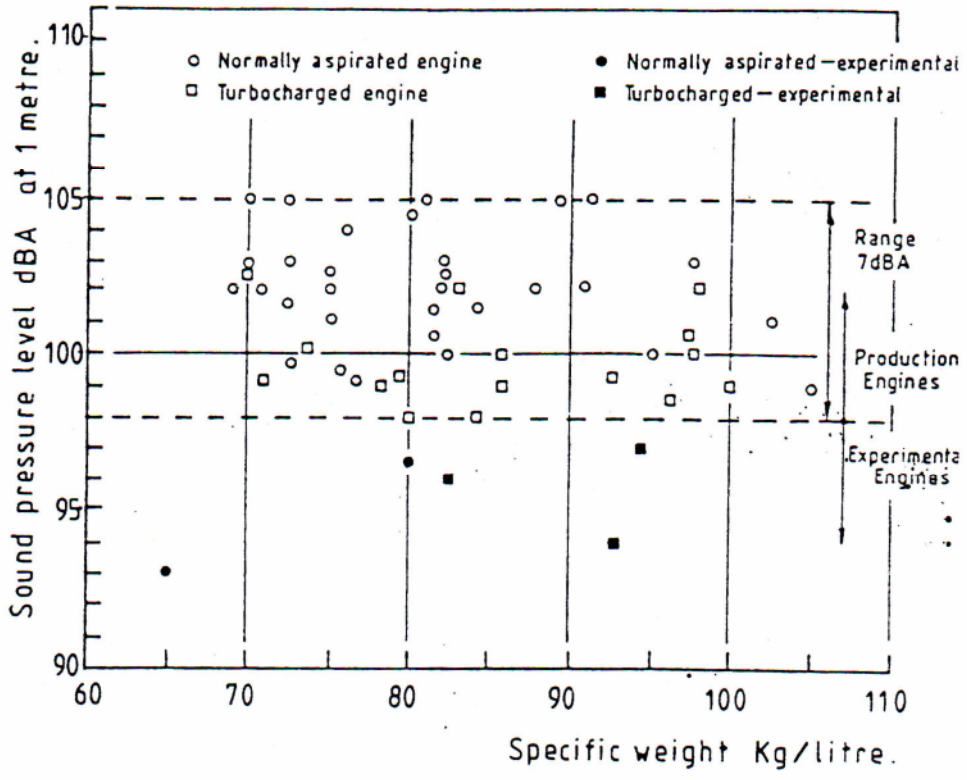


Fig. 19.28 Relative contribution of various sources to engine noise.

شکل (۷). درصد سهم منابع مختلف در صدای موتور

گرویر (Grover) و پرید(Priede) 12 نوع موتور اصلی با قدرتهای 30 تا 250 کیلووات ساختند. این الگوها Carnkfram و bedplate طرحهایی با دیواره های خارجی از مواد سه لایه با میرایی بالا هستند. با این طرحها در حدود 10 دسی بل کاهش صدا انجام می شود. طرح bedplate که در شکل 8 نشان داده شده در سال 1979 برای کامیونهای کم صدا بکار رفت.شکل 9 سطوح صدای شمار زیادی از موتورهای دیزل مختلف را نشان می دهد. در این شکل وزن مخصوص عبارتست از کل وزن بلوکه سیلندر بر کل ظرفیت. چنانچه می توان دید بین وزن مخصوص وصدای موتور از هر نوعی که باشد نسبت مستقیم وجود ندارد.تفسیر این داده این است که برای طراحی موتور بی سروصدا لازم نیست که موتور سنگین تر از حالت نرمال باشدو در حقیقت سبک تر بودن مهم است این نشان می دهدکه توزیع وزن در ساختار موتور ممکن نیست بهینه شود.

شکل (۹). رابطه بین وزن مخصوص و صدای کلی نوعهای مختلف موتور در حالت اسمی



2- سیستمهای ورودی و خروجی :

سیستمهای ورودی موتور به شکل فزاینده ای در حال پیچیده تر شدن هستند. صافی های هوا حجم بزرگی از هوا را منتقل می نمایند و مادامی که تشد ید کننده های هملوتز و طول لوله های هوا برابر با یک چهارم طول موج فرکانس صدا جهت کنترل فرکانسهای ویژه افزوده می شوند، تقلیل باند وسیعی از صدا صورت می پذیرد. همچنین در طی پانزده سال اخیر سیستمهای اگزوز در تشکیل ترکیبات زیرتوسعه داده شده اند.

1-حجم سیستمها را افزایش داده اند.

2-با استفاده از پوسته های پرس شده، بهبود کارایی پروسه بسته بندی افزایش یافته است.

3-عمل موازنه با استفاده از المانهای ارتجاعی و انفعالی انجام پذیرفته است.

اگزوز یکی از منابع اصلی صدا در موتورهای احتراق داخلی می باشد. سیستم تنفس کمتر صدا تولید می کند. با دفع تناوبی گازها از طریق منی فولد خروجی صدا تولید می

شود.پایین ترین طیف فکانس صدا ، تعداد پر کردن اگزوز توسط سیلندر در ثانیه، معادل فرکانس احتراق می باشد.

تنها روش عملی کنترل صدای اگزوز سوار کردن یک صدا خفه کن می باشد.معمولا نوع واکنش زا انتخاب می شود که مرکب از عناصر تلف کننده می باشد که باعث ارتعاش محفظه های احتراق می شوند.

یک صدا خفه کن می تواند با دو هدف بکار برود، یکی کاهش فشارهای بالا ودیگری به عنوان یک صافی اصلاح کیفیت بکار می رود. سایز ملاک کیفیت نیست.حجم صدا خفه کن موتور اتومبیل ممکن در رنجهای کمتر از حجم جابجایی موتور برای 5 زمان جابجایی باشد.کیفیت خفه کرن صدا بسیار وابسته به دمای گاز و دور موتور می باشد. طیف وابسته به فرکانس احتراق است که با سرعت تغییر خواهد کرد.

مشکل نصب کردن صدا خفه کن این است که بعد از نصب آن از کیفیت کار موتور کاسته می شود. زمان روشهای طراحی آزمایش و خطا گذشته است حالا با وجود شبیه سازیها و با ظهور وسایل مدرن آنالیز، خاصیتهای آکوستیک عناصر مختلف در سیستم صدا خفه کن شکل(1) را می توان در یک مدل کامپیوتری شبیه سازی کرده و به نتیجه بهتری در طراحی می رسیم.

3- صدای چرخدنده (Gear noise) :

اگر هرجفت چرخدنده کاملا ثابت واز نظر جا معادل ودندانهد ها درست باشند با روغنکاری خوب سرعت زاویه ای ثابت خواهد بود و صدای مینیمم، انحراف از حالت ایده ال باعث ارتعاش وصدا می شود.

فرکانس چرخدنده ساده میله هرزگرد: $f= N_n/ 60 \ (Hz)$

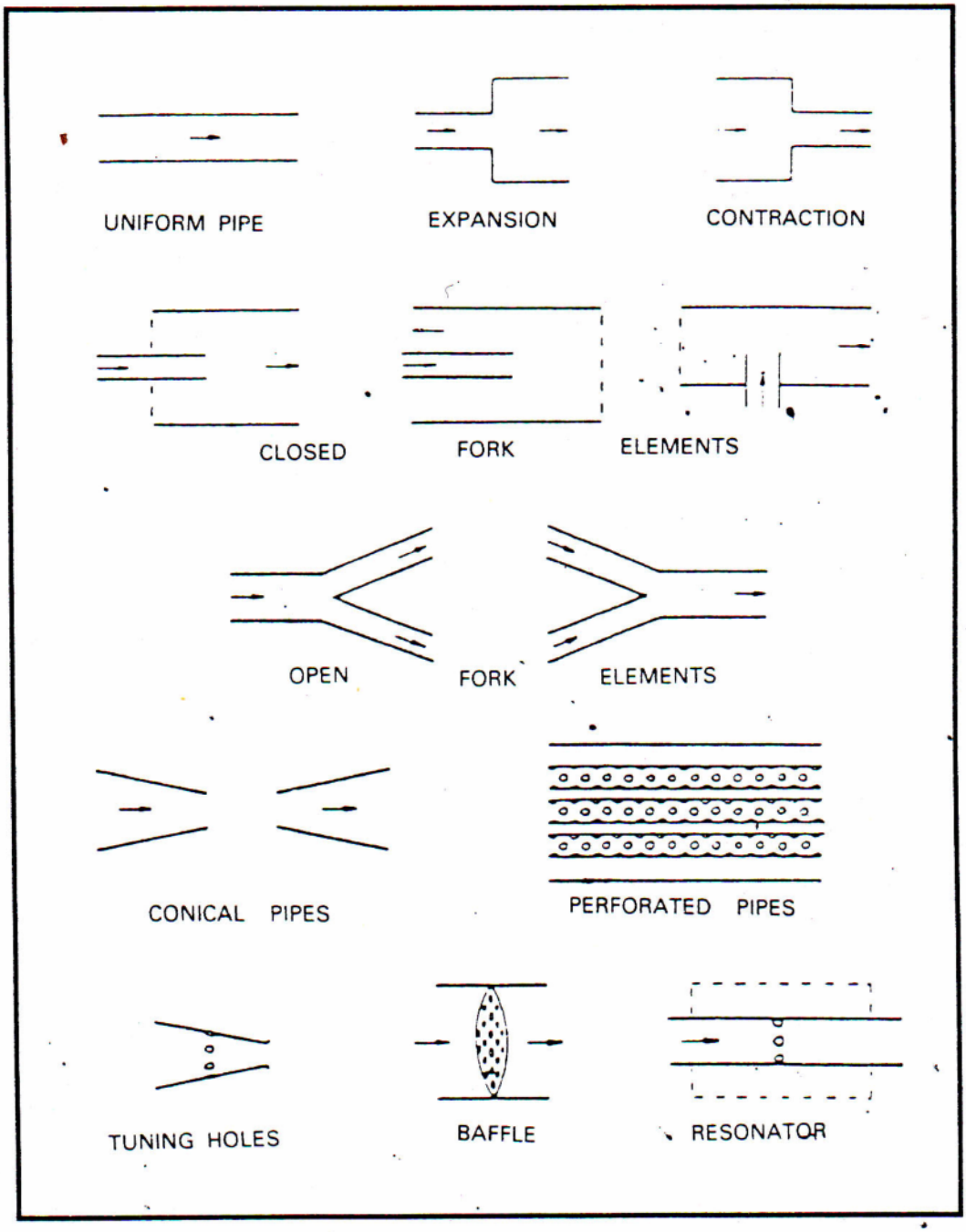
که n سرعت دورانی (دور در دقیقه) و N تعداد دندانه های چرخدنده می باشد.

گیربکس هایی که شامل بیش از یک زوج چرخدنده هستند با فرکانس مساوی برای هر جفت.

فرکانس دنده های سیاره ای: $f= N_n(n_r+n_c) / 60 \ (Hz)$

Nr تعداد دندانه های چرخدنده رینگی، nr سرعت دورانی چرخدنـده هـا و nc سـرعت دورانی قفسه.

شکل (۱). المانهای آکوستیکی در دسترس در برنامهٔ کامپیوتری



جدول 1 لیست تعدادی از منابع ممکن صدا می باشد.در بیشتر مواردصدا به دلیل خطاهای ظاهر شده در جعبه دنده (خطاهای هندسی) در طی فرآیند سـاخت مـی باشـد، خطاهـای

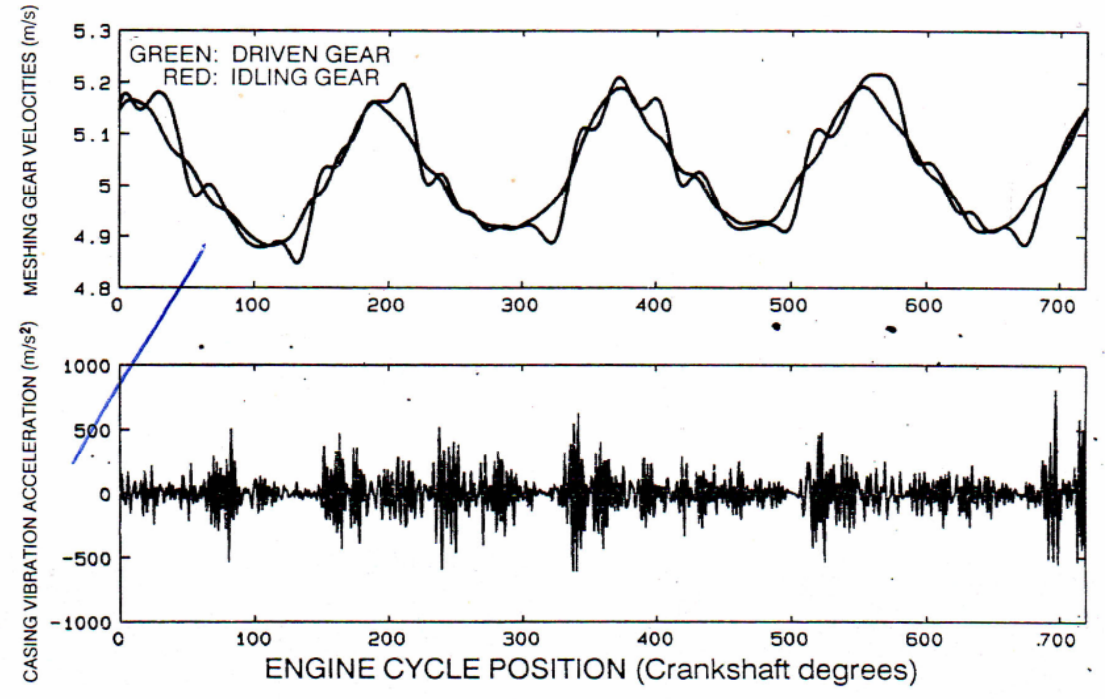
مکرر فنی باعث خطای تناوبی در فضای دندانـه مـی شـود. خطاهـای موجـود در ماشـین چرخدنده تراش که خودش ترکیبی از تعدادی چرخدنده می باشد ممکن است این خطاها در فضای دندانه در طی ساخت چرخدنده منعکس شود. حـذف کامـل خطاهـای سـاخت ممکن نیست.

جیر جیر چرخدنده (Gear Rattle):

زوجهای چرخدنده تحت برخی حالتهای راندن بی بار، بین دندانه ها جیر جیر ایجـاد مـی شود. (شکل 1)

مسئله اخیر در انتقال قدرت خیلی مهم اسـت و در حالـت بـی بـار و سـبک بـار معمـولا افزایشی است. در گذشته با آزمایش و خطا سختی پیچشی کلاج را تنظیم مـی کردنـد کـه وقت گیر بود.مدل شبیه سازی کامپیوتری کل سیـستم انتقـال قـدرت یـک روش مناسـب است.جیر جیر چرخدنده نـشانه ارتعـاش در گیـربکس مـی د کـه ایـن ارتعـاش بـه تمـام چرخدنده های محرک و سپس به بدنه خودرو منتقل می شود.

شکل (۱). برخورد زوج چرخدنده‌ها در حالت جیرجیر



رَوشهای کاهش صـدا در مجموعـه چرخدنـده(Methods of noise reduction in gear trains):

برخی از فاکتورها که بر بزرگی صدای چرخدنـده مـوثر مـی باشـددر جـدول 2 همـرا بـا راهنماییهایی برای بهسازیهای ممکن ارائه شده است.

ارتعاش به علت عیبهای کوچک در فرم دنده می باشد وبا تقویت رزونانس در پوسته صدا تولید می شود. برخی ساختارها مانندیک تقویت کننده خوب صدا عمل می کنند.

در تلاش برای کاهش صدای گیربکس، ارزش نسبی بهبود چرخدنـده هـا یـا پوسـته مهـم است.

برای ماگزیمم ظرفیت بار حمل شده فولاد سخت ماده ترجیحی می باشد.اما ممکـن اسـت بدلایل اقتصادی یا کمک در کاهش ارتعاش از آلیاژهای بدون آهن وآهن ریخته گری شده استفاده کنند، که دارای میرایی بالایی می باشد البته این تاثیر کمی در کاهش صدا دارد.

چرخدنده های غیر فلزی بهتر قادر به بهسازی صدای سیستم انتقال قدرت هستند البته آنها کم دوام تر از چرخدنده های فولادی می باشند و سطح پایداری کمتری دارند. فایده اصلی پایین بودن ضریب کشسانی وبالا بودن میرایی طبیعی می باشد.

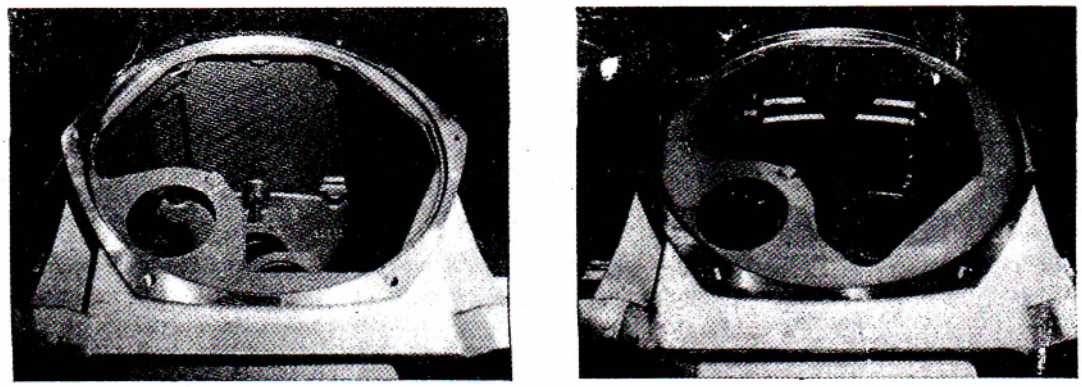
آنها آماده تغییر شکل زیر باروهمچنین کاهش زیاد فشارهای ثابت ، اگر چه فشارهای پایـه غیر قابل تغییر هستند بشرط اینکه چرخدنده هـا بـه انـدازه کـافی در مقابـل بـار خمـشی تحمیلی بوسیله ماکزیمم گشتاور قوی باشند اینها می توانند پیـشنهادی بـرای حـل صـدای سیستم انتقال قدرت باشند.باجایگزینی یک دنده فلزی با یک چرخدنده پلاستیکی با همان ابعاد همچنین اصلاح سیستمهای دینامیکی حداکثر رزونانس به قسمتهای دیگری از طیـف حرکت می کند.زمانی که این چرخدنده ها بکار مـی رود، بایـد برخـی اقـدامات احتیـاطی انجام شود، چون بیشتر مواد پلاستیکی رطوبت را جذب می کنند ودر سایزشان در حـدود 1٪ افزایش ایجاد می شود. پس باید لقی مناسبی وجود داشته باشد و همچنین احتیاط لازم برای انتقال گرما شود.

خلاصه تکنیکهای فرو نشاندن صدا (summary of techniques for noise suppression):

بعد از بررسی صدای دنده های محرک و مسئله سطحهای مهم در جدول 2، برخی راه حل ها برای کاهش صدا بصورت زیر ارائه شده است:

- بهبود پوسته
- تولید بهتر چرخدنده ها
- تغییرات برای طراحی چرخدنده ها
- میرایی
- عایق کردن

اگر صدا از سطح گیربکس تابش شود، بوسیله اندازه گیری شدت صدا یا آنالیز کیفی می توان آنرا تعیین کرد. با اضافه کردن پره های سخت ساختار تغییر می کند.شکل 2 . این طرح که می تواند مانع رسیدن ارتعاش محیط به داخل محفظه آکوستیک صدا شود.



شکل(2): چپ: نمای داخلی پوسته ژنراتور قبل از اصلاح
راست : نمای داخلی پوسته ژنراتور بعد از اصلاح

بهبود ساخت یک راه خوب می باشداما هزینه بالایی دارد.ولی در کل بهتر است زیرا این کار بهسازی صدا در منابع است.اگر صدا با حداکثر تشدید ظاهر شود آن ممکن است فقط با تغییر یک چرخدنده با افزایش یا کاهش وزن آن یا سختی محور اصلی، این راه حل ممکن است گران باشداگر فقط ارتعاش مسئله باشد.

تغییرات نسبتهای برخی زوج ها در حالی که همان نسبت کلی ادامه دارد ممکن است همچنین بر تغییر فرکانس برانگیختگی تاثیر داشته باشد.تغییرات پیشنهادی در مرحله طراحی تجزیه وتحلیل می شود.

میرایی ممکن است در داخل خود دنده ها یا داخل پوسته ظاهر شود. همچنانکه قبلا ذکر شد تغییر مواد دنده می تواند موثر باشد اما فقط با ارائه دنده های غیر فلزی .

بکار بردن مواد میرا کننده بر روی پوسته ممکن است فکری برای حل این مسئله باشد. اما نتایجاز این ایده حمایت نمی کنند. بکار بردن یک لایه مستهلک کننده می تواند موثر باشد. سوار کردن گیربکس بر یک پایهمرتجع موثر می باشد اگر منبع صدا از ساختاری تابش کند که به آن متصل است.

4- تایرها :

صدای ناشی از تایرها رقابت زیادی را در میان سازندگان تایر ایجاد نموده اند. در این میان تولید کنندگان تایر راه حلهایی را در هر چه بی صداتر کردن تایرها بکار برده اند. کاهش های نویز در دنده سوم بطور کلی ممکن است از طریق انتخاب تایرهای کم صداتر از میان تایرهای موجود بدست آید. در آینده با انجام تکنیکهای مختلف در روند لاستیک سازی انتظارآن می رود که کاهشهای بیشتری در رابطه با صدای تایرها بوجود آید.

صدای تایر:

مقدمه ای بر تایرها: امروزه تایرها در دنیای حمل ونقل نقش اساسی و بسیار مهمی را ایفا می نمایندودر واقع تایر تنها محل اتصال خودرو به جاده می باشد که بایستی کلیه شرایط اقلیمی اعم از سرمای زیر صفر تا گرمای محیطی50 درجه را تحمل نموده و در شرایط غلتشی زیاد و اصطکاک سرعتهای بالا و ضربه پذیری قابلیت استواری را تا بیش از 100 درجه سانتی گراد داشته باشد. سطح تماس تایر با زمین فقط به مساحت یک کف دست بود که در شرایط بارانی، یخبندان و همچنین ضربات سنگ و شیشه و غیره دارای انعطاف پذیری بالایی باشد. علاوه بر موارد فوق الذکر چرخها بعنوان یک قسمت از فنر بندی سیستم تعلیق چهار گانه اتومبیل عمل می نمایند و از این رو باید ناهمواریها و برخی از لرزشها و ارتعاشات وارد بر بدنه را در خود جذب نمایند. عامل مهم دیگری که در

مرغوبیت تایر نقش بسیار سازنده ای را داراست صدای ناشی از تماس تایر با سطح زمین است.چنانچه در مباحث قبلی نیز عنوان گردید یکی از منابع مهم ایجاد کننده صدا در خودروهای در حال حرکت صدای ناشی از حرکت تایرها بر روی جاده می باشد.رابطه میان صدای تایر با سرعت حرکت رابطه مستقیم بوده بطوریکه با ازدیاد سرعت خودروصدای تایرها نیز به مراتب افزایش می یابد.

یکی از معیارهای مهم در انتخاب تایر کم صدا بودن آن است که البته باید قیمت گزاف این نوع را نیز باتوجه به هزینه ها در نظر گرفت.

عامل دیگری که در رابطه باصدای تایر مطرح می باشد سطح کیفیت جاده ای است که خودرو بر روی آندر حرکت است. کیفیت سطح جاده ها را می توان به دو دسته تقسیم نمود.دسته اول مربوط به سطوح جاده هایی است که دارای سطح زبر و خشن بوده و در مقابل این نوع دسته دوم مطرح می شود که دارای سطوحی بسیار صاف وهموارند. حرکت وسایل نقلیه بر روی سطوح خشن و ناهموار بر خلاف سطوح صاف تولید صدای تایر بیشتری می کند. در این رابطه استانداردهای معروفی همچون EC,ISO,BC آزمایشاتی را ارائه نموده اند که در ادامه اشاره ای مختصر به آنها خواهد شد.

مسئله دیگری که در رابطه با صدای تایر و کیفیت عملکردشان در اینجا مطرح است شرایط اقلیمی مختلف می باشد. وجود آب در زیر تایرها ناشی از بارندگی می تواند یکی از خطر سازترین عوامل در ایجاد حوادث رانندگی تلقی شود. همچنین وجود رطوبت در زیر سطح تماس تایر باعث ایجاد صدای بیشتر در آنها می گردد. به هر صورت رانندگی در باران یک علم مهم در کارخانجات لاستیک سازی می باشد که آنرا هیدروپلنینگ و یا آلکوا پلنینگ می نامند.

علم بررسی تایر در شرایط بارانی که تمامی کارخانجات مهم لاستیک سازی جهان به آن اهمیت می دهند همواره در صدد تحقیقات و توسعه در طراحی بهتر جهت خارج نمودن هر چه سریعتر آب موجود از سطح تایر در مقطع اتصال به زمین می باشند. در صورتی که تایر ها قادر به پمپاژ آب موجود در سطح جاده از طریق کانالهای مخصوص به اطراف نباشد در سطح تحتانی ، میان تایر و زمین سبب ایجاد لایه ای از آب می شود و آنرا مانند قایق تندرویی که هیچگونه سکان عمودی ندارد شبیه می نماید با همان جهت حرکت

اتومبیل یا شیب جاده انحراف می یابد.ر اینصورت فرمان ویا ترمز اثر مهمی در تغییر برآیند نیروی موجود نخواهند داشت. در صورتیکه اتومبیل با سرعت مناسب در باران رانده شود خطر سر خوردن وجود نخواهد داشت و فقط در شرایطی که سرعت خودرو به حد پمپاژ آب زیرتایر برسد مسئله فوق خودنمایی خواهد نمود. البته لازم به ذکر است که عواملی نظیر وزن اتومبیل و نوع جاده نیز بی تاثیر نمی باشند.

شرایط رانندگی در برف بسیار دشوارتر از رانندگی در حالت بارانی است ولی به هر حال به سختی شرایط جاده یخی نخواهد بود.استفاده از تایرهای با آج درشت ترکه شیارهای آن کم و بیش به از بین بردن نشسته در سطح جاده کمک موثری می نمایند می توانند تا 50 درصد چسبندگی بیشتری به تایرهای اتومبیل بدهندولی همین 50 درصد بیشتر از تایرهای معمولی چسبندگی ارائه نمی دهند.کار در جاده های یخی را باید به تایرهای میخ دار سپردکه قادرند میخهای خود را در یخ فرو کرده و چسبندگی خود را ارائه نمایند.تایرهای میخ دار تا سه برابر بیشتر از تایرهای معمولی ایجاد اصطکاک می نمایند.

حال به شیوه آزمایش در رابطه با خودروی در حین حرکت بر روی سطح جاده که قبلا به آن اشاره شدپرداخته می شود.در این روند آزمایشی با توجه به روش آزمایش خودرو E.C. بر روی سطح ماشین رو و مطابق با سطح B.S594 و سطح دیگری تقریبا مطابق ISO DIS 10844 مقادیری حدودی میان 2 تا 4 دسی بل برای تعداد زیادی از خودروهای سواری و انواع تایر حرکت کننده بر روی نوع خشن تر 4 و5 B.S بدست آمده است.

سطح جاده مورد نیاز برای آزمایش خودرو EC هم اکنون بوسیله استاندارد ISO DIS 10844 که از نوع هموار و صاف به شمار می آید تعریف گردیده است.در رابطه با ایجاد و تشدید صدای تایرها مکانیسمهای زیادی ارائه گردیده است و جاده های صاف و هموار از آن مستثنی نیستند. عامل مشترک در همه مکانیسمهایی که روی سطح صاف و هموار فعال می باشد الگوی سطح تماس تایرهاست که به tyre's tread pattern موسوم است.

تشریح مکانیسمهای صدای تایر و جاده هموار:

اکثر این مکانیسمها در حالتی مشابه به حالت واقعی ودر این خصوص آزمایش با استفاده از یک استوانه غلتان انجام می پذیرد. در این آزمایش استوانه با تایر در تماس بوده و می‌توانند آزادانه بچرخند و با توجه به اطلاعات موجود اندازه گیریهای لازم به عمل آیند. بر اساس این آزمایشات هنگام برخورد هر یک از قطعات آج با سطح تماس نوسانی شبیه به یک نوسان کوتاه از یک درجه آهنگ خالص موسوم به pure tone با طول موجی معادل با طول قطعه آج (بخش کوچکی از هارمونیک سوم) تولید می نماید و به همین ترتیب در دیگر قطعه های آج گذرنده از سطح تماس وقایع مشابهی صورت می پذیرد.

در تایری با الگوی تماس ساده که دارای تعدادی قطعه های آج فاصله دار و یکسان می باشد و بر روی یک سطح صاف می غلتند آهنگ خالصی تحت فرکانس برخورد قطعه های آج تولید می شود.در میان قطعه های آج اکثر تایرهای خودرو وتعدادی از تایرهای کامیون ، فواصل مختلفی جهت بهبود صدای تولیدی تعبیه شده است اما تاثیر آن بر اندازه صدای کلی کم می باشد. بعلاوه فشار قطعه های آج در سطح تماس بر اثرجابجایی هوای محیط اطراف تایر تولید صدا می نماید.

لذا عمل پمپاژ هوا در شرایطی مهمتر است که هوا در میان گلهای تایر جریان یافته و آزاد شدن هوا از حفره ای به حفره دیگر باعث تولید صدای بیشتری می شود.

اگر چنانچه تایر در دور تا دور محیط خود دارای شیارهای مستقیم باشد در اینصورت در هنگام تماس با زمین عملکرد شبیه به عضو لوله ای شکل خواهد داشت که در اصطلاح به آن orgenpipe گفته می شود.

هنگامی که از برخورد قطعه آج با سطح تماس صدا تولید می شود این صدا با فرکانس orgenpipe کوپل می گردد و این پدیده مهم می تواند به شکل گسترده ای اتفاق بیافتد. لازم به ذکر است این فرکانس بوسیله طول قطعه تماس تایر تعریف می گردد.از اثرات دیگری که می توان در مورد مکانیزم صدای تایر به آن اشاره داشت اثراتی هستند که به اثرات بوق یا HORNEFFECTمعروف اند.این اثرات چنانچه در شکل بوضوح دیده می شو ددر حین حرکت تایربین سطح تماس و خمیدگی تایر در

قسمت جلو و پشت ایجاد می شود.در واقع این اثرات رزونانسهایی است که در اثر وجود هوا بین فضای سطح جاده و سطوح خمیده شده در جلو و پشت قطعه آج در حال تماس بوجود می آیند.بطور نمونه در یک تایر خودرو این اثرات بین مقادیر 700 تا 1400 هرتز اتفاق می افتد.

کاهش صدای تایر:

بطوریکه قبلا نیز اشاره شد یکی از عوامل مهم و اساسی در کیفیت تولید صدای تایر بر روی سطوح صاف طرح و الگوی تایر می باشد.متاسفانه انجام تغییراتی در الگوی تایر فقط بر روی صدای تایر تاثیر نمی گذارند بلکه اساسا دیگر پارامترهای اجرایی نظیر تغییر شتاب،نیروی ترمزی،چسبندگی و غیرهرا نیز تحت تاثیر قرار میدهد.قطعه های آج به شکل موثری توسط شیارهای افقی واقع بر الگوی سطح بوجود می آیند.با برداشتن و حذف نمودن این شیارها اثرات برخورد و چسبندگی به مقدار زیادی ازبین میرود.از ایرو تایرهای بدون شیار افقی قابلیت ترمز گیری ضعیفی را در راستای جلو از خود نشان میدهند.علاوه بر آن تاثیرات کم اهمیتی نظیر افزایش صدای داخلی و خارجی بر روی سطوح ناهموار کاهش در راحتی تایر و افزایش در مقامت غلتشی بوجود خواهد آمد.برداشت جزیی شیارهای افقی بصورت کاستن از پهنای شیار و یا کاستن از عمق آن منجر به ایجاد ضایعات کمتر در حالاتی مانند ترمز گیری و شتاب خواهد داشت لیکن در اینصورت اصلاحات کوچکتری نیز در روند سطح صدای خارجی پدید خواهد آمد.یک روش در بکارگیری شیارهای باریک استفاده از تعداد بالای آنهاست.از مزایای این روش می توان به کوچکتر بودن قطعات آج وسختی کمتر آنها اشاره نمود که این قطعات کوچکتر در اثر کاهش شدت برخورد با سطح جاده صدای کمتری را ایجاد می نمایند.بنابراین قطعات آج با سختی کمتر باعث هندلینگ خشک و مسایل فرسایشی می شوند و در نهایت منجر به پارگی کلیه قطعات آج می شود.

بطور کل شاید یکی از جذابترین معانی کاهش صدای تاثیر،استفاده از تایر هدایتی باشد.نمونه های الگوی تماس این تایرها که فرم شیارهای افقی آنها به شکل علامت

پیکان است(شیارها بطور قطری در دور تا دورتایر به سمت مرکز و سپس با زوایای مخالف به سمت لبه تایر کشیده شده اند)بطور اساسی در بهبود رفتار خودروهایی باقدرت شتابگیری و ترمزگیری بالا در Aquaplaning موثر بوده و در این رابطه لازم به ذکر است که همچنان بهبود رفتار صدا نیز کماکان مورد توجه قرار داده شده است.

همچنین اصلاحات بیشتری نیز در این تایرها انجام شده که از جمله می توان به بالانس بودن آنها در رابطه Aquaplaning اشاره نمود.به همین سبب با استفاده از تایر هدایتی بهبودی بیشتری نسبت به یک تایر معمولی در حرکتهای رو به جلو و عقب حاصل می شود.

نکته دیگری که باید در مورد کاهش صدا یادآوری شود ایجاد تغییرات ساختاری در تایرهاست که یکی از عوامل کاهش دهنده صدا بحساب می آید و اینها اساسا بواسطه اصلاحات موجود در توزیع فشار تماس در سرتاسر تایر رخ می دهد.بیشتر این تغییرات تاثیراتی بر هندلینگ خشک بر سطوح صدای داخلی در جاده های ناهموار می گذارد.

تاثیرات عرض تایر:

یکی از روشهای کاستن از برخورد قطعات آج و اثرات قفل شدگی کاستن از عرض سطح تایر است که در شکل (3) این اثرات بوضوح نشان داده شده اند.در شکل نتایج حاصل از اندازه گیری های سرش با با استفاده از محدوده اتومبیلها و انواع تایر به نمایش گذاشته شده اند انواع تایرهای مورد استفاده از تایرهای برفی تا تایرهای ساده در اینجا مورد آزمایش قرار داده شده اند.

مجموعا تایرها از لحاظ شکل ظاهری و ساختاری به سه گونه مختلف تقسیم می شوندکه عبارتند از:

1)بایس ـ پلای: ارزانترین تایر تولید شده است و از معایب آن ،ارزانی مواد به کار رفته می باشد که همیشهصاف بر سطح زمین قرار نمی گیرد و از لحاظ چسبندگی به سطح زمین کمترین امتیاز را به خود اختصاص می دهد.

2)بایس ـ بلتد: این تیپ تایر از نـوع قبلـی گرانتـر بـوده و در بیـشتر کارخانـه هـای اتومبیل سازی بصورت استاندارد عرضه می گردد.ساختمان درونی آنبصورت یک یا دو قطعه کمربندی از جنس Rayon یا ابریشم مصنوعی یا فایبرگلاس تا فلز میـانی تـایر قرار گرفته و در شرایط مختلف بهتر بر زمین قرار می گیـرد ولـی صـدای بیـشتری در مقایسه با مدل قبلی تولید می نماید و از نظر چسبندگی امتیاز بیشتری را دارا می باشد.

3)رادیال: بهترین و مقرون به صرفه ترین تایرها برای اتومبیلهای مـدرن و گرانقیمـت امروزی می باشند.این نوع تایرها مقاومتر و استوارتر از انواع تایرهاسـت و از هـر نظـر چسبندگی چسبندگی بیشتری را ارائه میدهد.این نـوع تـایر بـر روی کلیـه اتومبیلهـای مدرن و معروف به صورت استاندارد می باشـد و اکثـر کارخانجـات لاسـتیک سـازی جهان رقابت سختی برای بهینه سازی این نوع تایر (چهار فصل با ماگزیمم چـسبندگی در هر شرایط) با یکدیگر دارند.

با در نظر گرفتن اقسام مختلف تایر،تایرهای باریکتر دارای قطعه تماس طویلتر بوده که فرصت بیشتری را در اختیار الگوی تمـاس جهـت تمیـز نمـودن آب از زیـر تـایرقرار میدهد.از این پدیده می توان در جهت اصلاحات بیشتر صدا از بوجود آوردن تغییـزات در الگوی طراحی استفاده نمود.بزرگترین مانع در کوچک کردن تایرهـا از دسـت دادن هندلینگ خشک است که در جای خود حایز اهمیت است.باریک سازی سـطح تمـاس برای یک سایز تایر خاص در حدود توصیه شده توسط سازمان تـایر اروپـا و سـازمان تکنیکی Rim (E.T.R.T.O) می تواند فوایدی جانبی در اجرای نویز را بـه همـراه داشته باشد.تایرهای با پهنای بیشتر از حد تعیین شده می تواننـد چـسبندگی و واکـنش بهتری را هنگام ترمز کردن در زمین خشک داشته باشند ولی چنـین تایرهـایی موجـب سنگین تر شدن فرمان شده و از همه مهمتر اینکه در شرایط بـاران و بـرف سـریعتر از تایر استاندارد دچار لغزش می شوند.

استفاده از تئوری آکوستیک ساختاری بعنوان اساس فرایند طراحی:

صدای داخلی خودرو به دو منبع انتقال از طریق هوا و انتقال از طریق سـاختار نـسبت داده می شود.در خودروهای مدرنتر صدای انتقـال یافتـه از طریـق هـوا بـا اسـتفاده از

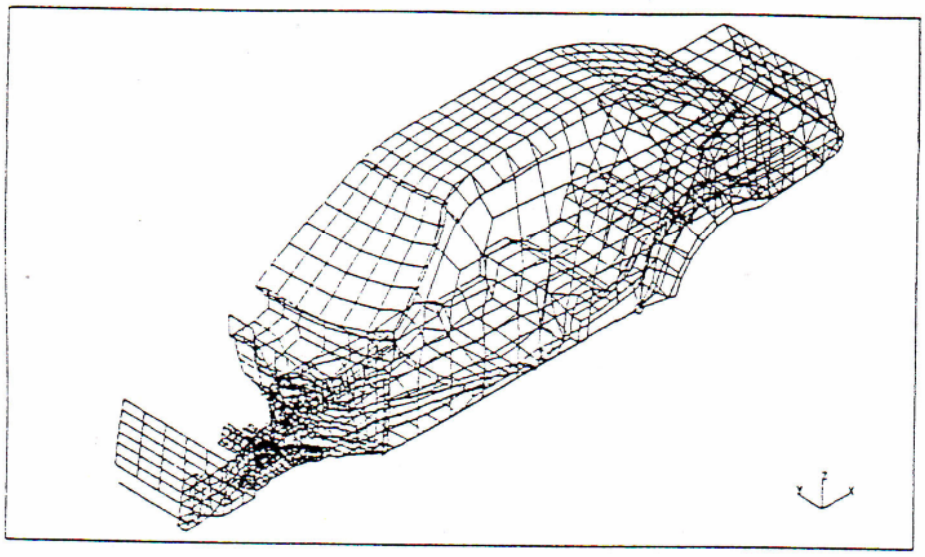
روشهای آب بندی منافذ یا sealing و انجام تزئینات آکوستیک، به حد چشمگیری تقلیل یافته است. لذا تنها عاملی که اینک می تواند تا حدودی بر ایجاد صدای داخل خودرو دخالت داشته باشد، عامل انتقال صدا از طزیق ساختار است. در فرکانسهای پایین اگر روش بکارگیری حداکثر مواد جاذب جهت میرا نمودن صدا غیر موثر واقع گردید، باید جهت کنترل صدای فرکانس پایین ، یک درجه سختی اضافی در نظر گرفته شود. بنابراین کنترل صدای ساختار با فرکانس پایین (مانند غرش) توسط حساسیت صدای بدنه (بعنوان فشار صدای داخلی ناشی از واحد نیروی بکار رفته در بدنه تعریف می شود) و همچنین با تقلیل نیروهای اعمال شده توسط سیستم انتقال قدرت و تعلیق انجام می پذیرد.پس بطور کلی برای کاهش ارتعاشات و صدا که معمولا از حرکت سیستمهای مکانیکی و یا از برخورد یک سیال با موانع مکانیکی پدید می آید و بصورت امواج در محیط منتشر می شود ابتدا لازم است که مهندس طراح از نحوه بوجود آمدن این پدیده کاملا آگاه وسپس در طول مسیر طراحی با عملیات فرایند طراحی بدنه یک خودرو جدید از مراحل گوناگونی تشکیل یافته است. در عمل هر یک از این مراحل با خودروهای نمونه ای که در طی مرحله ساخته و آزمایش می شوند، شناخته می شوند. به کمک همین نمونه هاست که عملکرد خودروی جدید و سیستمهای اصلی و فرعی آن مورد بررسی قرار گرفته و بهینه می شوند و استفاده از شبیه سازیهای تحلیلی روشی است که در نهایت می توان به وجود مسائل بالفعل طراحی پی برد و تغییرات طراحی را با تعمیق بیشتری نگریست. در اینجا این مراحل به اختصار توضیح داده می شود.

1-مرحله طراحی اولیه :

هدف اصلی در این مرحله از طراحی انتخاب ترکیبات طراحی مقتضی است که عبارتند از: تعداد قسمتهای تشکیل دهنده بدنه، اندازه ستونها و غیره که باعث ایجاد شکل ظاهری بدنه می شود. در این مرحله اطلاعات و داده های طراحی اندک بوده و شاید تنها بتوان به خطوط بدنه ، مقاطع و اتصالات بزرگ اکتفا کرد.بنابراین مدل به دست آمده ممکن است در این مرحله کمی اغراق آمیز و بزرگتر از حد مورد نظر

بدست آید. در این مرحله با در نظر گرفتن برخی از ترکیبات طراحی مورد نیاز و داشتن یک طرح کلی از بدنه در کوتاهترین زمان ممکن در حالت ایده ال در حدود 1000 تا 2000 المان مورد نیاز است. در اینجا می توان از روش شبیه سازی بدنه و تحلیل مدل ارتعاش آن که به تحلیل مودال موسوم است کمک گرفت.شکل (1) مدل کلی یک خودرو را در مرحله اولیه که در آن تیرها و پوسته ها وفنرها به شکلی مفید طراحی شده اند نشان می دهد که تیرها نمایانگرساختار اصلی بوده و پوسته ها نمایانگر صفحات برشی می باشند.

شکل (۱). نمونه‌ای از مدل طراحی اولیه



جدول (۱). مقایسهٔ مودهای آنالیزی و مودهای حاصل از آزمایش

فرکانس آنالیز Hz	فرکانس آزمایش Hz	توضیحات
۲۰/۵	۲۲/۸	اولین پیچش
۲۹/۷	۲۵/۲	پیچش انتهای عقب
۴۴	۳۹/۱	اولین خمش عمودی
۴۷/۵	۴۳/۷	دومین پیچش مربوط به کنارهٔ انتهای جلو
۴۴/۵	۴۴/۸	آخرین پیچش عمودی مربوط به انتهای جلو

از سایر توضیحات مدل می توان به اثر استحکام خمشی و پیچشی اعضای تیر ناشی از تاثیر نقاط جوش و گام آنها اشاره نمود. بطور کلی این مدلها جهت طرح مسائلی همچون پیچش استاتیکی و استحکام خمشی و احتمالا توضیحاتی پیرامون مودهای اساسی ارتعاش بکار گرفته می شوند. بکمک تحلیل مودال می توان فرکانسهای طبیعی اولیه بدنه را تعیین و مقدار میرایی را برای هرفرکانس بدست آورد.این مقادیر در مراحل بعدی با نتایج حاصل از اندازه گیریهای آزمایشگاهی مقایسه در صورت مغایرت نسبت به اصطلاح و بهینه سازی آنها اقدام می شود. شکل (2) مقایسه میان نتایج آزمایشات روشهای تعیین سختی پیچشی توسط المانهای محدود را نشان می دهد. همچنین در جدول (1) مقایسه مودهای ارتعاشی با فرکانس بالاتر نشان داده است. بر حسب انتظار و بنابر ماهیت مدل تغییر فرکانس در مودهای ارتعاش بوضوح مشهود می باشد. هر به میزان پیچیدگی های تعیین صدای داخلی اضافه شود نه تنها فقط مستلزم ارائه بدنه با جزئیات بیشتر است بلکه با سوالاتی پیرامون دقت چنین مدلهایی در فرکانسهای بالاتر را نیز مطرح می سازد. جهت محاسبه حساسیت صدای بدنه بادقت بیشتر نیاز به نمایش مشخصات ارتعاشی بدنه با تزئینات بیشتر است. بنابراین مدل مورد نیاز بایستی شامل اثرات جرم ، استحکام مربوط به نقاط قابی شکل (چهار چوب دربها و شیشه ها) محفظه ها و تزئینات باشد.همچنین باید توجه داشت که در این مرحله ، تشریح کلیه موارد مربوط به تزئینات وسخت افزار غیر ممکن است و این بدین علت است که تغییرپذیری در تعریف هندسی تزئینات داخلی در این مرحله، کاری بس مشکلتر از تعیین ساختار بدنه می باشد و فقط در این مرحله باید به مواردی همچون در نظرگیری اجرام باتری، صندلی ها، سپرها و محفظه ها و غیره اکتفا نمود.نمایش دربها بطور کل فقط بعنوان جرم اضافی توصیف شده و ممکن است در برخی امور نیاز به نمایش جرم و اثر استحکام مربوط به درب عقب (در خودروهای هاج بک) یا درب صندوق عقب خودرو به شکل اجرای المان محدود باشد.به جهت دسترسی به وزن کلی خودرو به همراه تزیینات ،باقیمانده اجرام می توانند به شکل

جرم توزیع شده در کل مساحت مقتضی مدل در نظر گرفتـه شـوند.شـکل (3) مقـدار جابجایی مربوط بـه نقطـه ای از سیـستم تعلیـق در دو حالـت آزمایـشی و تحلیلـی را نمایش می دهد.

2)مرحله طراحی تفضیلی:

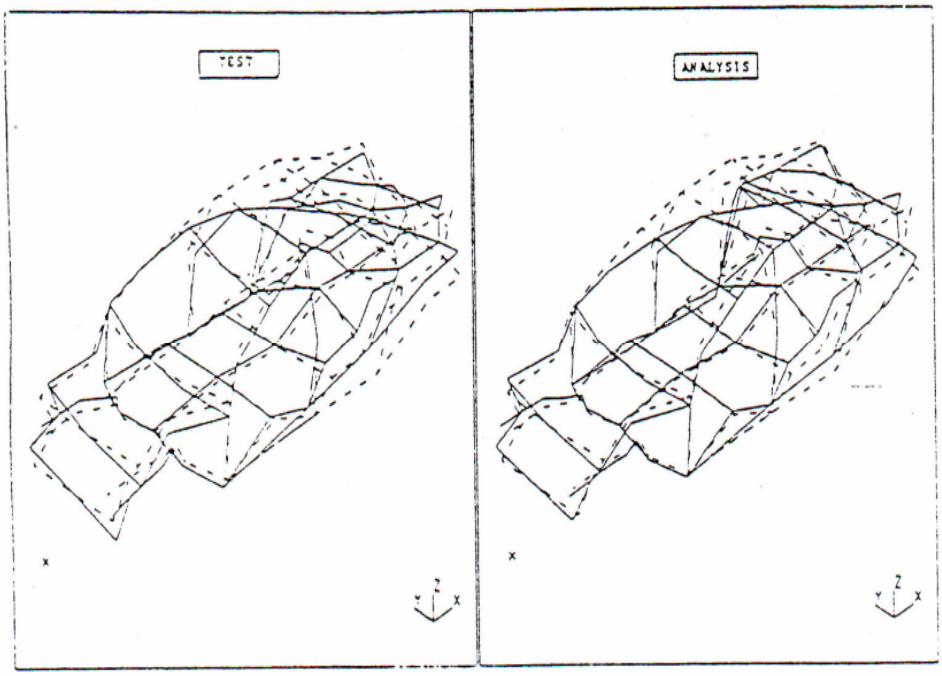
ابتدا یی ترین هدف در انجام این مرحله از طراحـی، تثبیـت دقیـق انتخابهـای طراحـی شناسایی شده در مرحله طراحی اولیه است کـه طـی آن نمونـه هـای تائیـدی سـاخته وآزمایش می شوند. به لحاظ گسترش طراحی بدنه ، مدل طراحی اولیه به مـدل المـان محدود با بیشترین جزئیات تبدیل یافته و در آن به مراتب از 12000 تا 2000 المان استفاده می شود و به انضمام آن نمایش بسیار دقیقـی از قابهـا، پنجـره هـا، تزئینـات و سخت افزار به شکل مدل نیمه ارائه می گردد. در این مورد در شـکل (4) ایـن مـسائل رعایت گردیده است. این مدل قادر به نمایش مودهای کروی ارتعاش در محدوده 0 تا 250 هرتز بوده و ماهیت اصلی این مدل تحت تاثیر این محدوده فرکانس خواهد بود. مدلسازی محفظه آکوستیک این امکان راایجاد می نماید، تا تـاثیرات حاصـل از برخـی قسمتهای تزئینی نظیر صندلیها، داشبورد و موکت و سایر مـوارد ، مـورد بررسـی قـرار گیند. با انجام آزمایش میرایی مودال آکوستیک خودرو که در مرحله اولیه طراحی شـده ، می توان به اهمیت تاثیر این عوامل در این مرحله به شیوه کاربردی پـی بـرد. ایـن بـا استفاده از المانهای جامد ساختاری استاندارد وبا توجه بـه خـواص مـواد مـورد تائیـد مطابق با آنالیز آکوستیک – ساختار ایجاد می گردد. از مش داخلی مدل بدنـه در زمینـه سطح هندسی خارجی محفظه استفاده می گردد.

ارزیابی ذهنی نویز داخل خودروها :

انتخاب پارامترهای اندازه گیری کافی و همچنین ایجاد هدف در رابطه با صدای داخل خودروها ، کاری بس مشکل و پیچیده ای است. تحقیقات در رابطه با کیفیت صدای داخلی وسیله نقلیه در دهه گذشته بصورت مبهم بوده است. در همین اثنا پیش قدمان مسائل صدا، در سال 1974 فعالیت خود را آغاز و دو محقق بنامهای کالو(Callow) و هدگس(Hedges) با هدف بهبود سطح کیفیت صدا از طریق بررسی صدای غرش و فرکانس بالا تلاشهای خود را آغاز نمودند. در این باره (درجه بندی مرکب بهینه) یا CRP که مخفف عبارت (Composite Rating Of Preference) جهت در نظر گرفتن صدای فرکانس پایین و توازن طیفی بکار می رود، گسترش داده شده در سالهای اخیر استفاده از CRP در حودروهای سواری برتری محسوسی را نسبت به dB(A) نشان داده شده است.

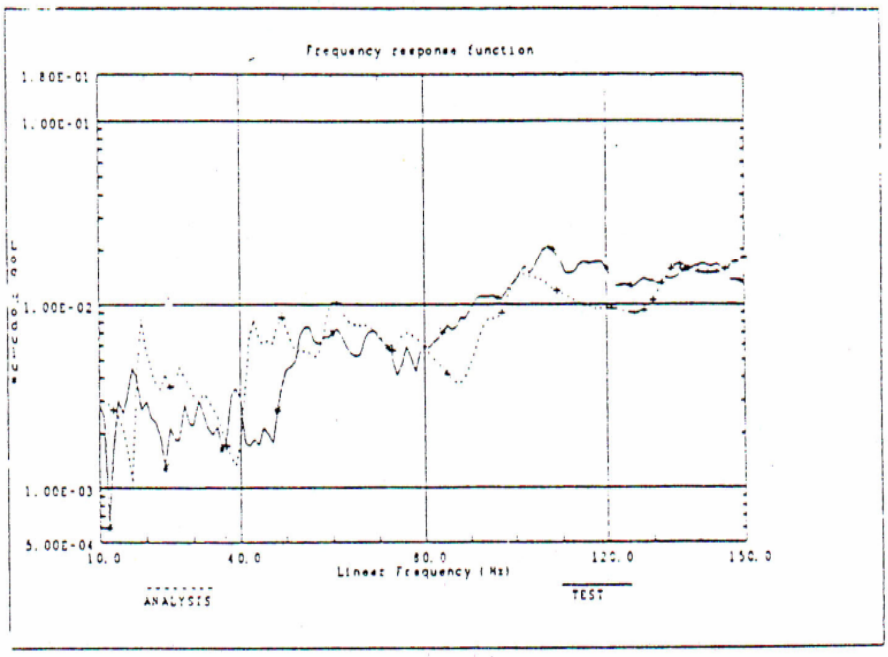
شکل بالا مربوط به شکل 2 می باشد که بررسی آنالیز مودال بدنه یک سواری و مقدار سختی پیچشی توسط روش عددی المانها را نشان می دهد.

محدود (سمت راست) با نتایج آزمایش (سمت چپ) مقایسه می‌شود.



شکل (۳). بررسی و تعیین مقدار جابجایی نقاط مختلف بدنه در مقابل نیروهای وارده به صورت مقایسه

میان داده‌های آزمایش و آنالیز.



فصل دوم

بررسی فرکانس های طبیعی بدنه خودرو و فرکانس های مربوطه به عوامل عدم آسایش و راحتی در خودرو و بررسی پدیده رزنانس و یا تشدید ارتعاشی

بررسی صدای عبوری (خارجی) خودروهای جاده ای:

افزایش ترافیک و یا عدم تمایل برای قانون گذاری بیشتر در حفظ محیط زیست در اروپا، منجر به تنزیل سطح پذیرش Iso362 در رابطه با اصلاح صدای عبوری خودروها در سالهای اخیر شده است. این امر به نوعی، یک مبارزه جویی برای تولید کنندگان اتومبیل ، کامیون و اتوبوس قلمداد می شود. صنایع خودروسازی در جهت اصلاح صدا ی خارجی خودروها در سالهای آتی، تلاشهای گسترده ای را بکار بسته اند. لیکن متأسفانه این تلاشها منجر به افزایش هزینه ها، تا حدودی افت کارآیی و بلاخره از دست دادن قابلیت نگهداری وسایل نقلیه خواهد شد. یک مصالحه بهینه میان کلیه ی تقاضاها، یک اصل رقابتی بسیار مهم بویژه در رابطه با صنایع تولیدی وسایل نقلیه سنگین ایجاد می نماید.

با این هدف، فعالیت های مربوطه به گسترش تکنیکی وسایل نقلیه، در حال شکل گیری می باشد و با استفاده از قطات بیشتر، روشها مفیدتر و تجهیزات اندازه گیری جهت آنالیز سیگنالها، برای بهبود صدای خودروها را طلب می نماید.

در حال حاضر یک پروژه ی همکاری در اروپا تحت برنامه BRITE / EURAM جهت پاسخگویی به مسائل صنایع کامیون سازی، آغاز شده است. این پروژه که به «روشهای جدید بهینه سازی صدای خارجی جهت وسایل نقلیه سنگین جاده ای با هدف بی صدا سازی و صرفه اقتصادی» و یا منحصرا " PIANO " نام گذاری گردیده است، توسط یک کنسرسیوم سازندگان کامیون، شرکتهای تخصصی نظیر فیات، داف، رنو،ساب اسکانیا،TNO-TPB

LMSinternational & kjaeruel و همچنین دانشگاه Leuve فعالیتهای خود را آغاز نموده اند.

اهداف این پروژه عبارتست از:

1) تشخیص منابع صدا.

2) تکمیل و توسعه اجزاء.

3) طراحی پوشش یا محافظ جهت تقلیل میزان سطح صدا.

در این مبحث جنبه ی تشخیص پروژه در ارتباط با روشهای اندازه گیری صحیص روشن خواهد شد. این تشخیص شامل بررسی مشارکت منابع در ایجاد صدای خارجی توسط وسایل نقلیه می باشد.

روند توصیف ISO 362 :

عبور یک وسیله ی نقلیه تحت بررسی در شرایط شهری، تا حدودی از طریق روند توصیف رایج شبیه سازی می گردد.

شکل (1) نمونه ای از انجام این پروژه را در مکان اندازه گیری نشان می دهد. مقدار حداکثر صدا بر حسب واحد dB(A) در هر سمت از وسیله نقلیه در مدت زمان عبور شتابدار آن تعیین می گردد. تا سالهای 1995و1996، سطوح صدای پذیرفته شده برای کامیونها برابر با 84 dB(A) و برای اتومبیل ها 77 dB(A) بوده است و بعد از آن. این مقادیر به ترتیب

80 dB(A) و 74 dB(A) کاهش یافته اند. همچنین این اندازه گیری ها با توجه به تغییرات انجام شده در رابطه با استاندارد نمودن سطح جاده و تأئید محصول صورت پذیرفته است. در شکل نتیجه اندازه گیری شده و یک کامیون در حال حرکت با دنده سنگین نشان داده شده است.

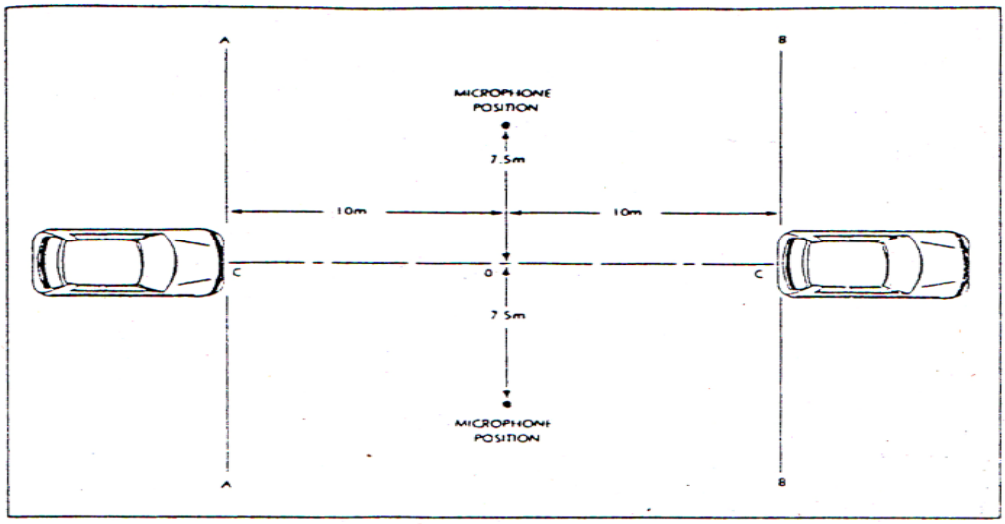
به واسطه نیاز به حداقل زیر ساختار و تجهیزات و نیز کاربردی تر بودن ISO 362 ، این رسماً مورد استقبال و مورد قبول واقع گردیده است. متأسفانه صدای پخش شده به محیط پیرامون و اصلاح ممکنه خودروها، به وسیله ی شماری از عوامل قید شده در زیر محدود شده اند که عبارتند از:

ماهیت بی نهایت زودگذر سیگنالهای فرآیند و اندازه گیری شده.

قابلیت تکرار ضعیف، ناشی از کنترل دشوار فرآیند و تأثیرات محیط

دسترسی دشوار خودرودر طول مدت آزمایش .

شکل (۱) محل اندازه‌گیری ISO ۳۶۲



شکل (2) سطح کلی dB(A) و دور موتور rpm به عنوان تابعی از وضعیت (آزمایش عبور کامیون طبق ISO 362) خطوط پرتو نشان دهنده ی دور موتور rpm ، خطوط خط چین سطح صدا در سمت راست و خطوط نقطه خط مربوط به سطح صدا در سمت چپ می باشد.

مقاصد مختلفی جهت اجرای اندازه گیریISO 362وجود دارد که عبارتند از : تعیین کیفیت، ارزیابی اصلاحی، ارزیابی تشخیص و تعیین کیفیت، کمترین تأثیرگذاری در مشکلات توصیه شده را دارا می باشد.

کنترل شرایط:

قابلیت تکرار سیگنالهای اندازه گیری شده میکروفون مانعی عمده بر کار توسعهٔ آسیب رسانی به کلیه ی مقایسه ها و تصدیق اندازه گیری ایجاد می نماید. شکل(3)

برخی از تأثیرات عبارتند از:

الف) شرایط اب و هوایی

ب) دمای اجزاء وسیله نقلیه

ج) دما و کیفیت سوخت

د) سطح جامعه

و) زمانبندی بار کامل

ز) سیر تکامل دور موتور rpm

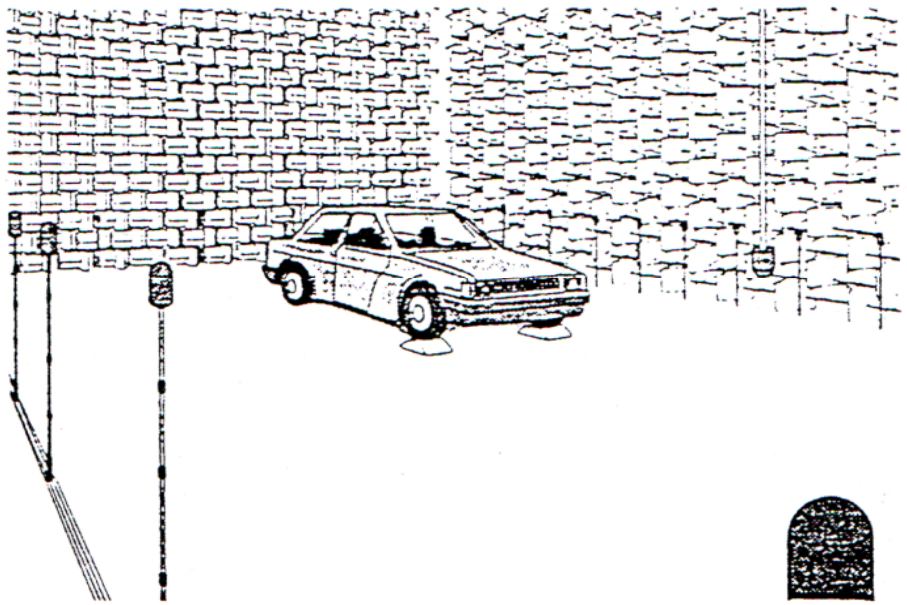
شکل (3) سه اندازه گیری صدای عبوری بدون کنترل اتوماتیک خودرو. خط پرتو نشان دهنده ی اندازه گیری اول در سمت راست، خط چین نشان دهنده ی اندازه گیری دوم در سمت راست و نقطه ی نقطه نقطه خط مربوط به اندازه گیری در سمت راست می باشند.

دو روش به صورت ترکیبی برای به حداقل رسانیدن نویز ناشی از تغییر حالت خودرو، مورد استفاده قرار می گیرند. اولاً شرایط خودرو در طول مدت اندازه گیری نشان داده می شود که این شرایط مربوط به عواملی نظیر موارد زیر می باشند:

اندازه گیری دور موتور (rpm) از طریق فلایویل، کشش چرخها بر حسب (rpm)، موقعیت وسیله ی نقلیه از طریق حساسیت سنج نوری، دمای مایع خنک کننده و سوخت دریچه میزان سوخت/ کنترل مدیریت.ثانیاً کنترل خودرو در جهت بهبود زمانبندی (تنظیم زمانی Timing) تحت بار کامل با توجه به موقعیت نسبی خودرو میکروفون بایستی کاملاً اتوماتیک عمل نماید.

را حل مؤثر دیگری نیز که در آزمایشگیریISO 362 مطرح است، شبیه سازی خودرو در داخل فضای بسته می باشد. در این روش وسیله ی نقلیه در یک سالن بزرگ اندازه گیری و تقریباً صداگیری شئه، قرار داده می شود و سپس بار موتور توسط یک دینامومتر مستقیماً از طریق میل ملنگ، اندازه گیری می گردد.

شکل (۴) وضعیت اندازه‌گیری با این روش به وضوح نشان داده شده است.



شکل (۴) محل اندازه‌گیری صدای عبوری خودرو در فضای بسته.

با ترکیب سیگنالهای مختلف میکروفون، می توان برآورد خوبی از سیگنالهای خارج از خودرو بدست آورد، مشروط به اینکه صداهای حاصل از اگزوز و خط سیر، غالب باشند. این شرایط اغلب برقرار می باشدو مزیت های مربوط به شرایط وسیله و هم کنترل محیط بدیهی است.

از بررسی های به عمل آمده و نتایج حاصله چنین برآمده که اعتبار روش شبیه سازی فضای بسته، در جهت گسترش فعالیتها، بیشتر از روش کنترل شرایط بوده که از آن جمله می توان به مزیت هایی نظیر اندازه گیری نزدیک به محدوده و اندازه گیری منافذ و روزنه ها به شکلی عملی تر، اشاره کرد.

آنالیز سیگنال:

به طور کلی یک سیگنال زمانی کار آمد و مفید خواهد بود که بتواند صداهای حاصل از پدیده عبور خودرو ها را کامل پردازش نموده و در این روند سیگنالهای بوجود آمده را در چندین کانال مختلف مورد بررسی قرار دهد. جدای از سیگنالهای دریافت شده توسط میکروفون ایزو، سیگنالهای ناشی از عبور وسایل نقلیه مبین پدیده ارتعاشات آکوستیکی متنوع که به عنوان مثال می تواند سیگنالهای ناشی از عبور وسایط نقلیه در اثر صدای تایر ها، موتور و اگزوز و علاوه بر آن بر سیگنال های حالات مختلف خودرو نظیر دور موتور و سرعت اشاره داشت، بایستی تحت بررسی و نمونه برداری قرار گیرد . این روند پردازش در انتها بر ارزیابی مهم اثرات متشکل از صدا بر سیگنال میکروفون ایزو ، تأکید خواهد داشت.

در این باره ، دو نمونه از روش های آنالیز سیگنال و یا به عبارتی دو طبقه بندی در روش پردازش سیگنال ها معرفی می گردند که عبارتند از :

الف) آنالیز ردیاب

ب) آنالیز ارتباط

در روش اول ، مشارکت منابع اصلی از طریق آنالیز سیگنال های میکروفون ایزو در مواردی همچون دور موتور و دور چرخ مورد بررسی قرار داده می شوند . این موضوع در شکل (5) به صورت نمودار نشان داده شده است . این آنالیز قادر است به شکل بالفعلی ، اجزای عمده ی

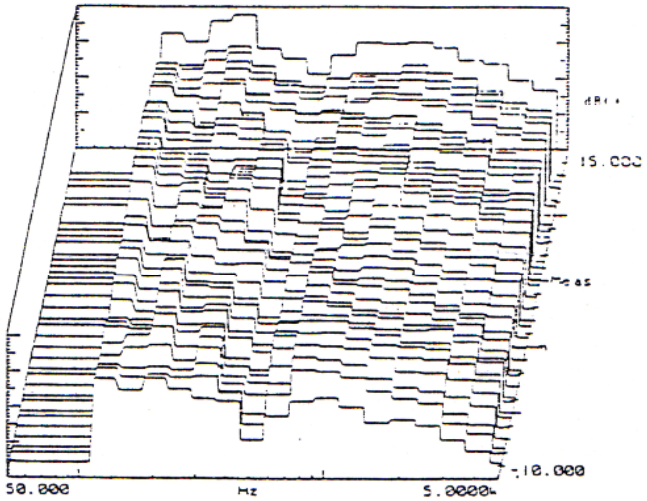
موتور شامل ورودی گاز یا Intake و خروجی را از صداهای انتقال و صدای ناشی از لهیدگی الگوی تایرها در اثر کشش، تجربه نماید .

در روش دوم که بر اساس اصل پردازش سیگنال استوار می با شد ، قادر به اراده ی منبع صدا باند نا منظم و پهن بوده که از آن جمله می توان به صدای تایر اشاره نمود البته لازم به ذکر است که این موضوع در مباحث بعدی نیز مورد بررسی قرارداده می شود لذا جهت روشن شدن مطلب ، شکل (6) می تواند در این باره مفید واقع گردد . این بدان معنی است که جریان منبع به خط مسیر وابسته نیست و چون اصول اساسی آنالیز ردیاب، مربوط به خط سیر هر یک از صداها یا تفکیک سیگنال های منبع از یکدیگر براساس مسیر یابی و تشخیص سیکنال ها استوار است، لذا در اینجا جریان منبع، فقط از طریق آنالیزهای ارتباط قابل تشخیص خواهد بود.

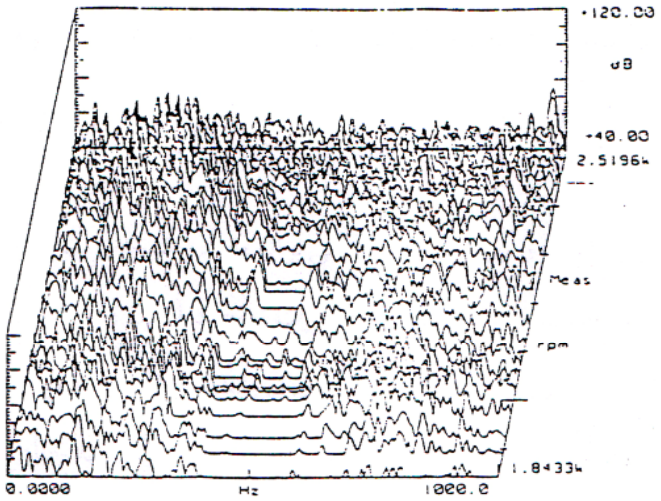
در شکل (7) مجموعه ای از اسباب اندازه گیری نشان داده شده اند و سیگنالهای خودرو به صورت سیگنالهای مبنا استفاده و بر اساس اصل آنالیز ارتباط ترقی داده شده، مورد شناسایی قرار داده شده اند.

با استفاده از آنالیز ارتباطی جزئی، سیگنالهای متعلق به موتور را می توان از سیگنالهای نمایانگر نویز تایر مشخص ساخت اهداف آنالیز اجزا، در یافتن مجموعه جدیدی از طیف سیگنال غیر مرتبط { بوده که مرتبط با طیف مشاهده گردیده توسط مجموعه ای از ترکیبات خطی واحد x است که در این تساوی(u(f)) ماتریس تغییر شکل واحد نام دارد.

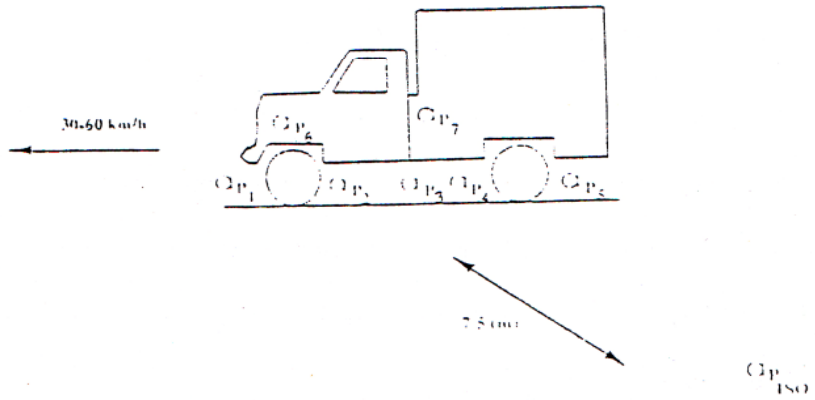
شکل (۵) نمودار آبشاری طیف با باند باریک (ISO ۳۶۲ – آزمون عبوری کامیون در سمت چپ)



شکل (۶) ارتباط باند اکتاور سوم به موقعیت خودرو (آزمایش کامیون طبق ISO ۳۶۲ در سمت چپ)



شکل (۷) تجهیزات نشاندهنده جهت اندازه‌گیریهای ارتباط



روش های فوق الذکر در مواردی نیز ایجاد اشکال می نمایند و به عبارتی در موارد همچون زیر صحیح عمل نمی نمایند. این موارد عبارتند:

الف)ماهیت غیر ساکن و زودگذر پدیده ی عبور وسایل نقلیه مانع از اندازه گیری های بسیار دقیق می گردد. عبور کامل در حدود 2 ثانیه به طول می انجامد.

ب) تغییر ناگهانی بارگذاری در ابتدای پدیده ی عبور، منجر به یک نوسان در خط سیر می گردد. افزایش دور موتور (rpm) دائمی نمی باشد.

ج) اثر سرعت نسبی در پدیده ی داپلر(Doppler) انتقال های فرکانس مثبت(نزدیک) و یا منفی (دور) می گردد، به طور نمونه در حدود 20 تا 30 میلی ثانیه).

د) فاصله میان وسیله ی نقلیه و میکروفون ایزو به علت وجود سرعت صوت، ایجاد تأخیر زمانی قابل ملاحظه ای می نماید(به طور نمونه تأخیری در حدود 20 تا 30 میلی ثانیه).

با توجه به ماهیت سریع پدیده مشاهده شده، انتظار آن می رود که برای تکنیک های هم ردیف موجود، ایجاد نوعی رقابت یشود و در این باره، استفاده از فیلترهای کالمن شاید بتواند راه حلی را ارائه نماید.

از آنچه که تاکنون در مورد این دو روش گفته شد می توان به این نتیجه رسید که این دو نوع آنالیز، به شدت به اصول پایداری سیگنالها وابسته اند و در صورت بوجود آمدن کوچکترین خللی در پدیده ی نشر سیگنال که موارد بالا نیز به نوعی باعث تغییر سیگنال می شد، از اعتبار

ضعیف تری در حصول نتایج برخوردار خواهیم بود. لذا بایستی در جهت رفع عیوب و تبدیل این روش ها به حالتی فراگیر همچون آنالیز سیگنالهای زودگذر، به تعمیم و گسترش آنها پرداخت. اساساً این مفهوم ارتباط درونی سیگنال، هم در بعد دامنه و هم در بعد فرکانس نیاز به ارزیابی دارد. اخیراً مطلوبیت روش های برآورد و ارزیابی توزیع فرکانس تغییر دهنده ی زمان نظیWigner-Ville, wavelet و هم چنین تکنیک های مدل سازی سیگنال برگشت پذیر خودکار مورد بررسی قرار گرفته اند.

اصولاً استفاده از بنیان های زمانی یکسان در رابطه با بررسی سیگنالهای خودرو میکروفون ایزو، بسیار مورد تأکید قرار داده شده است. در این باره پئیئه ی ئاپلر موجب بوجود آمدن اشتباهات قابل ملاحظه ای در آنالیز ردیاب و انالیز ارتباط می شود. آنالیز ارتباط تحت تأثیر تأخیرهای زمانی قرار می گیرد و به طول محدوده ی زمانی مورد استفاده بستگی پیدا می کند.

آنالیز المان محدود آکوستیک کابین سرنشین اتومبیل:

صدای داخلی در یک خودرو معروف تأثیر مهمی بر محصول قابل قبول دارد. برای اتومبیل مسافربری با کیفیت سئاری رضایت بخش، صدای صدای داخلی تحمیلی شده در طول سفر بر یک جاده ی صاف ممکن است احساس ناراحتی بوجود آید حتی اگر مقدار صدای اتومبیل قابل توجه است.

پس طراحی بدنه ی یکپارچه ی سبک وزن دلیلی برای آهسته ی فرکانس صدای داخلی است. صدای ایجاد شده در رنج وسیعی از سرعت خودرو است.

اندازه گیری صدای داخلی نشان می دهد که صدا در فرکانسهای در فاصله 50-20 هرتز مسلط است. با رزونانس (تشدید) محفظه کابین سرنشین صدا تقویت می شود. به هر حال مقداری ماده ی جاذب لازم است، برای کنترل فرکانس کم محفظه ی زروناس که ممکن است مانع بزرگی باشد.

راه حل عملی و سودمندی که برای کم کردن صدای خودرو به نظر می رسد، اصلاح یا تغییر ساختار خودرو است. اصلاح صحیح به روش تجربه ای به آسانی ایجاد نمی شود. این نشان می دهد که بهترین راه حل مسئله صدا روش ترکیبی آنالیزی- تجربه ای در کل سیستم (شامل تعلیق و خصوصیات تایر) رسم در یک شبیه سازی کامپیوتری است.

در مقاله ی ارائه شده تمرکز بر یک جنبه از این سیستم مورد توجه قرار گرفته است که ترکیب آنالیز المان محدود ساختار_ آکوستیک کابین سرنشین می باشد.

توسعه ی ابزارهای آنالیز ساختار- آکوستیک، ارتباط دقیقی با توسعه ی کامپیوتر های ندرن دارد.

قبل از سال 1960، دانش در دسترس داتاً همه تجربه ای بوده است، در سال 1961 میکامارا و وارکریزر آنالیز یک لوله ی آکوستیک یک بعدی را برای توضیح چند جنبه از نتیجه ی تجربه شان به کار بردند. روش های آنالیز کابین مسافر، بیشتر جزئیات کار، شامل اثر مقدار حد و سفتی انتشار دادن بیان کرد. سرانجام، اسباب آنالیز ترکیب ساختار –آکوستیک سیستم با کاربرد فراوان برنامه کامپیوتری نسترن (NASTARAN) بدست آمد.

آنالیز المان محدود ساختار- آکوستیک

هدف از این بخش تجدید نظر مفهوم نظری است که آنالیز المان محدود ساختار-کآکوستیک را ابزار می دارد. در ادامه ی مقاله در مورد روش بالا توضیح داده می شود.

آنالیز محفظه ی آکوستیک:

برای پیوستگی یک سیال و معادله ی مومنتم(نیروی محرکه آنی) می تواند ترکیبی برای معادله ی تسلیم غیر خطی جریان ناپایدار با پتانسیل سرعت نوشت.

$$\nabla^{۲}\phi - \frac{۱}{۲}\left[\frac{\delta^{۲}\phi}{\delta t^{۲}} + \frac{\delta}{\delta t}\left(q^{۲}\right) + \bar{q}.grad\left[\frac{q^{۲}}{۲}\right]\right] = ۰ \quad (۱)$$

where $\nabla^{۲}$=laplacian operator

$\bar{q}$=gradϕ=fluid velocity vector

$q^2 = q.q$ c=speed of sound

$$\nabla\phi^2 - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2} = 0 \qquad (2)$$

برای حرکت هارمونیک ساده، pممکن است نوشته شود بصورت:

$$p = p(x,y,z)e^{iwt}$$

$$\nabla^2 p = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = 0 \qquad (3)$$

معادلهٔ ۳ به صورت معادلهٔ ۴ کاهش یافته است:

(۴)

$$\left(\frac{\delta^2}{\delta x^2} + \frac{\delta^2}{\delta y^2} + \frac{\delta^2}{\delta z^2}\right) p + \left(\frac{w}{c}\right)^2 p = 0$$

در این معادله Wفرکانس دورانی است z,y,xمربوط به فضایی است برای واکنش داخلی سطح مرز، حالت حد است.

$$\frac{\delta p}{\delta n} = -pB\frac{\delta p}{\delta t} \qquad (5)$$

p چگالی هوا، B ضریب آکوستیک که برای سیستم غیره پراکنده خیالی، سطح نرمال می باشد.

برای آنالیز آکوستیک بهترین راه حل به کار بردن تکنیک هندسی می باشد. وقتی که اندازه ی محفظه شبیه طول موج باشد. روش آنالیز مناسب است. مورز(morse) و انگرید(ingard) پیشنهاد کردند که روش نرمال آنالیز ضروری است برای حل حفره ی آکوستیک خودرو اگز فرکانس پایین باشد. روش نرمال آنالیز بیش از همه ی روش ها مفید است، زمانیکه طول موج

حفره سه بعدی بین 3-1/3 باشد. مورز (morre) دقیقاً روش آنالیز را برای آنالیز صدای داخلی اتومبیل برای فرکانس های حدود 30 تا 300 هرتز سفارش می کند که این بستگی به سایز خودرو دارد.

برای حل حفره نامنظم، روش المان محدود یکی از روش های مفید باشد. المان محدود برای این مدل در برنامه کامپیوتری نسترن(NASTARAN) وجود دارد.

آنالیز کابین سرنشین اتومبیل:

(6

$$\left[M_i^f\right]\{p\}+\left[k_i^f\right]\{p\}=\{l_i\}$$

k^f, m^f نشان دهندهٔ مقدار سیال وسفتی و pJ معرفی کننده فشار سیال و l_i برداری از نیروی عمومی سیال می‌باشد.

در فقدان نیروهای بدنه، [illegible] جزء باطل در گوشهٔ (مرز) که آن وابسته به اجراء حرکت گوشه می‌باشد. معادله (۶) کاهش یافته به یک قالب استاندارد برای محاسبه *eigenvalue* درمورد اثر متقابل ساختار -آکوستیک معادلات ساختاری می‌توان نوشته شود:

$$\left[M_{ig}^s\right]\{w_g\}+\left[c_{ig}^s\right]\{w_g\}+\left[k_{ig}^s\right]\{w_g\}+\left[R_{ig}\right]\{p_g^l\}=\{F_i\}$$

K^s, c^s, M^s بیان کننده ی مقدار (جرم) ساختار، میرا کردن، سفتی، معروف جایگزینی ساختمان و (F_i) برداری نیروی خارجی فراهم شده برای ساختمان هست.

$\{ p^b_g \}$ قالبی از فشار در نقطه ی مرزی میله، می باشد $\{ R_{ij} \}$ قالب اتصالی سیال می باشد. آنالیز نسترن کاملاً عمومی می باشد و می تواند در مودال به کار رود.

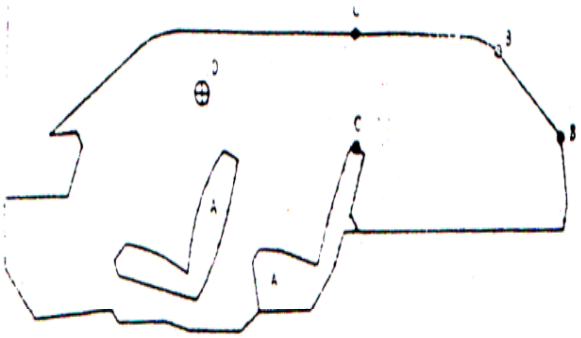
مدهای کابین سرنشین: مد کابین دو نوع است، مدهای دیوار سخت کابین و مدهای دیوار قابل انعطاف (مسئله ی مهم تأثیر گذاشتن ساختار- آکوستیک).

کابین سرنشین با دیوار سخت: در این بخش چهار آرایش مطرح خواهد شد. که در شکل نشان داده شده است، کابیین سرنشین با برداشتن صندلیع کابین سرنشین با دو صندلی با باز بودن پنجره در عقب (حالت مرزار$p=0$ تا مقطع $B=B$) در و صندلی کابین سرنشین با موج گیر که مانع از حرکت است،(مرز سخت در مقطع $C=C$)، همچنین در شکل 1 نقطه ی D محل غیر واقعی قرار گیری گوش در یک صندلی جلو نشان می دهد. علت صدای کوچک اختلاف فشار می باشد، در رنج مفیدی از فرکانس در عرض کابین می باشدشکل 2، آنالیز کابین مانند یک محوطه ی دو بعدی و با یک چهارم خط عمودی – طولی نشان دادن قسمت داخلی خودرو. 4 نمونه ای از المان محدود مشبک می باشد که در شکل 3 نشان داده شده است که با آرایش دو صندلی می باشد.

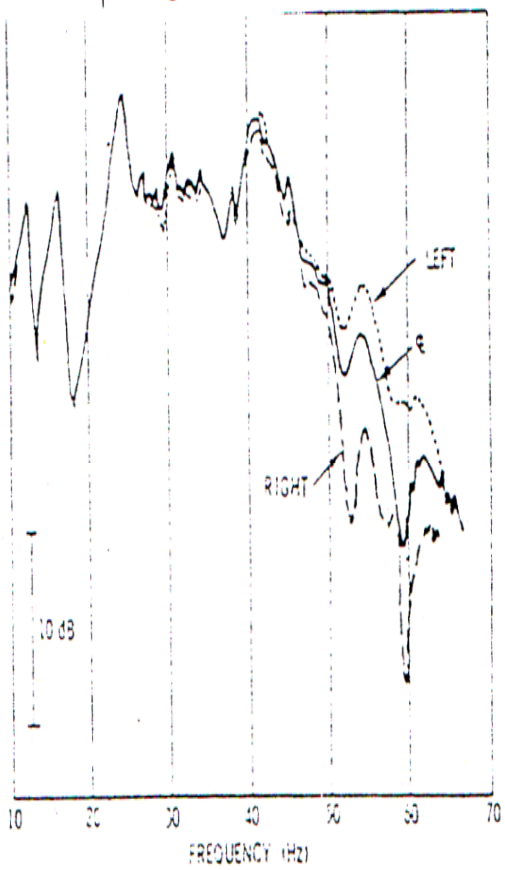
طول کابین 3/7 و محتوی هوا با چگال($1/22 \ \frac{Kg}{M^3}$) و سرعت($341 \ \frac{M}{S}$) می باشد در همه ی مرز ها دیوارها سخت فرض شده اند و در غیر این صورت با اسم ذکر شده اند.

تخمین نتیجه در فرکانس طبیعی و در حالتی که کابین سرنشین بدون صندلی می باشدو در شکل 4 نشان داده شده است. محلی که فشار صفر تغییر می کند با خط چین نشان داده شده است و بستگی مرحله با علامت مثبت و منفی نشان داده شده است.

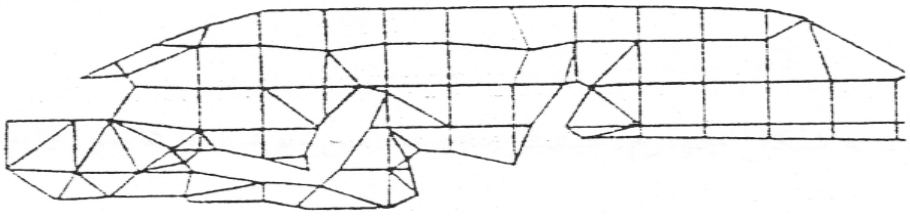
شکل (۱)مدل موقعیت کابین اتومبیل



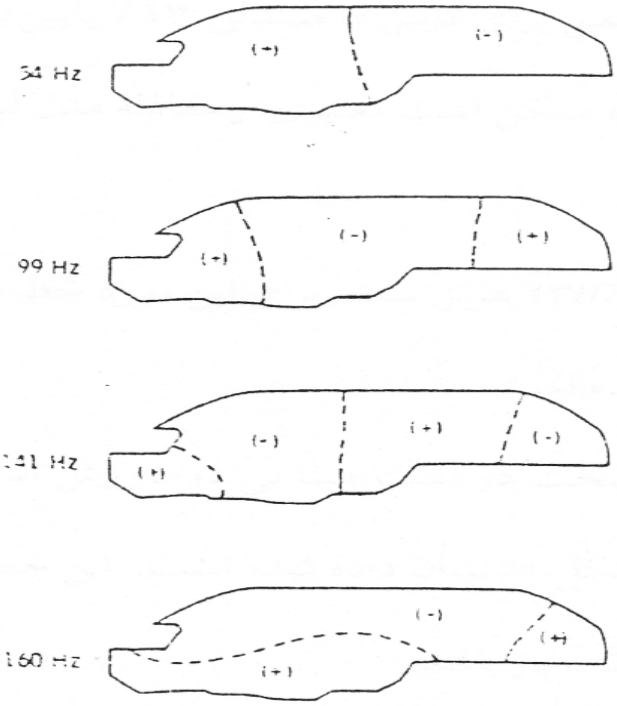
شکل (۲) سنجش بین سطوح فشارصدا(*SPL*) ثبت شده در موقعیت افقی صندلی جلو (نقطه *D*درشکل) ارتعاش ساختمان بوسیله یک نیروی سینوسی فراهم شده ازگوشه راست عقب بدنه.



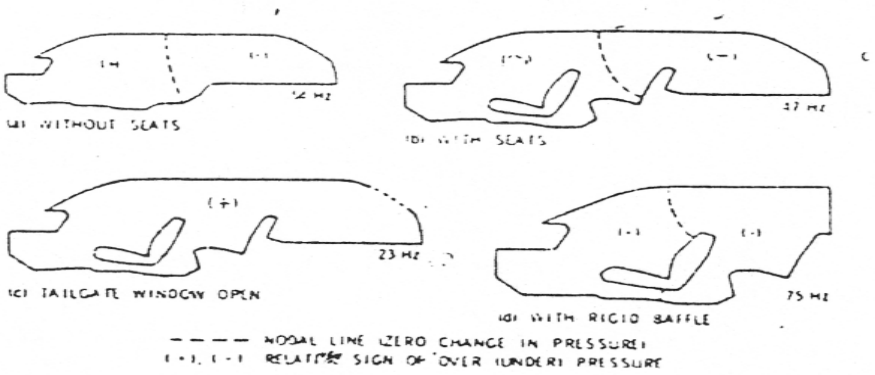
شکل (۳) مدل المان محدود به موقعیت واگن مسافر



شکل (۴) مدل آکوستیک موقعیت کابین بدون صندلی



شکل (۵) شکل‌های روش آکوستیک برای چهار آرایش موقعیت واگن



سه شکل اول مانند یک لوله ی یک بعدی است. برای یک لوله با طول معادل، اولین فرکانس ivjc 139,93,46 هرتز می باشد.

در فرکانس های زیاد مانند شکل چهارم، بیشتر پیچیده می شود و فرکانس وابسته به فرکانس توازن لوله نیست.

شکل و فرکانس طبیعی برای روش اساسی بدون صندلی می باشد که در شکل های5b,5a محل خط چین تغییر نمی کند. به هر حال فرکانس طبیعی برای کابین با صندلی13٪ پایین تر از حالتی است که بدون صندلی می باشد. این نتیجه غیره منتظره ممکن است تعبیری از معادله مدل لوله باشد. در صورت ظاهر شدن صندلیها می باشد.

فرکانس طبیعی با در عقب و پنجره ی باز 23HZ هرتز است. برای این مورد خط چین در محل پنجره است، همچنان که در شکل 5c نشان داده شده است.

مورد جالب دیگر، کابین با موج گیری سخت در پشت صندلی دوم. روش اساسی برای این مورد 75 هرتز است. در محل خط چین که در شکل 5a نشان داده شده است. این خط چین همان موقعیت خط چین داخلی برای مد 2/3 با پنجره ی در عقب باز باشد.

مشکلات توسعه ی عملی در دستیابی به سطح صدای مجاز در خودروها:

از اکتبر سال 1995 که سطح صدای مجاز خودروها 74 دسی بل تصویب شد فصل جدیدی از مشکلات نیز بر سر راه صنایع خودرو سازی بوجود آمد. سطح یکنواخت 77 دسی

بل در استاندارد و سطح سودیس 75 دسی بل، ترکیب شده با نویز داخلی اصلاح شده، منجر به پیشرفت های قابل ملاحظه ای در طراحی سیستمهای تغذی intake و Exhaut خروجی وسایل نقلیه در طی 15 سال اخیر گردیده است. در نتیجه این پیشرفت بعضی از خودروهای تولیدی به طور کلی دارای صداهایی ناشی از منابع ورودی، خروجی، قوای محرکه و تایر می باشد. این نشان می دهد که در جهت کاهش صدای منابع، در این میان باید تکنولوژی قطعات نیز به فرآخور آن دگرگون شده و در اصطلاح و بهینه سازی سیستم ها حداکثر تلاش ها به عمل آید. علاوه بر آن، این تلاش ها بایستی طوری طرح ریزی گردند که در جهت دستیابی به نتایج مطلوب، هیچ گونه قطعات اضافی و یا هزینه های بیشتر بر سازندگان تحمیل نگردد تا باعث افزایش قیمت ها یا عدم صرفه بودن خودروها گردد. لذا طراحان و کارشناسان، در هر چه مفیدتر بودن روشها و اندازه گیری ها، نهایت دقت را به کار گرفته و در این بین تلاشهایی نیز در مهندسی لوتوس، جزو دستور کار قرار داده شده اندو در همین اثنا و در بخش های بعدی، این آزمایشات مختصراً بررسی و مورد ارزیابی قرار داده خواهد شد.

امروزه سازندگان وسایل نقلیه، به شکل فزآینده ای بر اقدام تهیه کنندگان زیر سیستم در جهت توسعه ی قطعات مطابق با اهداف مورد نظر شان تأکید می ورزند. این سیستم ها به گفته ی خودشان بسیار پیچیده بود و نیازمند دانش تکنیکی بالایی می باشند. به عنوان مثال می توان به عرضه کنندگان سیستم اگزوز اشاره نمود که درک مفصلی از تولیدات خود داشته و به توسعه محصولات خود در جهت کاهش بیشتر صدا اهتمام می ورزند.

نکاتی در مورد استاندارد و مؤسسات استاندار:

صرفنظر از نوع سازمان و موضوعات مورد بحث در استاندار، تقریباً کلیه ی استانداردها نکانی مشترک هستند که راجع به آنها توضیحاتی داده شده است.

1)استانداردها در چندین بخش و چند موضوع کلی طبقه بندی می شوند.

2)کلیه استانداردها دارای یک شماره و یا ترکیبی از یک یا چند حرف و تعدادی ارقام می باشند.

3)در اکثر استانداردها این حروف و شماره ها دارای مفاهیم و معانی خاصی هستند.

1) در ابتدای همه ی استانداردها، موضوع اصلی قید شده و کاربران با مشاهده ی این موضوعات تا حدودی به اهداف آنها پی می برند.

2) پس از درج تیتر موضوعی، تعاریف و تئوریها و کاربردها در سطر های اولیه آورده می شوند.

3) روش های اندازه گیری و با آزمایشات بسته به گستردگی مطالب تماماً با اراده اشکال، نقشه ها و جداول مطرح گردیده اند که تا کاربران در درک بیشتر مطالب کمک شود.

4) بسیاری از مواقع در استانداردها مطالبی به چشم می خورد که بخشهایی از آنها وابسته و مشروط به دانستن استانداردهای دیگری می شودکه در این قبیل موارد نشانی این استانداردها داده شده است.

5) در برخی استانداردها ممکن است از بیش از یک زبان استفاده شده باشدکه این امر ممکن است به عنوان ابزاری جهت افزایش تعداد کاربران، انجام شده باشد.

6) استانداردها در بسیاری از استانداردها توصیه هایی نیز ئر جهت تسریع آزمایشات و روند آنها برای کاربران شده است. جهت سهولت در استفاده ممکن است توسط مؤسسات استاندارد بروی دیسکهای نوری گرد آوری شود تا بتوان عمل جستجوی مطالب را با سرعت بیشتری انجام داد.

10) سازمانهای استاندارد هر یک دارای کاتولوگ، اساسنامه ، بولتن ماهانه، گزارش سالیانه و ... جهت راهنمایی کاربران می باشد.

11) کاتولوگها شامل فهرست موضوعی مطالب، فهرست شماره استانداردها و طریق استفاده از استانداردها می باشند. هر ساله ویرایش های جدیدی از این کاتولوگ ها همواره با مطالب تجدید نظر شده در دسترس علاقمندان قرار می گیرد.

معرفی استانداردها:

در این بخش، چند استاندارد معروف و مورد نظر، جهت ارزیابی مسئله ی صدا در خودرو ها و در مواردی سایر وسایط نقلیه، معرفی می شوند.

استانداردSAE: یکی از کاملترین استانداردهای موجود در زمینه ی خودروسازی، استاندارد SAE می باشد استانداردSAE مخفف Society of Automotive Engineersمی باشد که همه ساله ویرایش های جدیدتر از آن به صورت مجلد و یا بروی دیسک نوری در دسترس علاقمندان قرار می گیرد.

هریک از این استانداردها حاوی گزارشات اطلاعاتی و آزمایشات توصیه شده است. که با یک حرف j و یک عدد سه یا چهار رقمی مشخص می گردد. ترکیب حرفj با یک عدد چند رقمی غیر مهمۀ باعث می گردد که از هر گونه اشتباه و سردرگمی میان استانداردها جلوگیری شود. در صورتیکه گزارشات استاندارد نوشته در ویرایش های بعدی مورد تجدید نظر واقع شود، تاریخ ماه و سال تجدید نظر در جلوی شماره استاندارد نوشته می شود مانند j115,Aug79,j1159 علاوه بر این که ممکن است یکی از دو حرف و نیز به آخر شماره ی گزارش استاندارد افزوده شوند که نشانگر قدیمی یا جدید بودن گزارشات استاندارد مورد تجدید نظر قرار گرفته است و دلیل آن این است که چون استاندارد SAE به طور سالیانه منتشر می شود، لذا ممکن است گزارشات استاندارد داخل کتابچه مربوط به آخرین انتشار نباشد. بنابراین کاربران با اداره ی مرکزی اوضاع بیانیه های ویژه را مورد ارزیابی قرار می دهند. در کلیه

ی گزارشات جدید و تجدید نظر شده، در همه ی ابعاد سیستم معادل مطابق سیستم متریک در نظر گرفته شده است. در آخر شورای کمیته سر مقاله SAE از هر گونه توضیحات و پیشنهادات رسیده از طرف کاربران تقدیر به عمل آورد.

استاندارد jis: این استاندارد که مخفف japanes industrial stangards می باشد، مربوط به استاندارد های بسیاری می باشد.jisc مربوط به استاندارد صنعتی ژاپن می باشد که در بسیاری از زمینه های صنعتی دارای بیانیه ها و استانداردهای بسیاری می باشد. مربوط به کمیته ی این سازمان استاندارد می شود و شامل تعدادی کمیته ی ملی است که نقش اصلی آن، فعالیت های استاندارد گذاری در ژاپن می باشد. وظیفه ی اصلی این است که :

کمیته در چند بند به قرار زیر خلاصه می گردد:

الف) موسسه نگهداری استانداردهای jis

ب) اجرای ماموریت و انجام گواهی معتبر

ج) شرکت و تهیه و مقاله در رابطه با فعالیت های استاندارد گذاری

د) توسعه ی استانداردهای اندازه گیری و ساختار تکنیکی جهت استانداردگذاری این استاندارد نیز همچون سایرئ استانداردها شامل توعی کد گذاری جهت سهولت استفاده ی کاربران می باشد. در این نوع از یک حرف که معرف زمینه کاربرد و یک عدد طبقه بندی شده

استفاده می گردد. این عدد به صورت چهار رقمی و یا پنج رقمی بوده و جهت اجتناب از هر گونه اشتباه افزوده می شود.

حرف مورد نظر در محدوده های زیر فعالیت می نماید:

A: مهندس شهری و معماری

B: مهندسی مکانیک

C: مهندسی برق و الکترونیک

D: مهندسی خودرو

E: مهندسی راه آهن

F: مهندسی کشتی سازی

G: مواد آهنی و متا لوژی

H: مواد غیر آهنی و متالوژی

K: مهندسی شیمی

L: مهندسی نساجی

M: استجراج معدن

P: کاغذ و صنایع کاغذ سازی

Q: سیستم مدیریت

R: سرامیک ها

S: کالاهای خانگی

T: تجهیزات دارویی و وسایل ایمنی

W: هواپیماهایی و هواپیما

X: پردازش اطلاعات

Z: متفرقه

برای مثال می توان استاندارد، اشاره نمود که محدوده ی استفاده از آن در مهندسی خودرو بوده و متن آن عبارت است از: اندازه گیری صدای انتشار یافته توسط خودروهای جاده ای ساکن، می باشد که بعداً راجع به آن بحث می شود.

بررسی صدا در وسایل نقلیه از دیدگاه استاندارد:

استاندارد چندین بیانیه در مورد صدای منتشر شده. از وسایل نقلیه دارد به طور کلی هر یک از این بیانیه ها، در رابطه با یک موضوع درباره صدا، حدود آن، روش ها اندازه گیری می باشد. در زیر این بیانیه ها به ترتیب شماره مطرح شده و به طور مفصل راجه به هر یک توضیحاتی داده خواهد شد این بیانیه ها عبارتند از:

j986: سطح صدا برای وسایط نقلیه سواری و کامی‌ون های سبک

j1030: حداکثر سطح صدا برای وسایط نقلیه سواری و کامی‌ون های سبک

j1074: روند اندازه گی‌ری سطح صدای موتور

j1169: اندازه گیری صدای اگزوز وسایط نقلیه سبک تحت شرایط ساکن

j1470: اندازه گیری صدای منتشر شده توسط خودروهای پر سرعت بزرگ راهی

J1477: اندازه گیزی سطوح صدای داخلی خودرو های سبک

در هر یک از بیانیه ها، حدود ، نحوه ی آزمایش، مکان و تجهیزات مورد نیاز جهت انجام آزمایش و غیره شرح داده شده است.

مقادیر مجاز در رابطه با منابع تولید کننده ی صدا ارائه گردیده اند در ابتدا برخی تعاریف مورد نیاز مطرح و سپس به تشریح هر کدام می پردازیم.

تعاریف:

1) جرم کننده شده: به جرم وسایط نقلیه ای همراه تجهیزات کاربردی و مایعات پر شده در مخازن نظیر (آب موجود در رادیاتو، روغن پر شده در داخل موتور، جعبه دنده و محورها، مواد سوختی داخل باک) اطلاق می گردد.

2) وسایط نقلیه با سوخت چندگانه : به وسایط نقلیه ای اطلاق می گردد که می تواند با چندین سوخت مختلف کار می کنند و همزمان می توانند به دو یا چند سوخت مجهز باشند. خودروهایی که هم با بنزین و هم با گاز طبیعی تحت فشار عمل می نمایند.

3) وسایط نقلیه با سوخت متغیر: به وسایط نقلیه ای گفته می شود که برای کار کردن مجهز به ترکیبات مختلف سوخت می باشند برای مثال ترکیب بنزین و متانول

4) سرعت تنظیم شده ی موتور: به سرعتی که در آن قدرت تنظیم شده موتور را بر طبق تنظیم نموده و توسط سازنده تعیین گردیده باشد، اطلاق می گردد.

5) کنترل دریچه گاز ساز(اساسات): شامل مکانیزمی است که در آن راننده با استفاده از پدال (یا کنترل کننده دیگر) به قصد کنترل قدرت خروجی موتور، دریچه سوخت موتور را که شامل مواردی نظیر کاربراتور، پخش کننده سوخت و یا هر وسیله معادل تنظیم می نماید.

6) کاهش دنده به طور: تغییر دنده به دنده های پایین تر(نسبت عددی بالاتر) که بدون دخالت راننده و به طور اتوماتیک انجام می شود.

7) کاهش اجباری: تغییر دنده به ئنئه های پایین تر(نسبت عددی بالاتر) که به دلخواه راننده بالاجبار انجام شود.

8) کاهش جهشی در این نوع کاهش سرعت، اجباراً دنده های بالا به دنده های پایین تر(مثلا 4 به 2) تغییر داده می شود. حالا که برخی از تعاریف موجود اشاره گردید، به بررسی بیانیه های مربوط به صدای خودروها پرداخته می شود.

بیانیه سطح صدا برای وسایط نقلیه سواری و کامیونهای سبک:

1)حدود: این بیانیه SAE روند آزمایش، محیط و تجهیزات اندازه گیری سطح صدای خارجی خودروهای سواری، وسایط نقلیه چند منظوره و کامیون سبک دارای حداکثر وزن ناخالص 4540 کیلو گرم را تعیین می نماید.

روش آزمایش به وسیله داشتن شرایط اولیه ثابت، برای مثال یک سرعت اولیه ویژه جهت وسیله نقلیه و انتخاب دنده در یک نقطه شروع ثابت و در محل آزمایش توصیف می گردد. شرایط شتاب با دریچه گاز کاملاً باز و شتاب کند شونده (شتاب منفی) با دریچه گاز بسته جزو شرایطی است که برای وسیله ی نقلیه در این روش، در نظر گرفته می شود.

2) عملکرد وسیله ی نقلیه:

2-1) جرم آزمون وسیله نقلیه شامل راننده و تجهیزات نباید از 125 کیلو گرم بیش از جرم کنترل شده تجاوز نماید(در این صورت نیاز جهت تضمین و رعایت مقررات آزمایش می توان مقدار وزن اضافی را توسط کاستن از سوخت خودرو جبران نمود)

2-2) درجه حرارت های قوای محرکه و سیستم اگزوز باید در طول هر دوره آزمایش در محدوده عملکردطبیعی قرار داشته باشند. یک مدت زمان تثبیت یک دقیقه ای برای حالتی که در موتور در سرعت طبیعی و سیستم انتقال قدرت در حالت خلاص قرار دارد، مورد نیاز می باشد.

تذکر: در صورتی که درجه ی حرارت خنک کننده ی موتور وسیله ی نقلیه در زمان عملکرد طبیعی موتور در سرعت های متوسط، در حد طبیعی و عادی قرار داشته باشند برای انجام و ادامه آزمایش کافی است.

2-3) باد تایر های خودرو بر طبق توصیه های سازندگان بایستی در فشار مناسب جهت هم سطح شدن خودرو، قرار داشته باشند.

2-4) دوره های مقدماتی جهت آشنا سازی راننده و ایجاد شرایط کاری وسیله نقلیه قبل از انجام اندازه گیری های سطح صدا باید انجام شوند.

2-5) آزمایش شتاب: آزمایش شتاب اولین مرحله ی آزمایش است و باید در جهت به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز در رابطه با آزمون شتاب کند شونده انجام شود. در این رابطه

وسیله ی نقلیه در طول مسیر با سرعت ثابت48 کیلومتر در ساعت 1/2 کیلومتر) به محوطه اندازه گیری نزدیک خواهد شد از بالاترین نرخ عددی دنده مربوط به سیستم انتقال قدرت استفاده خواهد شد که باعث می شود تا جلوی خودرو قبل از اینکه سرعت تنظیم شده موتور به دست اید به نقطه ورودی از منطقه انتهایی رسیده و یا از آن عبور نماید. توصیه می شود که سرعت نزدیک شدن در فاصله ای حداقل 7/5 متری قبل از رسیدن به نقطه ی شروع ثابت نگاه داشته شود.

هنگامیکه جلوی وسیله ی نقلیه 1/5+- متری نقطه ی شروع رسید، دریچه ی گاز بایستی به طور کامل و یا به سرعت، تنظیم شود که اجازه شتاب گیری به موتور داده شود و موتور به سرعت تنظیم شده دست یابد و پس از خاتمه دور آزمایش، دریچه گاز به حالت طبیعی خود بازگردد.

سرعت تنظیم شده موتور نبایستی در نقطه انتهایی به دست آید معهذا دوره ی آزمایشی زمانیکه جلو وسیله نقلیه به انتهای پایانی برسد، خاتمه خواهد یافت.

هنگامی که وسیله نقلیه مجهز به سیستم انتقال قدرت اتوماتیک باشند، بایستی از کاهش دنده تعیین شده طبق اصول یاشده در بالا، بوسیله یکی از روش های ذیل جلوگیری به عمل آید:

الف) سرعت رسیدن به وسیله نقلیه ممکن است تا حدأکثر 60 کیلومتر در ساعت افزایش داده شود.

ب) نگهداری سرعت در 48 کیلومتر در ساعت و تأمین سوخت موتور به میزان 95٪ از از تأمین مورد نیاز برای کل مسیر.

ج) مکانیزم کاهش دنده ممکن است طبق توصیه سازنده وسیله نقلیه حذف گردد.

د) اگر وسیله نقلیه مجهز به سیستم چهار چرخ محرک با چندین چرخ محرک باشد که بتواند توسط کنترل اپراتور به کار افتاده و یا متوقف شود ، در این حالت برای مصارف رانندگی شهری ، می توان از آن استفاده نمود .

ه) هرگاه خودرو مجهز به سیستم اگزوز با چندین مدل باشد که بتوان هر یک از مدل ها را برحسب انتخاب، توسط کنترل اپراتور به کار انداخت، وسیله نقلیه در هر مدل بایستی مورد آزمایش قرار گیرد و باید بالاترین سطح صدای انتشار یافته از میان مدلها را ثبت نمود.

و) هر گاه خودرو مجهز به دو یا چند حالت رانندگی برای مثال (حالت عادی و یا شتاب دار کند شونده یا تند شونده) مؤثر در فهرستی از انتخاب دنده که بتواند توسط کنترل اپراتور بکار گماشته شود خودرو باید برای هر حالت آزمایش شده و بالاترین سطح صدا میان حالات مختلف باید ثبت گردد.

ز) اگر وسیله ی نقلیه جهت عملکرد ، مجهز به استفاده از سوخت های متغیر و یا ترکیبات چند سوختی باشد . وسیله ی نقلیه با استفاده از هر سوخت و یا ترکیب سوختی باید مورد آزمایش قرار گیرد ، مگر آنکه آزمایش قبلی انجام شده باشد که حد اکثر سطح صدا هنگام

استفاده یک سوخت به بخصوص و یا ترکیب سوختی ویژه ایجاد شود که در آن مورد وسیله ی نقلیه بایستی با استفاده از آن سوخت و یا فقط ترکیب آن سوخت مورد آزمایش قرار گیرد.

ط) هرگاه یک خودرو ، مجهز به چندین سیستم باشد باید کلیه ی سیستم ها جداگانه بررسی شده و حداکثر سطح صدا را از میان این حالات انتخاب و آن را ثبت نماییم.

آزمون شتاب منفی : آزمایش شتاب منفی نیز باید انجام گیرد ، مگر آنکه در آزمایش قبلی انجام شده ، حداکثر سطح صدا در روند آزمایش شتاب تعیین شده باشد.

حداکثر سرعت موتور به دست آمده در آزمایش شتاب به عنوان سرعت نزدیک شدن خودرو در آزمون شتاب منفی، مورد استفاده قرار می گیرد. این سرعت، سرعت تعیین شده موتور خواهد بود و یا اینکه متوسط مقادیر سرعت نهایی موتور در انتهای نقطه ی پایانی خواهد بود.

در رابطه با این آزمایش باید ذکر گردد که وسیله ی نقلیه در طول مسیر با همان دنده استفاده شده جهت آزمون شتاب(که قبلاً با آن اشاره شد) با سرعت موتور ثابت و در سرعت تعیین شده طبق پراگراف (2 _ 5) به محوطه ی اندازه گیری نزدیک می شود. توصیه می شود که سرعت نزدیک شدن در حداقل 7/5 متری قبل از نقطه ی آغازین ، ثابت نگه داشته شود . هنگامی که جلوی وسیله ی نقلیه به نقطه ی شروع 1/5 - + متر نزدیک می شود، دریچه ی گاز سریعاً طوری قرار گیرد که به وسیله ی نقلیه اجازه افزایش شتاب داده شود تا اینکه سرعت

موتور به نصف سرعت نزدیک شدن، تنزل نماید و یا جلوی وسیله ی نقلیه به انتهای نقطه ی پایانی برسد.

3) اندازه گیری ها :

3_1) اندازه گیری سطح صدا بایستی جهت نمایش سریع زمان متوسط و برای شبکه A (A _ WEIgHTED) تنظیم شود.

3 _2) سطح صدای محیط، در محل آزمون ناشی از منابع غیر از وسیله نقلیه نظیر تأثیرات باد در حداقل 10 دسی بل کمتر از سطح صدای ایجاد شده توسط وسیله ی نقلیه تحت آزمایش ، اندازه گیری گردد.

3 _ 3) اندازه گیری ها فقط مواقعی انجام می شود که سرعت باد بیش از 19 کیلومتر در ساعت نباشد.

3 _4) اندازه گیری سطح صدا و یا ابزار نشان دهنده در طی مدت روند سرعت ثابت و آزمایش شتاب دار (که قبلاً به آن اشاره شد)، مشاهده و پیدایش بالا ترین سطح صدا در طول مدت این مشاهدات ثبت شود.

3 _5) اگر یک سطح صدای آنی (spike) در اثر کنترل دریچه گاز در نقطه ی شروع از آزمایش شتاب رخ دهد از اثر آن ، صرف نظر شود.

3 _6) چهاراندازه گیری برای هر طرف وسیله ی نقلیه باید انجام گیرند و اگر چنانچه این اندازه گیری ها قبلاً انجام شده باشد، فقط سمتی که دارای بالاترین سطح صدا است. مورد نیاز و تمام مقادیر باید ثبت شوند. سطح صدا برای هر طرف از وسیله ی نقلیه، میانگین جبری دو قرائت از بزرگترین قرائت مورد نظر، خواهد بود که در حدود 2 دسی بل از یکدیگر باشند. اگر هیچ یک از دو اندازه گیری ها در محدوده ی 2 دسی بل از یکدیگر نباشند ، باید اندازه گیری های دیگری مجدداً انجام پذیرد تا اینکه این حد را ارضا نماید. قبلی انجام شده حداکثر سطح صدا در روند آزمون شتاب تعیین شده باشد حداکثر سرعت موتور به دست آمده در آزمایش شتاب به عنوان سرعت نزدیک شدن خودرو در آزمون شتاب منفی مورد استفاده قرار می گیرد این سرعت، سرعت تعیین شده موتور خواهد بود و یا اینکه متوسط مقادیر سرعت نهایی موتور در انتهای نقطه ی پایانی خواهد بود.

3 _7) سطح صدای گزارش شده بایستی برای آن سمتی از وسیله نقلیه که دارای بالاترین سطح صدای معین شده مطابق بابند از هریک از مدل های آزمون شتاب یا آزمون شتاب منفی است، باشد.

4) تجهیزات :

4 _1) تجهیزات مورد نیاز جهت انجام آزمایش مطابق با حداقل اجرای مقررات تعیین شده، به شرح ذیل خواهد بود:

4 _2) اندازه گیری سطح صدا (صدا سنج)مطابق با مقررات نوع 1 یا SAE مورد نیاز ANSI-S1.44A-1985-S14-1983NASI خواهد بود.

4_3) به لحاظ اختیار یکی از شرایط در ایجاد اندازه گیری های مستقیم ، با استفاده از یک صدا سنج و یا میکروفون که ممکن است با یک ضبط صوت نوار مغناطیسی و یا یک ضبط کننده ی گرافیکی یا دیگر اسباب نشان دهنده تعبیه شده در سیستم مطابق با بیانیه SAE J184 بکار گرفته شود، باید انجام گیرد.

4_4) تنظیم کننده سطح صدا، باید دقتی معادل با 0/5 +- دسی بل داشته باشد.

4 _5) سرعت موتور و سرعت وسیله ی نقلیه باید با ابزاری که دارای دقت 3٪ +- در سرعت های مورد نیاز جهت انجام اندازه گیری ها باشد، سنجیده شوند.

4 _6) بادسنج جهت سنجش باد با سرعت 19 کیلومتر در ساعت، با دقتی معادل 10٪ +- داشته باشد.

4_7) یک میکروفن از نوع (windscreen) طوری به کار گرفته شود که در پاسخ میکروفن بیش از 1- + دسی بل برای فرکانس های 20 تا 4000 هرتز و 1/5 -+ دسی بل برای فرکانس های از 4000 تا 10000 هرتز تأثیر نگذارد.

5) مکان آزمایش:

5 _1) مکان آزمایش باید شامل سطحی باز و هموار و عاری از هرگونه سطح منعکس کننده ی بزرگ همچون وسائط نقلیه ی پارک شده، تابلوهای علائم، ساختمان ها و دامنه کوه واقع در 30 متری محوطه اندازه گیری باشد. سطح اندازه گیری به عنوان سطح هموار طوری تعریف شده است که در آن نقاطی تثبیت شده اند که مکان های قرار گیری میکروفن و نقاط پایانی از دورترین منطقه از مسیر در هر دو سمت از حرکت وسیله ی نقلیه، به شکل صاف و هموار در حدود 5٪_+ متر می باشد. در تمام سطح در صورت امکان در جهت میکروفون و یا دور از آن جهت زهکشی، شیب داده می شود. جهت کاستن از تغییر پذیری در اندازه گیری ها ، توصیه می شود که یک مکان دو طرفه و دارای دو محوطه ، اندازه گیری در سطح یکسان فراهم گردد. جهت روشن تر شدن مطلب به پاراگراف های بعدی و شکل (1) واقع در ضمیمه ی الف مربوط به روند اندازه گیری یکنواخت، توجه شود.

5_2) سطح محوطه اندازه گیری باید به صورت بتونی یا آسفالت بدون تخلخل ، خشک و عاری از برف خاک و سایر مواد زائد باشد. همچنین مسیر حرکت وسیله ی نقلیه نیز باید عاری از مواد زائد بوده و طول کافی جهت شتاب گری، شتاب منفی و پارکینگ وسیلهی نقلیه، داشته باشد.

5_3) ضریب جذب صدای سطح مکان آزمایش (برخورد عاری) اندازه گیری شده در سطح به وسیلهیب روش لوله امپدانس، باید برابر 0/1 یا کمتر باشد.

5_4) میکروفون باید در محیطی قرار گیرد که فاصله ی آن از خط المرکزین مسسیر وسیله نقلیه برابر با 15 متر و 1/2 متر بالاتر از سطح زمین باشد محور مبنای میکروفون باید واقع بر صفحه ی عمودی، شامل خط عمود بر مسیر وسیله ی نقلیه از میان مکان میکروفون باشد.

5_5) مناطق ثابت شده ی زیر باید در مسیر خ.درو قرار داده شوند.

5_5_1) نقطه ی آغاز 7/5 متری پیش از خط عمود بر مسیر وسیله ی نقلیه واقع از میان میکروفون قرار داشته باشد.

5_5_2) نقطه ی پایانی در 7/5 متر دورتر ، شروع در 38 متر دورتر از خط عمود بر مسیر وسیله ی نقلیه میان محل میکروفون خاتمه می یابد.

5_6) اگر چنانچه اندازه گیری سطح صدا برای هر دو طرف وسیلهخی نقلیه در طول مدت هر دور آزمایش مورد نیاز باشد محل میکروفون دیگر، محوطه ی صاف جانبی که باید در کناره ی مقابل ایجاد شود و محوطه اندازه گیری مطابق با ملزومات قید شده در بالا مربوط به مکان آزمایش ساخته شود.

1) **نظرات کلی :**

1_6) توصیه می شود که اشخاص آموطش دیده و با تجربه در تکنیک های متداول اندازه گیری صدا، ابزارهای آزمایش را انتخاب و آزمایشات را انجام دهند.

6_2) هنگام انجام اندازه گیری های سطح صدا، بیش اط یک نفر غیر از شخص قرائت کننده دستگاه اندازه گیری تا فاصله 15 متر، وسیله ی نقلیه یا میکروفون قرار نداشته باشد و آن شخص نیز مستقیما ً در پشت شخص قرائت کننده دستگاه اندازه گیری روی خط میان میکروفون و قرائت کننده قرار داشته باشد.

6_3) استفاده ی مناسب از کلیه ی وسایل آزمایشی جهت به دست آوردن اندازه گیری های معتبر ضروری می باشد.

جزوات راه اندازی و سایر نوشته ها ی منشر شده توسط سازندگان دستگاه باید جهت راه اندازی توصیه شده و همچنین جهت احتیاط مورد ارزیابی قرارداده شوند. اصطلاحات و عبارات ویژه بایستی در نظر گرفته شوند.

عبارتند از:

6_3_2) اثرات شرایط هوای محیط بر انجام وظیفه ی ابزار آلات (برای مثال شرایطی همچون دما، رطوبت نسبی و فشار جو)

6_3_3) سطوح سیگنال صحیح، امپدانس ها خاتمه یافته و طول کابل ها مربوط به سیستم های چندین ابزاره.

6_3_3) روش های کالیبراسیون آکوستیکی صحیح، شامل تأثیر کشیدگی کابل ها و غیره ... کالیبراسیون زمینه می بایست فورا ً قبل و بعد از هر مرتبه آزمایش ، انجام شود. کالیبراسیون

داخلی جهت استفاده زمینه، قابل قبول بوده به شرط آنکه کالیبراسیون خارجی قبل و بعد از استفاده زمینه انجام پذیرد.

6_4) اکثر دور سنج ها در استفاده معمولی، دارای تأخیر زمانی قابل توجه در پاسخ گویی به هنگام شتاب دار بودن وسیله ی نقلیه، می باشند. استفاده از چنین دور سنج هایی(tachometr) و بدون تصحیح مناسب منجر به بدست آوردن سرعتی بیش از سرعت مورد نظر موتور خواهد شد و احتمالا روی سطوح اندازه گیری تدثیر گذار خواهند بود.

6_5) وسائط نقلیه استفاده شده در آزمایشات نباید به روشی عمل نماید که روند انتشار بنابر تشخیص سازنده، نقص شود.

6_6) باید تشخیص داده شود که تفاوت های مکان آزمایشی، اختلافات شرایط هوای محیط(درجه ی حرارت، باد و گرادیانشاند)، اختلاف تجهیزات آزمایش و اختلاف های ماهیتی میان وسایل نقلیع یکسان اسمی باشند.

ضمیمه ی الف) روند تعیین همواری سطح اندازه گیری :

1)یک شبکه مربع به ابعاد 1/5 ×1/5 متر مربع، روی محوطه اندازه گیری و طبق شکل 1 ایجاد نمائید اگر محل آزمایش دو طرفه است این عمل کرد ممکن است که برای هر دو محوطه اندازه گیری و یا به شکل مجزا برای هر یک از محوطه ها انجام پذیرد.(به واسطه با حداقل

رسانیدن تغییر پذیری اندازه گیری، بهتر است که این محل دو طرفه دارای دو محوطه اندازه گیری به صورت سطح هموار و یک نواخت ایجاد شود.)

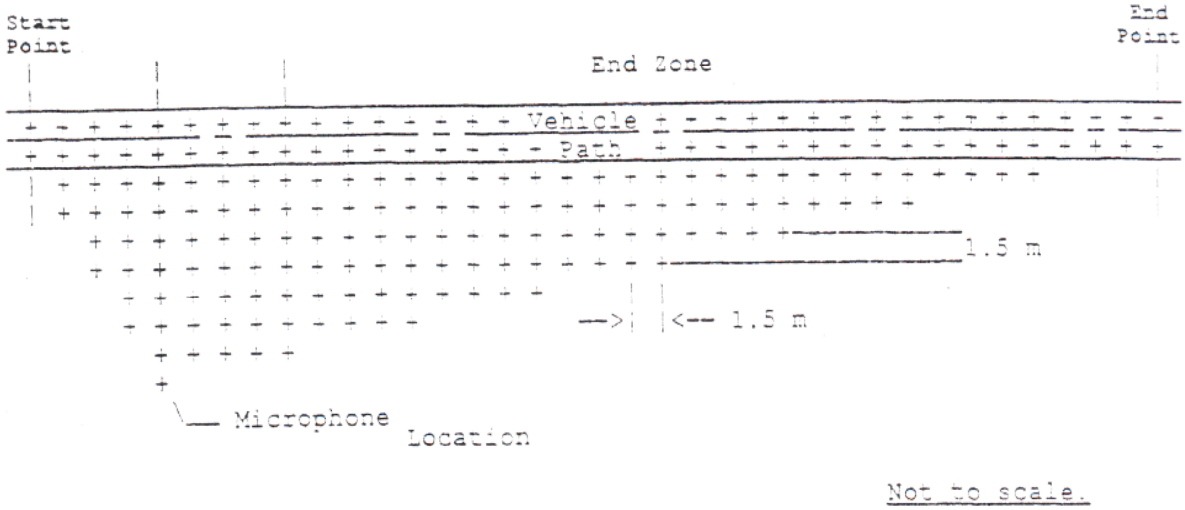
2) ارتفاع نسبی هر یک از نقاط شبکه با استفاده از یک سطح مسطح و یک میله مرتفع مدرج شده و در فواصل درجاتی با افزایش های حداقل 6 میلی متری اندازه گیری شود.

3)اطلاعات یا داده ارتفاع نسبی در جهت تعیین صفحه « بهترین حالت best fit » بر اساس آنالیز رگرسیون خطی دو بعدی، تحلیل گردند.

4) انحرافات ارتفاع واقعی محل از صفحه بر حسب سانتی متر محاسبه شوند.

5) اگر چنانچه، اختلافات میان حداکثر انحرافات مثبت و منفی بیشر از 10 سانتی متر باشد، لذا محل اندازه گیری متجاوز از5 _+ سانتی متر، نیاز به هموار شدن دارد.

شکل ۱ همواری سطح اندازه‌گیری شبکه بندی شده .



بیانیه j1030 - حداکثر سطح صدا برای وسائط نقلیه سواری و کامیون های سبک :

1) حدود: این بیانیه از استاندارد SAE جهت ارائه روند آزمایش ، محیط و تجهیزات لازم در تعیین حداکثر سطح صدای خارجی اتومبیل های سواری، وسائط نقلیه چند منظوره و کامیون های سبک به وزن ناخالص 4540 کیلوگرم یا (10000 پوند) و یا کمتر به کار رفته می شود این توصیه کاربردی، در مواقعی مورد استفاده قرار می گیرد که حداکثر ظرفیت و یا توان ایجاد صدا از هر وسیله نقلیه قابل استفاده نیاز به اندازه گیری داشته باشد روش آزمایش از طریق داشتن شرایط نهیی تثبیت شده (رسیدن به سرعت موتور ارزیابی شده در نقطه ی انتهایی ثابت

شده بر مکان اندازه گیری) در برابر رویه استاندارد SAEJ986 NOV81 که دارای شرایط ابتدای ثابت شده (سرعت اولیه معین خودرو در نقطه شتاب ثابت در محل آزمایش) می باشد مشخص می گردد در هر دو طریقه دریچه ی گاز کاملا ً باز جهت شتابدار بودن حرکت و دریچه گاز بسته جهت حرکت با شتاب منفی، گنجانیده شده است.

سطوح صدای معین شده مطابق با این توصیه عملی اصولا ً مستقل از نسبت های انتقال و حرکت نهایی برای یک سری خودرو با مشخصات یکسان دیگر می باشد. از این رو این بیانیه به خصوص در رابطه با ممکن باشد، کاربرد پیدا می کند.

2) **تجهیزات** :کلیه تجهیزات مورد نیاز که در بیانیه J986 که قبلا ً در مورد آنها شرح داده شد، در این بیانیه نیز بایستی رعایت شده و فقط در یک مورد (سرعت موتور) می بایست اضافه نمود که سرعت سنج موتور باید در کلیه مقیاس ها دارای دقتی معادل 2 ٪ +_ بوده و برای قرائت بیشتر از سرعت واقعی بالاتر از سومین مقیاس تنظیم شده باشد باید توجه داشت، که ابزار به کار رفته در کلیه ی مقیاس ها و مورد استفاده در اندازه گیری، نباید بزرگتر از 150٪ از سرعت موتور ارزیابی شده است.

3) **مکان آزمایش :**

3_1) مکان آزمایش، شامل یک سطح صاف باز، عاری از هرگونه سطوح بزرگ منعکس کننده صدا، نظیر وسایط نقلیه پارک شده، تابلوهای علائم، ساختمانها یا دامنه کوه که حداقل در فاصله

30 متری (100 فوتی) از منطقه آزمایش قرار داشته باشند، بوده که به وسیله مکان های میکروفون، نقطه ورودی و نقطه خروجی با توجه به پاراگراف های زیر تعریف شده است.

3_2) سطح زمین به اندازه مساحت اندازه گیری می بایست از بتون یا آسفالت بدون تخلخل ساخته شده و خشک و عاری از برف و خاک و دیگر مواد زائد باشد.

3_3) مکان آزمایش باید شامل مسیر خودرو که به طور نسبی از بتون صاف یا آسفالت تشکیل شد ه باشد ساخته شده و به صورت خشک و عاری از هر گونه مواد زائد نظیر ریگ باشد و طول کافی جهت شتاب گیری شتاب منفی و توقف گاه وسیله نقلیه باشد.

3-4) میکروفون باید در مکانی که 15 متر(50 فوت) از خط المرکزین مسیر حرکت و در ارتفاع 1/2 متری (4 فوتی) بالاتر از زمین بوده قرار داشته باشد.

محور مبنای میکروفون باید واقع بر صفحه عمودی شامل بر مسیر وسیله نقلیه است از میان ماکن میکروفون باشد.

3_5) نقاط و مناطق ثابت شده زیر باید از مسیر خودرو قرار داده شوند:

3_5_1) ناحیه ورودی اندازه 100 متر (325 فوت) در شروع و خاتمه 15 متر (50 فوت) بیش از خط عمود برمسیر خ.درو از مکان میکروفون قرار دارند .

3_5_2) نقطه ورودی 15 متر (50فوت) پیش از خط عمود در مسیرخودرو از میان مکان میکروفون قرار دارد .

3_5_3) نقطه انتهایی 15 متر در آن طرف خط عمود بر مسیر وسیله نقلیه از میان مکان میکروفون قرار دارد .

3_6) باید یک نقطه شتاب برای هر وسیله نقلیه در طول مسیر جهت نقطه ای دادن نقطه ای که در آن شتاب وسیله نقلیه در طی آزمایش آغاز می شود، تعیین گردد .

3 _7) اگر چنان چه اندازه یری سطح صدا برای هر دو طرف وسیله نقلیه در طول مدت هر دور آزمایش مورد نیاز باشد، محل میکروفون دیگر، محوطه اندازه گیری و محوطه صاف جانبی که باید در کناره مقابل ایجاد شود مطابق با ملزومات قید شده در بالا مربوط به مکان آزمایش، ساخته شود جهت روشن شدن مطلب شکل 12 را نگاه کنید.

4) عملکرد وسیله نقلیه :

4_1) آزمون شتاب : منظور از آزمون شتاب، عملکرد وسیله نقلیه در بالاتر از سومین حد سرعت موتور با تمام قدرت در حین عبور از ناحیه ورودی و ناحیه اندازه گیری می باشد. در انجام این عمل ، از یک دنده انتقال قدرت و یک نقطه که در آن شتاب کامل در اثر عمل ساسات ایجاد می گردد ، قبل از شروع آزمایش، انتخاب می گردند.

4_1_1) دنده انتقال قدرت مورد استفاده یک دنده با بزرگترین نسبت کلی عددی خواهد بود که عملکردی مطابق با پاراگراف بعدی خواهد داشت وسائط نقلیه مجهز به گیربکس اتوماتیک در یک نسبت عددی دنده بزرگتر زمانیکه کاهش کلی ساسات صورت گیرد ، بدون کاسته شدن

از دنده، آزمایش شوند در صورت نیاز باید ارتباط مکانیزم کاهش دهنده دنده قطع و محدود شده یا در انجام آن تغییر داده می شود.

4_1_2) مکان نقطه شتاب با توجه به وابستگی آنبه توان عملکرد خودرو آزمایش تغییر خواهد کرد این نقطه شتاب باید در مکانی باشد که سرعت موتور ارزیابی شده در نقطه انتهایی به دست آید. این نقطه شتاب باید در ناحیه ورودی بوده و سرعت خودرو در نقطه انتهایی نبایستیس از 90 کیلومتر در ساعت (55 مایل در ساعت) تجاوز نماید. نقطه شتاب ممکن است بشرح زیر تعیین گردد:

وسیله نقلیه باید به نقطه پایانی، در امتداد مخالف جهتی که آزمایش واقعی در یک سرعت ثابت موتور معادل با 2/3 سرعت ارزیابی شده برسد.

زمانیکه جلو وسیله نقلیه در نقطه پایانی باشد، دریچه گاز در صورت امکان سریعاً به طور کامل کشیده شود تا بوسیله نقلیه اازه شتاب گرفتن داده شود تا اینکه سرعت ارزیابی شده موتور بدست می آید، نقطه شتاب می باشد به شرط آنکه در ناحیه ورودی قرار گیرد و سرعت وسیله نقلیه از 90 کیلومتر در ساعت تجاوز ننماید.

4 _1_3) اگر وسیله نقلیه در کنتر از 30 متر (100 فوت) به سرعت ارزیابی شده موتور برسد، نقطه شتاب از نظر عددی با استفاده از نسبت دنده کوچکتری تعیین خواهد شد و این دنده جهت انجام آزمایش مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

4 _1_4) اگر وسیله نقلیه جهت رسیدن به سرعت ارزیابی شده موتور ، به بیش از 115 متر (375 فوت) نیاز داشته یا بیش از 90 کیلومتر در ساعت (55مایل در ساعت) سرعت داشته باشد، نسبت عددی دنده، مقررات قید شده در بند (4_1_2) را ارضا ننماید، در آن صورت جهت تأمین شرایط مورد نیاز مراتب بعدی به شرح زیر مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

الف) یک نسبت عددی دنده بزرگتر را انتخاب و سرعت رسیدن موتور را کاهش دهید به طوری که نقطه شتاب در ناحیه ورودی قرار بگیرد (ولیکن در نقطه رسیدن، سرعت کمتر از یک چهارم سرعت ارزیابی شده ی موتور نباشد).

4_1_5) سرعت وسیله نقلیه برای حداقل 7/5 متر (25 فوت) قبل از نقطه شتاب ثابت باقی بماند و هنگامی که جلوی وسیله نقلیه به نقطه شتاب می رسد باید دریچه گاز در حد ممکن سریع کشیده شود و شتاب وسیله نقلیه ادامه یافته، تا اینکه سرعت ارزیابی شده موتور به دست آید و سپس دریچه گاز آزاد و به حالت اولیه رها گردد.

4_2) آزمون شتاب منفی: این آزمایش نیز باید انجام شود مگر آنکه در آزمون در آزمون قبلی انجام پذیرفته باشد که حداکثر سطح صدا به صورت آزمایش شتاب تعیین شده باشد.

4_2_1) در مورد این آزمایش، وسیله نقلیه در سرعت ارزیابی شده ثابت موتور و در همان دنده استفاده می شود (طبق آزمون شتاب) دریچه گاز بایستی در خط عمود بر مسیر وسیله نقلیه و میان محل میکروفون، به طور کامل و سریعاً آزاد شود و به خودرو شتاب منفی بدهد تا اینکه سرعت موتور به نصف سرعت ارزیابی شده آن تنزل یافته یا جلوی وسیله نقلیه به نقطه

پایانی برسد. توصیه می شود که سرعت نزدیک شدن به یک فاصله ی حداقل 7/5 متر (25فوت) و قبل از رسیدن به عمود بر مسیر خودرو و میان محل میکروفون ثابت نگه داشته شود.

4-3) قبل از اندازه گیری سطح صدا، باید دوره های مقدماتی جهت آشنا سازی راننده و ایجاد شرایط عملکردخودرو انجام گیرد.

5) اندازه گیری ها:

اندازه گیری ها ی سطح صدا دقیقاً طبق روش اندازه گیری قائید شده در بیانیه J986 SAE و از نوشتن مجدد آن خودداری می شود.

6) نظریات کلی:

کلیه نظریات مربوطه به بیانیهJ986 SAE معتبر بوده و باید اضافه نمود که موضوع مقدماتی در رابطه با همواری سطح مکان ازمایش باید رعایت شود و توصیه می شود که محوطه اندازه گیری در 5٪ = متر (2 اینچ) به ویژه در قسمتی از این سطح که میان خط المرکزین مسیر خودرو و مکان میکروفون و در شعاع 15 متر (50 فوت) از تقاطع خط المرکزین مسیر خودرو و بالاخص از امتداد آن میان محل میکروفون تشکیل می گردد بایستی هموار و صاف باشد.

بیانیه J1074- روند اندازه گیری سطح صدای موتور:

1) مقدمه: این بیانیه SAE تجهیزات محیط و رویه های آزمایشی مورد استفاده بر اندازه گیری سطوح صدای موتور، شرح داده شده اند. هدف تهیه نمودن یک روش یکنواخت اندازه گیری حداکثر تشعشع آکوستیکی از سطح خارجی یک موتور تحت شرایط نمایش دهنده عملکرد یک موتور می باشد. اندازه گیری سطوح صدا در گسترش موتورهای مقایسه و نصب آن ها، در موارد کاربردی مختلف مفید خواهد بود.

2) طبقه بندی موتور:

2-1) موتور ساده: به موتوری که فقط مجهز به وسایل ضروری و اصلی جهت کارکرد آن نظیر پمپ بنزین، پمپ آب و تجهیزات سوخت رسانی و خروج دود می باشد، موتور ساده گفته می شود. صدای حاصل از سیستم اگزوز، سیستم سوخت رسانی، پوسته باز فلایویل، تکیه گاه آزمایش و دینام بایستی به منظور اندازه گیری سطح صدای موتور ساده به حداقل رسانیده شود. برای موتورهای هوا خنک، چون هوا از پوسته باز فلایویل جریان یافته و از این رو نبایستی پوشانده شوند.

صداهای سیستم اگزوز و سوخت رسان بایستی با استفاده از انباره خارجی اگزوز و صافی هوا و لوله کشی ضد صدا مانیفولدهای موتور ساده، به حداقل ممکن رسانیده شوند. برای موتورهایی که با استفاده از آب، خنک می شوند نباید از پروانه خنک کننده استفاده کرد از نوعی عایق کاری با ایزولاسیون موتور، جهت کاستن از ارتشاعات، استفاده نمود.

2-2) موتور کاملاً مجهز : به موتوری اطلاق می شود که در آن کلیه لوازم نصب شده در انجام وظیفه مورد نظر ضروری نمی باشند هم چنین این لوازم باید مشخص شده و شرح داده شوند اگر چنانچه صدا مربوط به سیستم اگزوز یا سوخت رسان یا سیستم های خنک کننده باشد این سیستم ها باید شناسایی و شرح داده شوند. لذا از محفظه باز فلایویل، تکیه گاه آزمایش و دینام باید به حداقل رسانیده شود مانند موتورهای ساده، در موتورهایی که از هوای خنک کردن آن استفاده می شود، محفظه باز فلایویل نباید پوشانیده شود همچنین تأثیر جریان هوای پروانه خنک کننده بر میکروفون به حداقل رسانیده شود.

3) تجهیزات:

از تجهیزات زیر باید جهت اندازه گیری آزمایش استفاده گردد.

3-1) استفاده از یک سری فیلتر باند اکتا طبق مقررات درجه 2 از مشخصات استاندارد ملی آمریکا جهت سری های فیلتر باند آکتا و و نیم و اکتا و سوم نیازSI.11-1986

3-2) به لحاظ اختیار یکی از شرایط ایجاد اندازه گیری های مستقیم، از یک صداسنج و یک آنالیز کننده باند اکتاو، یک میکروفون یا صدا سنج ممکن است با یک ضبط صوت نوار مغناطیس یا ضبط کننده گرافیکی یا دیگر وسایل نشان دهنده مطابق با مقررات SAE J 184FEB87 مرسوم به (توصیف سیستم اکتساب اطلاعات صدا9 همراه باشد استفاده نمود.

3-3) استفاده از یک تنظیم کننده آکوستیک.

4-3) استفاده از یک تنظیم کننده ی سرعت موتور با دقت1٪ = و 10= دور بر دقیقه، یا هر کدام که بزرگتر باشد.

5-3) استفاده از یک بادسنج (اگر آزمایش در محوطه بیرون انجام پذیرد).

6-3) در صورت امکان از یک میکروفون استفاده شود این میکروفون (Wind sgreen) نباید بیش از1+ دسی بل برای فرکانس های 20 تا 4000 هرتز یا 1/2= دسی بل برای فرکانس های 4000 تا 10000 هرتز روی پاسخ آن تأثیر بگذارد.

4) محیط) سطوح صدای موتور باید در محیطی اندازه گیری شود که نتایج حاصله معادل با نتایج به دست آمده در یک فضای آزاد بالای یک سطح منعکس کننده باشد اندازه گیری ها ممکن است در یک فضای مسطح باز و یا در یک سلول آزمایش تنظیم شده آکوستیکی انجام پذیرد.

1-4) اگر چنانچه از یک فضای باز مسطح استفاده می شود این سطح عاری از هر گونه تأثیر سطوح منعکس کننده ی بزرگ نظیر تابلوهای علائم، ساختمان ها ، خودروهای پارک شده و یا دامنه کوه تا فاصله 30/4 متری از موتور و میکروفون باشد و هم چنین این سطح تا فاصله 15/2 متری موتور و میکروفون باید عاری از برف ، علف ، خاک سست یا دیگر مواد جاذب صدا باشد محوطه میان موتور و میکروفون باید بتونی بوده و یا از آسفالت بدون تخلخل و آب

بندی شده در راستای حداقل 3 متر در کلیه امتدادهای خط مابین موتور و میکروفون تشکیل شده باشد.

4-2) اگر چنانچه از سلول آزمایش تنظیم شده آکوسیتکی استفاده می گردد این سلول باید در مقایسه فضای مسطح باز، برای هر اکتاو سنجشA (A-weighted) و سطح فشار صدای خطی یا (C -weighted) تنظیم شود.

اندازه گیری های حاصل از سلول های آزمایشی و مکان های آزمایشی واقع در محیط خارج به علت طنین انداز بودن پخش صدای زمینه در اندازه گیری های حاصل از آزمون سلول مستقیماً و بدون فاکتور تصحیح قابل مقایسه نیست فاکتور تصحیح سلول آزمایش و روش تعیین فاکتور تصحیح باید به همراه سطوح اندازه گیری شده صدای موتور گزارش گردند.

4-3) سطوح فشار صدای محیط (شامل تأثیرات باد) ناشی از منابعی غیر از منابع اندازه گیری شده موتور، باید حداقل 10 دسی بل زیر سطح صدای موتور تحت آزمایش باشند.

4-4) به علت تأثیر گذاری محسوس ناظران واقع در مجاورت موتور و میکروفون بر پاسخ اندازه گیری نباید بیش از یک نفر به غیر از شخص قرائت کننده مقادیر در محل حاضر بوده و آن فرد نیز باید مستقیماً در پشت شخص قرائت کننده به روی خط واقع بین میکروفون و قرائت کننده قرار داشته باشد اگر اپراتور اندازه گیر یا اپراتور موتور دینام در سلول تست حضور داشته باشند باید در عقب موتور یا حداکثر در فاصله ای مجاز از موتور یا میکروفون قرار داشته باشند.

اندازه گیری ها:

5-1) میکروفون باید یک متر از مراکز طولی صفحات عمومی به شکل کوچکترین مستطیلی که موتور ساده را احاطه نموده اند قرار داشته باشد . اندازه گیری ها باید در هر دو طرف و در جای موتور و در ارتفاعی برابر با ارتفاع مانیفولد اگزوز ولیکن بیش از یک متر بالاتر از کف انجام شود . بازدید سطح صدای سنجشA (A-WEIGHTED) باید در این ارتفاع میکروفن و در این فاصله از جعبه مستطیل انجام پذیرد اگر چنانچه این بازدید ، قرائتی (قرائت هایی با بیش از 3 دسی بل بالاتر از بیشترین قرائت در3 مکان تعیین شده ، نشان می دهد ، سطح صدا در این مکان (مکان ها) نیز گزارش شوند از این رو وضعیت های میکروفون منصوب به موتور بنیادی (ساده) باید برای انجام آزمایشات موتورهای کاملاً مجهز نیز مورد استفاده قرار داده شوند.

5_1_1) اگر چنانچه فضای مسطح باز جهت ارتباط اختیاری با بیشترین اندازه گیری های صدای SAE خودروها مورد استفاده قرار گیرد، اندازه گیری های اضافی صدا ممکن است با قرار دادن میکروفون در ارتفاع 1/2 متر بالای سطح و در 15/2 متر از مرکز موتور انجام شود.

2_1_5) اگر چنانچه فضای مسطح باز جهت ارتباط اختیاری با بیشترین اندازه گیری های سطح صدا ISO، مورد استفاده قرار گیرد. اندازه گیری های اضافی صدا ممکن است با قرار دادن میکروفون در ارتفاع 1/2 متر و 7/5 متر از مرکز موتور روی 7 متر از سطوح بزرگ انجام شود.

2_5) صدا سنج با سایر ابزار نشاندهنده سطح صدا، می بایست برای پاسخ آهسته تنظیم گردد هر یک از موقعیت های میکروفون ، اندازه گیری های زیر انجام گیرند:

الف) سطح صدا با استفاده از شبکه سنجش A (A- WEIGHTED) اندازه گیری می شود.

ب) سطح فشار صدا با استفاده از شبکه خطی یا شبکه سنجش اندازه گیری شود.

ج) سطوح فشار صدا باند اکتاو برای فرکانس های مرکز 63 تا 8000 هرتز، در مکان میکروفون دارای بیشترین سطح صدا طبق سنجش A به صورتی که در پاراگراف (5_1) تعیین گردید، می باشند.

د) اطلاعات گزارش شده، باید مکان میکروفون را مشخص نموده باشد سطح فشار صدای گزارش شده باید متشکل از میانگین دو یا تعداد بیشتری از قرائت ها که در حدود 2 دسی بل با یکدیگر متفاوت اند، باشد.

6) عملکرد موتور: موتور باید قبلاً جهت تنظیم بودن، امتحان شود و باید در شرایط پایدار زیرس از رسیدن به شرایط عملکرد عادی ، عمل نماید :

الف) سرعت و بارگذاری حساب شده .

ب) برای موتور های تنظیم شده حداکثر سرعت تنظیم شده در شرایط بدون بار و برای موتورهای تنظیم نشده سرعت ارزیابی شده در شرایط بدون بار باشد .

ج) سرعت و بار منتج در حداکثر گشتاور .

د) سرعت خلاص کم توصیف شده

بیانیه J1169 _ اندازه گیری سطح صدای اگزوز وسائط نقلیه سبک تحت شرایط ساکن .

1) حدود: این بیانیه از استاندارد SAE روش آزما یش، محیط و تجهزات مورد نیاز اندازه گیری سطح صدای اگزوز در رابطه با وسائط نقلیه سواری چند منظوره و کامیون های سبک را تحت شرایط ساکن ارائه می نماید.

کلیه اندازه گیری های تحت شرایط حالت پایدار انجام می پذیرد از این نظر این روش با روش ISO 5130 که شامل اندازه گیری های تحت شرایط دینامیک شتاب منفی است متفاوت می باشد این روش اندازه گیری سطح صدا به صورت یک راهنما جهت آژانس های دولتی توسعه یافته و مورد بهره برداری قرار گرفته است و همچنین ارائه دهنده آیین نامه های خدمات سطح صدای موجود در خودروها و اجرای روش های اندازه گیری می باشد این روند

در ارزیابی سطح صدای اگزوز و وسیله ی نقلیه توصیه می شود و برای تعیین حداکثر سطوح صدای وسایط نقلیه مورد استفاده قرار نمی گیرد.

1) **تجهیزات :**

2) 2_1) کلیه تجهیزات قید شده در بندهای (4_3) ،(4_5) ،(4_7) از بیانیه SAEJ980(که قبلاً به آن اشاره شد) در این بیانیه نیز جزو تجهیزات ضروری محسوب می شوند و در ای‌نجا فقط به تجهیزات مورد نیاز این بیانیه، اشاره می شود.

2_2) استفاده از یک صدا سنج، طبق مقررات نوع 1، S1A یا نوع 2 ، S2A مورد نیاز در ANSI-S1 .41983

2_3) تنظیم صدا سنج مطابق با دستورالعمل سازندگان آن و با استفاده از یک تنظیم کننده دقیق طبق ANSI S1 .40 _ 1983 در آغاز اندازه گیری ها ، صدا سنج کنترل و تنظیم شده و مجدداً در خاتمه کنترل و ضبط می گردد . (پاراگراف 8_2 را ببینید) .

اگر چنانچه مقادیر قرائت شده کالیبراسیون صدا سنج در طی سری های اندازه گیری، تغییری بیش از 1 دسی بل داشته باشد، آزمایش بی اعتبار تلقی خواهد شد.

3) مکان آزمایش :

3_1) مکان آزمایش دقیقاً همان مکان قیدشده در بند (5_1) از بیانیه saej986 می باشد و از تکرار آن صرف نظر می شود.

3_1_1) به عنوان یکی از شرایط آزمون محوطه خارجی، در صورت امکان از یک نیم اتاق ضدصدا استفاده شود.

3_2) سطح صدای محیط (از جمله تأثیرات باد) از منابعی غیر از وسیله نقلیه تحت آزمایش، باید حداقل 10 دسی بل زیر صدای تولید شده توسط وسیله نقلیه باشد.

1) **تعیین موقعیت میکروفون :**

4_1) میکروفون در فاصله 0/5 متری از نقطه مرجع ، روی لوله خارجی گاز اگزوز (شکل 4) و در یک زاویه 45 درجه (10_ و 0+)نسبت به محور جریان خاتمه لوله (شکل 5) و در ارتفاع نقطه مبدأ ولیکن بیش از 0/2 متر از سطح زمین قرار داده شود.

محور مبنای میکروفون در یک صفحه موازی با سطح زمین، قرار خواهد گرفت و جهت آن به سمت نقطه مرجع، روی خروجی گاز اگزوز تنظیم گردد.

(پارگرافهای 2-4 و 3-4 و 6-7 را ببینید.)

4-1-1) اگر دو محل میکروفون میسر باشد، دورترین محل جانبی ازخط ا لمرکزین طولی وسیله نقلیه، مورد استفاده قرار خواهد گرفت .

4-1-2) اگر محور جریان لوله خروجی د ر0 9 درجه با خط ا لمرکزین طولی وسیله نقلیه قرار داشته باشد میکروفون در نقطه تعیین شده، مطابق با پاراگراف(4-1) که دورترین نقطه از موتور است، قرار داده خواهد شد.

4-2) در رابطه با خروجیهای گاز اگزوز زیر بد نه وسیله ی نقلیه ،میکروفون حد اقل 0/ 2 متر از نزدیکترین قسمت وسیله نقلیه و در نقطه ای از 0/ 5 متری نقطه مرجع روی خروجی گاز اگزوز و در ارتفاعی معادل 0/ 2 متری بالای سطح زمین و نه در خط جریان گاز اگزوز قرار داده شود .

4-3) در یک وسیله نقلیه مجهز به دو یا جند خروجی گاز اگزوز که در فضایی کمتر از 0/3 متر از یکدیگر فاصله دارند و به یک صدا خفه کن صدا ،متصل شده باشد فقط باید یک اندازه گیری انجام گیرد.

میکروفون نسبت به دورترین خروجی از خط المرکزین طولی وسیله نقلیه قرار گیرد و در صورتیکه چنین خروجی موجود نباشد ،نسبت به آن خروجی که بالاترین خروجی از سطح زمین است ،قرار داده شود.

5) روند:

5-1) موتور وسیله نقلیه تحت آزمایش ،در طول مدت آزمون ،در یک درجه حرارت عملکرد عادی ،قرار داشته باشد.

5-2) کاپوت موتور یا در پوش قسمت موتور باید بسته باشد.

5-3) در این صورت مجهز بودن به تهویه مطبوع، باید خاموش گردد.

5-4) با قرارگیری سیستم انتقال قدرت خودرو در حالت خلاص و یا در موقعیت پارک (و استفاده از ترمز دستی جهت اطمینان)،سرعت موتور باید به آرامی از حالت خلاص به 3/4 سرعت موتور افزایش یابد و این سرعت را در مدت زمانی کافی جهت بدست آوردن فرائت صدا سنج ،ثابت نگاه داشته و سپس به آرامی به سرعت خلاص کاهش داده شود.

5-5) خودروی مجهز به سیستم اگزوز جند وجهی و مجهز شده به سوئیچ دستی کنترل گونه اگزوز ،باید برای هر وضعیت سویچ مطابق با پاراگراف (5-4)، آزمایش شود.

6)اندازه گیری‌ها:

6-1) صدا سنج باید جهت خصوصیات زمان متوسط تعریف آرام و برای شبکه سنجش A تنظیم گردد.

6-2) اندازه گیریهای مربوط به هر خروجی اگزوز ،باید با استفاده از مکان (مکانهای)تشریح شده در بخش 3، انجام پذیرد.

6-3) بر عملکرد صدا سنج، در طول مدت فعالیت وسیله نقلیه با سرعت ثابت، طبق پاراگراف (5-4)، نظارت شود. قرائت ثبت شده باید بالاترین سطح صدای مشاهده شده باشد.

(6-4) آزمایشات در رابطه با هر خروجی اگزور تکرار شود تا اینکه دو اندازه گیری بدست آمده در فاصله 2 دسی بل یکدیگر باشد.

سطح صدای گزارش شده جهت خروجی اگزوز، باید سطح صدای مربوط به آن خروجی که دارای بیشترین سطح صدا است، گزارش شود.

6-4-1) در رابطه با وسایل نقلیه با پاراگراف (5-5)،سطح صدای گزارش شده باید برای آن خروجی که دارای بیشترین سطح صدای حاصله است، در نظر گرفته شود.

بیانیه0 7 4 1 J– اندازه گیری صدای منتشر شده توسط خودروهای پر سرعت بزرگراهی

1) حدود و زمینه کاربرد :

این استانداردSAE، معادل با استاندارد IS362-1981 بوده و شامل اصلاحات پذیرفته شده توسط WP2 در استاندارد ECE.R51 می باشد. این سند یک روش مهندسی ،جهت اندازه گیری صدا انتشار یافته توسط انواع وسایط نقلیه شتابدار بزرگراهی (به غیر از موتور سیکلت)، در دنده های متوسط و با استفاده ی کامل از قدرت موتور موجود می نماید.

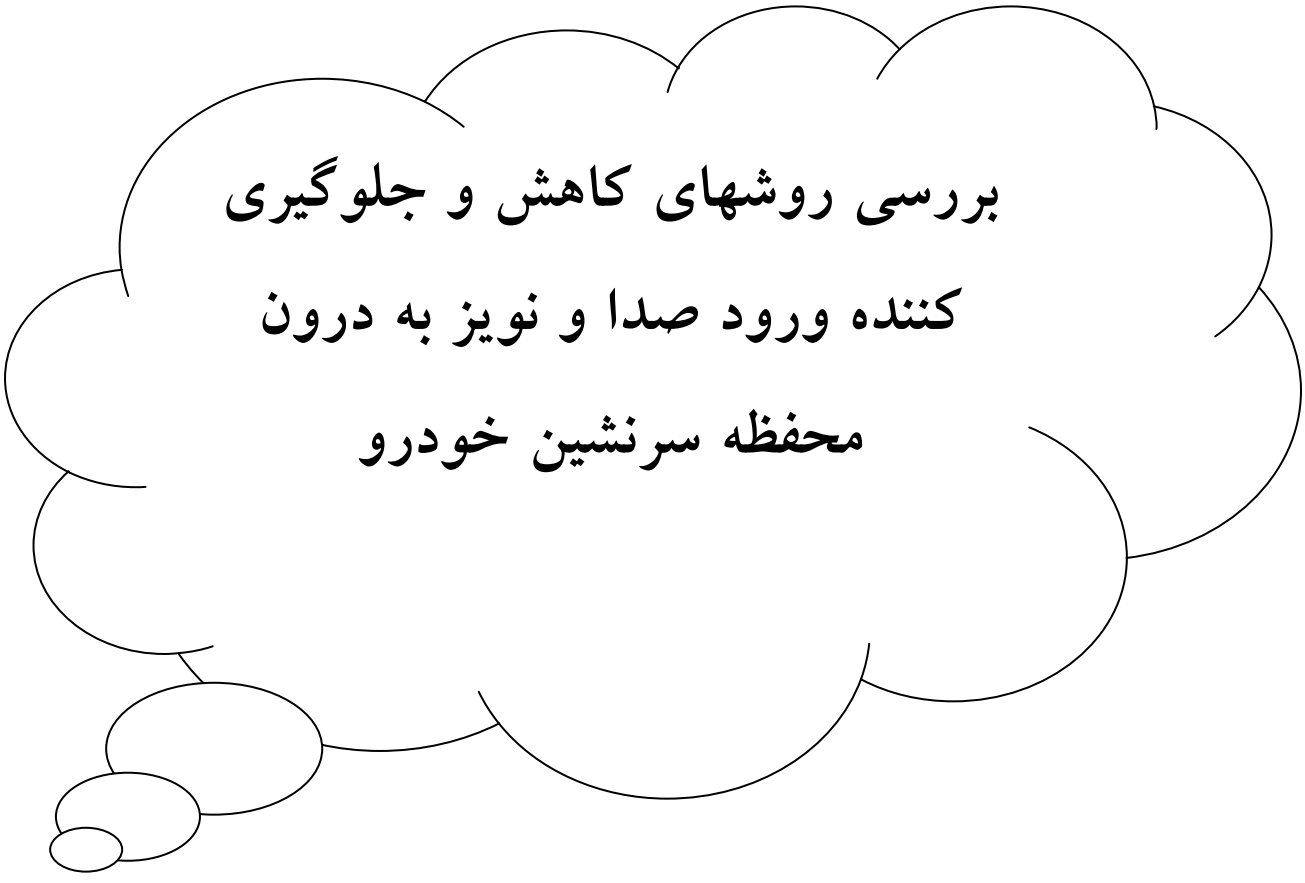
روش طراحی شده در جهت انجام نیازهای مربوط به سادگی و قابلیت تجدید نمایی نتایج ،تحت شرایط عملکرد ایده آل خودرو ،می باشد.اندازه گیریهای انجام شده،با شرایط عملکرد خودرو که بالاترین سطح صدا را مطابق با رانندگی شهری ، نشان می دهند و منجر به تجدید صدا می گردد، مرتبط است.

از این رو یک آزمایش شتاب با دریچه ی گاز کاملا باز از موتور تعیین شده و یا سرعت مشخص وسیله نقلیه، انجام می گیرد.

روش آزمایش مستلزم یک محیط آکوستیکی می باشد که بتواند فقط در یک فضای باز گسترده، بدست آید.

اگر چنانچه اندازه گیریهای روی جاده ای از محیط آکوستیکی که در آن ملزومات مقرر شده در این سند، رعایت نشده باشد، انجام گیرد، باید در صورت امکان بطور محسوس انحراف بوجود آمده میان نتایج بدست آمده بوسیله این روش، اندازه مورد توجه صدا صادر شده تحت شرایط آزمایش را نشان می دهد.

فصل سوم


بررسی روشهای کاهش و جلوگیری
کننده ورود صدا و نویز به درون
محفظه سرنشین خودرو

صداهای حاصل از باد:

هنگامیکه یک اتومبیل در جاده حرکت می کند، هوای روبروی آن به طرفین جریان می یابد و باعث ایجاد نیروهای آیرودینامیکی همچون کشش و دافعه می شود، همچنین جریان هوا با سطح بدنه ماشین عمل معکوس انجام می دهد و سر و صدای آیرودینامیکی ایجاد می کند. صداهای حاصل از باد می توانند کاملا آرام باشند، مخصوصا در سرعت های بالا که برای مسافرین وسیله ی نقلیه مشکل عمده ای را ایجاد می کنند. صداهای زیاد امکان برقرار کردن ارتباط با مسافران و یا گوش دادن به رادیو را مشکل می کند. بطور خلاصه صداهای زیاد حاصل از باد ممکن است نارضایتی مشتری ها را همراه داشته باشد.

بنابر این تولید کنندگان وسایل نقلیه به صداهای حاصل از باد توجه بیشتری می کنند و سعی در کاهش آن دارند. خوشبختانه صداهای حاصل از باد می توانند با توجه دقیق در طراحی و ساخت کنترل شوند.

صداهای حاصل از باد به طور عمده در سرعت های زیاد ایجاد مشکل می کنند، صداهای حاصل از باد در سرعت های کم، خیلی نا چیز می باشند و براحتی با صدای لاستیک و صدای محیط پوشش داده می شود . بنابر این صداهای حاصل از باد برای وسیله ای که برای سرعت

کم و در محدوده شهر تنظیم شده است مشکلی ایجاد نمی کند. برای اتومبیل های لوکس که با سرعت 160 کیلومتر بر ساعت و بیشتر از این طراحی شده اند، صداهای حاصل از باد براحتی می توانند آزار دهنده باشند.

مکانیزم ایجاد صدا و انتقال آن

منبع تولید ـــ مسیر انتقال ـــ دریافت کننده

هنگام روبرو شدن با یک مشکل صوتی ، بهتراست که منبع ، مسیر و دریافت کننده صدار ار مد نظر داشته باشیم ، منبع تولید صدا منطقه ای را توصیف می کند که در آن انرژی از اشکال دیگر به انرژی صوتی تبدیل می شود، پس انرژی صوتی از محل منبع می تابد، این انرژی امکان دارد از طریق هوا، مایعات و یا جامدات منتقل شود. دریافت کننده کسی است که صدا را می شنود و یا اینکه یک میکروفون است.

موقعی که راجع به صداهای حاصل از باد صحبت می کنیم، منابع همان خارجی ترین جریان هوا یا هر چیز دیگر است. مسیرها عبارتند از در و پنجره ها و بدنه ماشین. دریافت کننده سرنشین ماشین است . مسیرها ممکن است تا حدی پیشرفته باشند که صداهای خارجی حاصل از باد را کاهش دهند.

مدل های واقعی و ایده آل منابع صوتی

هنگام مطالعه ی منابع صداهای حاصل از باد، اغلب نسبت دادن منابع حقیقی به مدل های واقعی، مفید خواهد بود. این عمل، مهندسین را قادر می کند تا اثبات کنند که چه منابعی

حاکم است و کمک می کند تا وابستگی صداهای حاصل از باد آن را تخمین بزنند . یکی از منابع واقعی monopole نام دارد، منبع monopole از جریان حجمی لرزانی مانند لوله اگزوز بدون پیچ خوردگی پیستون موتور ناشی می شود.

منبع monopole یک منبع صوتی خیلی کارآمد می باشد، اگر اتومبیل دقیق طراحی شود منابع اولیه monopole که مدخل و اگزوز اتومبیل را شامل می شود، با صداخفه کن قابل پیشگیری است.

انواع منابع فیزیکی صداهای حاصل از باد

در عمل ، اغلب صداهای حاصل از باد در اتومبیل ، در یکی از سه مقوله زیر می گنجد

1. صداهای حاصل از درز و سوراخ
2. صداهای حاصل از حفره و سوراخ های ریز
3. صداهای حاصل از شدت باد

صداهای حاصل از سوراخ ها

صداهای حاصل از سوراخ ها، بوسیله ی مسیر جریان مستقیم که از قسمت خارجی به محل نشستن مسافر ارتباط پیدا می کند، بوجود می آید . فشار هوا معمولاً در خارج از ماشین کمتر از داخل آن است و اختلاف فشار موجب می شود تا هوا در سرعت بالا در بیرون سوراخ جریان داشته باشد. یک مدل تحلیلی ساده بعضی از قسمت های فیزیکی را قابل فهم تر می سازد. فرضاً اگر اختلاف فشار بیرون و داخل ماشین بر اساس نیروی دینامیکی وابسته

به سرعت جاده ای باشد، پس سرعت جریان هوا در سوراخ برابر با سرعت جاده ای وسیله ی نقلیه می باشد. بنابر این اگر به هر علتی جریان هوا نا پایدار باشد. منبع صدای مونوپول خیلی جزئی خواهد بود.

صداهای حاصل از حفره های سوراخ های ریز

حتی اگر سوراخ های مستقیمی وجود نداشته باشد، وجود قسمت خارجی وسیله ی نقلیه می تواند باعث ایجاد صداهای حاصل از باد شود، منابع معمولی صداهای حاصل از درزها در ماشین شامل فضاهای دور درها، فضاهای بیرون آیینه های پشت نما و فضاهای قسمت رادیاتور می باشد.

یک مدل ساده صدای حاصل از درزها، بیان می کند که صدای حاصل از باد توسط لبه انتهایی که در سطح عقبی درزها تلف می شود، بوجود می آید. زمانیکه جریان لایه ای کامل بصورت متلاطم است، هیچ ترجیحی برای تکرار وجود ندارد و طبیعتاً صدای حاصل از درز ایجاد شده بصورت وسیع می باشد.

مدل ساده ی دیگر درزها شامل پدیده ی بازخورد و انعکاس است، در این پدیده ناآرامی از لبه جلویی درز منتشر می شود و به سرعت جریان محلی انتقال می یابد.

این ناارامی در لبه پشتی درز از بین می رود و موجی از صدا ایجاد می کند که به تمام اطراف پخش می شود.

صداهای حاصل از شدت باد

این صداها بوسیله ی فشارهای نوسانی خارج وسیله ی نقلیه که توسط جریان هوا در سطح تولید می شود، بوجود می آید. صدای حاصل از شدت باد عملاً در تمامی ماشین های تولید شده، در سرعت های بالای جاده ای قابل توجه است البته اگر ماشین ، سطوح پایینی از صداهای حاصل از درزها و سوراخ ها را داشته باشد. صداهای حاصل از شدت باد وسیع بوده و عمدتاً کمتر از صداهای زیاد آزار دهنده می باشند .

کاهش صدای حاصل از باد در آیینه بیرونی پشت نما

چون آینه شامل بدنه شفاف با سطح نامناسب است که در منطقه جریان هوا در سرعت بالا قرار دارد باعث میزان بالایی از صدای حاصل از باد می شود، یک روش برای کاهش صدای حاصل از باد در آینه بیرونی پشت نمای این است که آینه را تا حد امکان دورتر از قسمت عقبی جابجا کنیم. یعنی اینکه آینه باید تا حدودی از لبه در دورتر باشد.

کاهش صدای حاصل از باد در برف پاک کن ها

در اکثر ماشین ها منطقه مجزایی برا ی مخفی شدن برف پاک کن ها در مقابل جریان هوا در سرعت های بالا قرار گرفته و باعث ایجاد سطوح صداهای حاصل از باد می شوند. بنابر این اغلب تنها راه حل مورد دسترسی این است که برف پاک کن ها را در لبه پشتی کاپوت قرار دهیم یا آنها را در پشت برخی از انواع منحرف کننده های جریان هوا قرار دهیم.

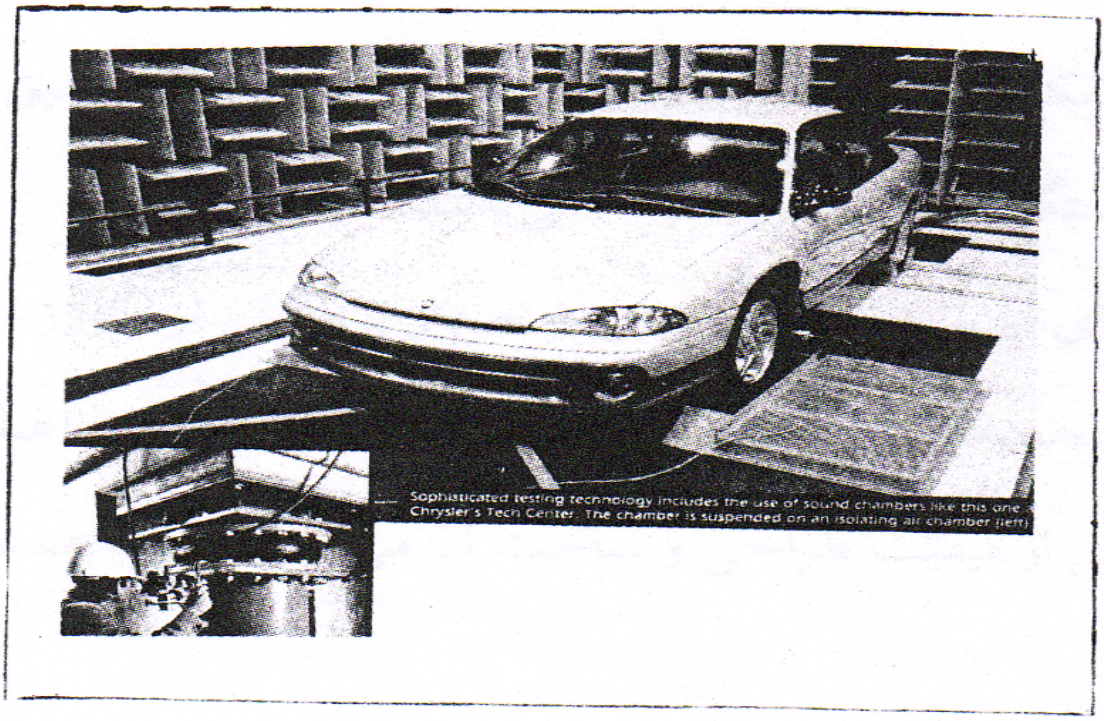
کاهش صدا در آنتن رادیو

صدای ایجاد شده در آنتن رادیو جالب توجه است. اگر ما شیب جزئی را در نظر نگیریم، آنتن به شکل سیلندر دایره ای ساده می باشد و صدای ایجاد شده توسط سیلندر دایره ای به طور جامع مطالعه شده است. روش کاهش یا حذف صدا این است که جریان را طوری قطع کنیم که جریان سست و لرزان در محور سیلندر زیاد بوجود نیاید . بطوریکه نیروهای مرتبط به هم نتوانند شکل بگیرند. روش کلاسیک این است که سیم مارپیچی دور آنتن بپیچیم . این سیم جریان هوا را به حد کافی جابجا می کند به طوریکه یقیناً هیچ صدای زیادی تولید نمی شود.

آزمایشات مربوط به بی صدا کردن اتومبیل ها در داخل اتاق اتومبیل

از اهدافی که سازندگان اتومبیل همواره در پی آن بوده اند بی صدا کردن اتومبیل ها بخصوص در داخل اتاق اتومبیل می باشد؛ چون هرگونه صدایی تولید آلودگی صوتی کرده که در بعضی موارد خطر آن بیش از سایر آلودگی ها می باشد.

حال ببینیم چگونه آزمایشات مربوط به این کار صورت می گیرد و به همین دلیل، به بخشی از کارخانه فورد آمریکا سفری کرده و از کم و کیف ماجرا مطلع می شویم.



شکل

در بدو ورود ملاحظه می کنیم که در داخل فضایی یک دستگاه اتومبیل فورد تا روس قرار گرفته و شعاع های نوری لیزری که به رنگ آبی هستند ترکیب خاصی را در حین عبور از اتومبیل و بدنه ی آن بوجود آورده اند و در یک اتاق که در مجاورت این فضا قرارگرفته یکی از مهندسین طراح مشغول انجام آزمایشات مختلف می باشد.

او توضیح می دهد: ما از این طریق بجای شنیدن صدا آنها را می بینیم. نوری که از اشعه ی لیزری پرتو می افکند در اثر برخورد با اتومبیل و درهای آن در حقیقت باعث تکان خوردن اتومبیل شده و همانند آن است که اتومبیل در حال حرکت بر روی جاده می باشد و این نور لیزری ارتعاشات دریافتی را تبدیل به چیزی می کند که توسط ما قابل رؤیت باشد.

این مرکز در کمپانی فورد یکی از پیشرفته ترین و جدیدترین مراکز مهندسی پیشرفته می باشد که هزینه ی ساخت و طراحی آن بالغ بر 75 میلیون دلار شده است.

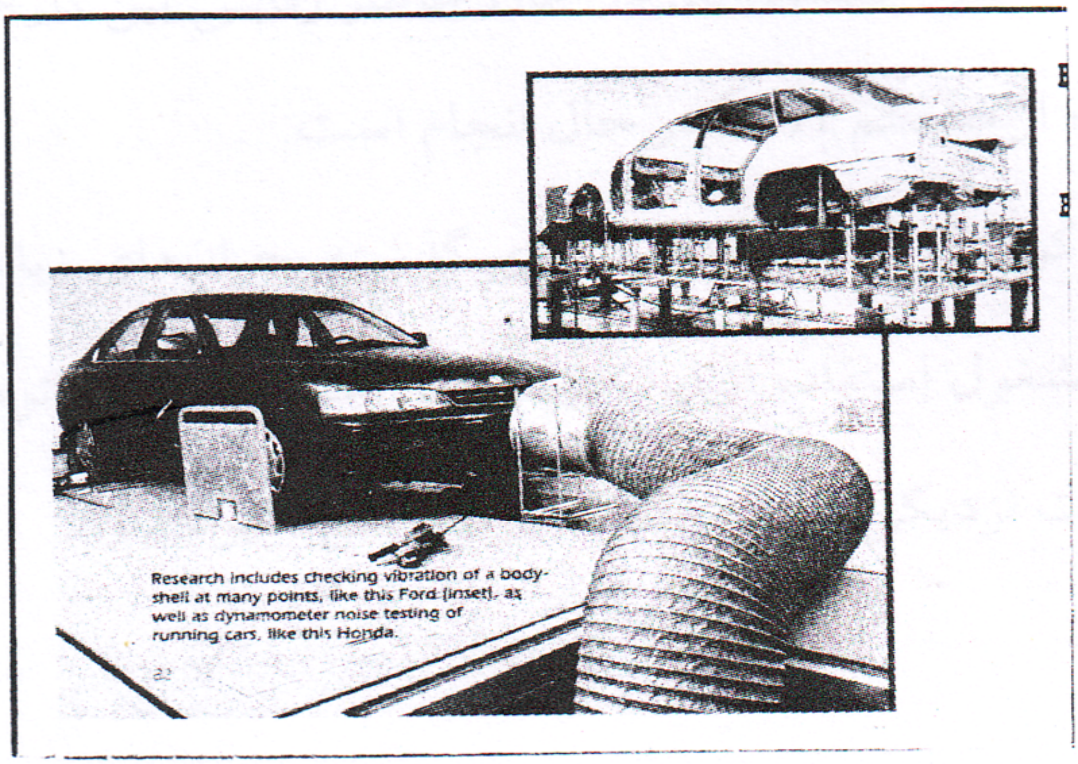
همانطوریکه می دانید صدا از ارتعاش بوجود می آید و ارتعاش عموماً توسط یک برخورد سخت و ناگهانی یک جسم با جسم دیگر حاصل می شود . بنابراین سه عامل صدا ، ارتعاش و سختی همواره به طور مجتمع و یکواحد توسط مهندسین در نظر گرفته می شوند چون منشأ همگی یکسان می باشد.

ضمناً همگی ما می دانیم که اختلافات بین صدا و ارتعاش و سختی ناشی از کوبیده شدن و تشخیص اینکه کدامیک از این سه عامل بیشترین تأثیر را در بروز یک نارسایی در یک مدل دارد کار مشکلی است.

نتیجتاً برای تفکیک و مشخص نمودن این عوامل نیاز به یک تحقیق جامع و فشرده با استفاده از ابزارآلات و دستگاه های بسیار پیشرفته می باشد.

اگر اتومبیل های اسپورتی را که صدای خاص و پر طنینی از اگزوز آنها خارج می شود و صدا اصولاً یکی از مشخصه های اینگونه اتومبیل هاست را کنار بگذاریم اغلب مردم آرامش در یک اتومبیل را که ناشی از کیفیت طراحی و ساخت آن می باشد طالب هستند.

شکل

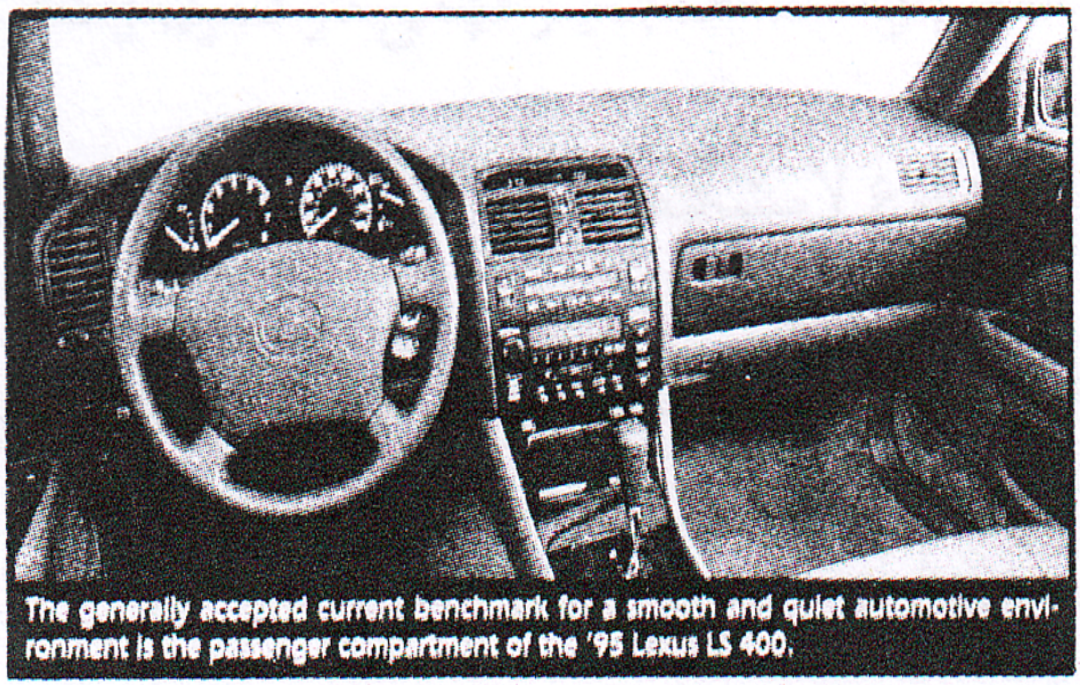


آزمایش بی صدا سازی اتومبیل را NVH نامگذاری کرده اند و بنابر گفته ی یکی از مهندسین کمپانی فورد ، NVH در حقیقت میدان نبردی است که در آن نمی توان کیفیت کالای ساخته شده را به مشتری نشان داد.

حال اگرNVH را در صنعت اتومبیل سازی یک میدان نبرد جدید بدانیم باید اظهار کنیم که پیشکسوت این امر کمپانی تویوتای ژاپن می باشد که اولینNVH را در سال 1989 و زمانیکه در صدد بود اتومبیل لکسوس خود را به بازار عرضه کند طراحی کرد و به مرحله ی پایان رساند و به همین دلیل هم اتومبیل های سدان لکسوسLS400 بطور باورنکردنی آرام

و بی صدا هستند لکسوس در حقیقت با ورود خود مفاهیم جدیدی را از کنترل NVH یا کنترل صدا و کاهش آن بوجود آورد. قسمت های زیادی از بدنه این اتومبیل و کف آن از نوعی ساندویچ فلزی لایه لایه تشکیل شده است که این لایه ها عبارتند از: دو لایه نازک از ورق فولاد که به نوعی موم یا آسفالت جذب کننده لرزش و صدا چسبیده اند. در حال حاضر رقابتی بین کارخانجات مختلف اتومبیل سازی برای استفاده از سیستم NVH در حال انجام است .

کمپانی بزرگ کرایسلر(که در طی سال های گذشته بحران های زیادی راپشت سر گذاشته است) هم اکنون مشغول استفاده از این سیستم در بعضی از انواع اتومبیل های خود می باشد و ضمناً کنترل و نظارت نزدیکی از نحوه کار سایر رقبا مثل تویوتا دارد.



The generally accepted current benchmark for a smooth and quiet automotive environment is the passenger compartment of the '95 Lexus LS 400.

طبق برنامه این کمپانی، قرار بر این است که کرایسلر در تمامی مدل های خود در سال های آینده از این ساندویچ پانل ها یا پانل های لایه لایه استفاده کند. برای سالهای متمادی و پیاپی مهندسین تلاششان این بود که این سیستم را تا آنجایی بسط بدهند که هدف جداکردن و ایزوله کردن قسمت داخل اتومبیل که محل قرار گرفتن سرنشینان است، با سایر قسمت ها باشد.

آنها در طی این سال ها ساختمان فرمان را بیش از پیش ساده کرده اند پدال های گاز و ترمز و کلاچ را کاملاً مجزا و ایزوله کرده اند.

امروزه اولفین قانون برای مهندسین متخصص NVH از بین بردن صدا ، ارتعاش و کوبیده شدن در منشأ و نقطه ی شروع آن می باشد.

سختی و کوبیدگی را در یک اتومبیل می توان با استفاده از بوش های کلفت تر ، کمک فنرهای مجهزتر و تغییراتی در فرم هندسی سیستم فنربندی از بین برد.

با اعمال تغییرات ساده ای مانند تعویض زنجیر تایمینگ موتور و یا استفاده از دو کارتل در موتور بجای یک عدد می تواند کمک بسیار مهمی در کنترل و کاهش صدای حاصل از عملکرد موتور باشد. در این مورد نوع لاستیک و اندازه ی آن نیز بی تأثیر نیست.

کاهش ارتفاع اتومبیل می تواند باعث اصلاح نحوه ی رانندگی شود اما انجام این کار باعث افزایش حالت کوبیده شدن اتومبیل می شود.

هرچه شاسی اتومبیل سخت تر و مقاوم تر باشد باعث کاهش NVH می گردد و چنین شاسی می تواند به طراح در کاهش صداهای تولیدی کمک شایان توجهی بکند. در شاسی هوندای آکورد جدید در مقایسه با مدل های قبلی ، این اتومبیل دارای ضریب ارتعاشی معادل 23/5 هرتز می باشد که به مراتب بهتر است. این اصلاح سبب گردید که سطح صدای تولیدی در داخل اتومبیل تا میزان 4 دسی بل کاهش پیدا کند.

طبق اصول ریاضی در مهندسی آگوستیک کاهش به میزان 3 دسی بل انرژی صوتی را به نصف تقلیل می دهد در حال حاضر آقای « اسر » مسئول عملیات سیستم NVH کرایسلر است و مشغول کار بر روی یک موتور است که کار بس دشوار می باشد. چون پارامترهای زیادی را باید تحت کنترل در آورد. اما او دارای نوعی کمک خاص و انحصاری می باشد.

در داخل فضای آزمایشگاه تکنسین ها توسط میکروفون های استریوفونیک خاصی مشغول بررسی موتور هستند و فاصله ی آنها از موتور به اندازه ی فاصله ی یک سر می باشد تا بدینوسیله بتوانند هرگونه صدایی را که توسط گوش قابل شنیدن باشد تشخیص دهند.

بعد از ضبط چند دقیقه ای بر روی یک نوار دیجیتالی، علائم دریافتی توسط یک برنامه نرم افزاری تجزیه و تحلیل شده و تبدیل به فرکانس های مختلف می گردد.

یک تکنسین می تواند با تفکیک این فرکانس ها از یکدیگر پی به منبع صوتی آن برده و صداهای زیاد و مزاحم را از بین ببرد.

گروه لوتوس انگلستان که تجربه و تخصص زیادی در زمینه ی تولید اتومبیل های اسپورتی دارد چند سالی است که بر روی یک پروژه بنام از بین بردن فعالانه صدا کار می کنند، در بدو امر مدیران این پروژه مشغول تجزیه و تحلیل صداهایی بودند که در داخل اتاق وجود داشت و به سایر قسمت ها توجهی نداشتند. و در صدد رفع این صداهای مزاحم بودند. یک میکروپروسسور علائم صوتی را پس از دریافت، تجزیه و تحلیل کرده و واکنش مناسب را نشان می داد یعنی از طریق سیستم صوتی اتومبیل تمام صداهای نا خواسته را از بین می برد.

مهندسین ضمناً امیدوارند که بتوانند لرزش اتومبیل را تا حد امکان پایین بیاورند و انجام این کار توسط یک ماده عجیب بنام محلول رئولوجیکال صورت می گیرد.

میزان چسبندگی این محلول بستگی مستقیم با شدت جریان الکتریکی دارد که از آن عبور می کند و چنین ویژگی می تواند مورد استفاده آن را برای دسته ی موتورها تبدیل به نمونه ی ایده آل بنماید. دسته ی موتورهای مکانیکی باید دو معضل کاملاً متفاوت را حل کنند. ابتدا آنها باید طوری نرم باشند که ارتعاشات دریافتی را از خود انتقال ندهند و در عین حال به قدری مقاوم باشند تا چنانچه با مانعی در جاده برخورد کردند ضربه ی حاصله از این برخورد را به موتور و اتاق و سایر قسمت های اتومبیل منتقل نکنند. اما یک دسته موتور کامپیوتری که حای مایع رئولوجیکال می باشد قابلیت سوئیچ کردن در حالت های مختلف را بنابر دستور و نیاز راننده دارا می باشد. همزمان با پیشرفت تکنولوژی در زمینه ی راه حل های کاهش صدای

تولیدی در موتور مهندسین به نوع دیگری از صداها برخورد کرده اند که می توان به آنها صداهای مشکوک نام نهاد که تا قبل از آن قابل تشخیص نبودند. به عنوان نمونه زمانیکه مهندسین تویوتا مشغول توسعه و تجهیز و تکمیل لکسوس LS40 بودند صدای خاصی شنیدند که تا قبل از آن این صدا قابل تشخیص نبود. بعد از جستجوی زیاد متوجه شدند که منبع از آنتن تلفن سولار یا ماهواره آن می باشد . بنابر این می بایست آنتن دیگری با طرح دیگری را که بیشتر فرم ایرودینامیکی داشته باشد برای آن می ساختند. ظهور اتومبیل های برقی معضل سیستم NVH را بیش از پیش برای اتومبیل سازان دشوار کرد چون در اتومبیل های معمولی صدای موتور همانند ماسک و پوششی بود بر روی سایر انواع صدا و اجازه شنیده شدن آنها را نمی داد ولی در اتومبیل های برقی دیگر از چنین ماسک و پوششی خبری نبود. برای کاهش صدای حاصل از تماس تایرها با سطح مسیر حرکت تا کنون تحقیقات بسیار زیادی انجام گرفته است. تایر ها اصولاً 2 تیپ صدا تولید می کنند یکی از این صداها ناشی از تایر اسلپ می باشد که صدایی است ناشی از برخورد عاج های لاستیک با سطح آسفالت یا مسیر حرکت و دیگری استراکچربورن می باشد که صدایی است که بوجود آمده از لرزش ناشی از تماس تایرها و سطح جاده می باشد. همگی ما تاکنون بر سطوحی رانندگی کرده ایم که بعضی از این سطوح ، تایر یا لاستیک اتومبیل را وادار به بروز انواع و اقسام صدا کرده اند و برای رفع این صداها مهندسین با استفاده از شبیه سازی بسیار پیشرفته کامپیوتری تلاش کرده اند که با تغییر عاج لاستیک و یا اندازه آن صدا را تا حداقل کاهش دهند. در رابطه با

سیستم NVH دستیابی به چیزهایی که مورد نظر مشتریان می باشد کار بسیار مشکلی می باشد.

یکی دیگر از روش هایی که برای جلوگیری از آلودگی صوتی حاصل از تماس لاستیک بر سطح خیابان و نیز کشیده شدن لاستیک بر سطح خیابان به هنگام ترمز کردن وجود دارد استفاده از رزین های مناسب که در برابر حرارت و فشار مقاومت دارند در آسفالت خیابان های شلوغ می باشد.

لازم به توضیح است که در سرعت های پایین آلودگی صوتی موتور بر سر و صدای موتور را می پوشاند. لذا استفاده از مواد مناسب در آسفالت خیابان که بتواند سرو صدای لاستیک ــ خیابان را کاهش دهد بسیار مفید است یکی از این مواد رزین است که تحقیقات در این مورد در حال انجام می باشد.

قدرت شنوایی انسان و تشخیص و مقایسه ی صدا از یکدیگر توسط مغز انسان بسیار محدود است، بنابر این استفاده از کامپیوترهای جدید و تکنولوژی صدا با توجه به این محدودیت در حقیقت نوعی کیمیاگری در دنیای صداها تلقی می شود.

کاهش سطح سر و صدا در اتومبیل های مدرن

اتومبیل های جدید وسایل راحت تری برای حمل و نقل نسبت به اتومبیل های قدیمی هستند .این احساس راحتی که در بسیاری از اتومبیل های مدرن به راننده دست می دهد، مدیون پیشرفت ارگونومی و توجه به این عامل در اتومبیل است. به غیر نکات اندازه

شناسی یا انتروپومتری کاهش سطح سر و صدا و ارتعاش در بهینه کردن فضای اتومبیل از عوامل مهم ارگونومیکی شدن اتومبیل ها است.

صدا در ارگونومی

کلمه ی ارگونومی (ERGONOMICS) از دو واژه ی (ERGO) و (NOMOS) به معنی کار و قاعده و و قانون ساخته شده و مترادف آنهم مهندسی عوامل انسانی (Human Factors Engineering) می باشد و در کشورهای مختلف کاربردهای متفاوت دارد . ارگونومی در جهت نیل به اهداف و دستورالعمل ها از علوم مختلف به ویژه آناتومی، فیزیولوژی، آنتروپومتری، مهندسی، روانشناسی و جامعه شناسی، بیوفیزیک و بیوشیمی و ... استفاده به عمل می آورد.

به هر حال با استفاده از مجموعه ی این علوم دانشی توصیف می گردد که کاربرد آن در کلیه ی جوامع انسانی موجب حفظ و حراست از نیروی انسانی ، رفاه اجتماعی و آرامش عمومی گردیده و فعالیت و زندگی را نشاط انگیز و متناسب با تواناییهای جسمانی ، روانی و اجتماعی انسان جلوه گر می سازد و در نهایت انطباق لازم را بین انسان و محیط کار و زندگی بوجود می آورد. از عوامل بسیار مهم که می تواند این تعادل را بر هم زده یا تأثیر بگذارد، عامل صدا می باشد(صدا با توجه به فراگیرترین مسئله جوامع بشری و زیست محیطی و اهمیت ویژه آن مورد توجه قرار گرفته است) صدای موجود در جوامع می تواند ناشی از عوامل مختلفی باشد که قبلاً توضیح داده شد. لیکن در مورد منابع صدا اختلاف عمده ای در

بین جوامع وجود دارد که شناخت آنها از دیدگاه های مختلف حائز اهمیت می باشد. با توجه به مطالب فوق و تأثیر صدا در نزد انسان ، از دیدگاه ارگونومی مسئله را مورد توجه قرار می دهیم.

افت شنوایی

عارضه ی اصلی در تماس با صدای بیش از حد تراکم مجاز (T.L.V) کاهش شنوایی می باشد که در بروز این عارضه سه عامل مهم شدت ، فرکانس و مدت تماس از اهمیت خاصی برخوردار می باشند. با توضیح اینکه دستگاه شنوایی ارتباط انسان با محیط را فراهم می آورد، این عارضه باعث می گردد افراد ارتباط منطقی و صحیح را از دست داده و در همین راستا مشکلات و مصائب جبران ناپذیری بوجود می آید.

اختلال در محاوره و درک گفتار

با افزایش صدای محیط حساسیت گوش به درک گفتار تقلیل می یابد و ظرفیت تشخیص صدای معین در داخل صداهای دیگر بوسیله ی دامنه ی شنوایی در مقابل صدای مورد بحث تعیین می گردد و هر قدر صدای محیط اضافه شود دامنه ی دامنه ی شنوایی اضافه شده و ادامه یابد تا این که صدا به حدود 80 دسی بل A برسد که در این صورت درک گفتار و تشخیص آن با صدای زمینه مشکل می گردد و به ویژه درک صحیح حروف بی صدا از اهمیت قابل توجهی برخوردار می گردد و بنابراین ارتباطات کلامی بین انسان ها دچار اختلال

شده و ارتباط منطقی و صحیح برقرار نمی گردد. نتایج این اختلال در محیط های صنعتی و مخاطره انگیز خسارت جبران ناپذیر به بار می آورد.

تأثیر در تولید

در خصوص اثرات صدا بر کارکرد شغلی و بهره وری نظریه های متفاوتی وجود دارد که برخی از تحقیقات نشان می دهد صدا به علت اختلال در گفتگو ، ایجاد حواس پرتی ، افزایش تحریک فیزیولوژیک و کاهش آن با افزایش زمان، تحریک ناگهانی، عدم تمرکز فکری، و وضعیت روانی باعث می شود در نهایت روی کارکرد انسان تأثیر گذاشته و در تولید و بهره وری انسان مؤثر واقع گردد که نتیجه ی آن اختلال در تطابق انسان با محیط کار خواهد بود .

تأثیر روی عملکرد فیزیولوژیک بدن:

تحقیقات به عمل آمده نشان می دهد که تماس انسان با صدای بیش از حد تراکم مجاز با توجه سه عامکل مهم فرکانس، شدت و مدت تأثیر، روی سیستم حیاتی انسان داشته و باعث بالا رفتن فشار خون، افزایش متابولیسم ، افزایش تحریک پذیری ، برهم خوردن فعالیت سیستم گوارشی و ... می گردد. بنابر این انسانی که دچار چنین تغییرات فیزیولوژیک می گردد قطعاً قدرت انطباق با محیط را از دست داده و مستعد برای پذیرش خطا خواهد بود.

تأثیر بر خواب :

صدا از مهم ترین عوامل ایجاد اختلال در خواب است و تحقیقات به عمل آمده تویط سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) مؤید این موضوع می باشد در اینجا به طور خلاصه به گزارش چند تحقیق مهم انجام یافته در این رابطه می پردازیم.

1 . **تحقیقات تیزان و همکاران (1969):** نشان می دهد که احتمال بیدار شدن افراد با افزایش صدا تا 70 دسی بل A افزایش می یابد.

2 . **تحقیقات مری و همکاران (1971):** بیانگر آن است که صدای بوجود آمده از ترافیک سبک بیشتر از صدای تنرافیک سنگین خواب افراد را دچار اختلال می کند.

3 .**تحقیقات ریلانور و همکاران (1972):** نشان می دهد که ساکنین مجاور فرودگاه ها در طول شب و تماس با صدای هواپیما حدود 60 ٪ بیشتر از سایر شهروندان اشکال در خواب دارند.

4 . **تحقیقات اسادا و همکاران (1974):** بیانگر آن است که اگر صدای عبور قطار از روی پل 40 دسی بل A باشد باعث بیداری انسان ها می باشد.

5 . **تحقیقات استیمیک و همکاران (1975):** نشان می دهد که صدای 45 دسی بل A برای بیدار شدن 52 ٪ افراد خوابیده کافی است و حدود 30 ٪ افراد با صدای 70 دسی بل A نیز بیدار نمی شوند.

6 . **تحقیقات ابرهارت و همکاران (1987):** نشان می دهد تماس با صدای بیشتر از 55 دسی بل A بر میزان بیدار شدن افراد می افزاید.

7 . **تحقیقات اوهرستررم (1992)**: بیانگر آن است که در مناطق پر صدا تعداد بیشتری از افراد مشکل خواب رفتن، داشتن خواب سبک و استفاده از داروهای خواب آور دارند.

8 . **تحقیقات هورن و همکاران (1994)**: نشان می دهد که پرواز شبانه هواپیماها بر ساکنین مجاور چهار فروزگاه کشور انگایس بر مراحل چهارگانه خ.اب تأثیر گذاشته و در میان مردان و زنان این تأثیر متفاوت است.

پیشنهاد سازمان جهانی بهداشت (W.H.O)

برای جلوگیری از بروز اختلالات در خواب مقدار پیشنهادی صدا توسط سازمان مذکور 35 دسی بل A می باشد که نباید از مقدار فوق افزایش دامنه داشته باشد.

با توجه به مطالبی که راجع به صدا در ارگونومی گفته شد اکنون ببینیم برای کاهش سرو صدا و ارتعاش که در بهینه کردن فضای اتومبیل از عوامل مهم ارگونومیکی شدن اتومبیل ها هستند، در اتومبیل های مدرن چه روش هایی وجود دارد.

همانطوریکه میدانیم منابع مهم سر و صدا در اتاق اتومبیل صدای باد، زوزه موتور و صدای جاده است که از طریق اتاق و بدنه ی اتومبیل به داخل منتقل می شود.

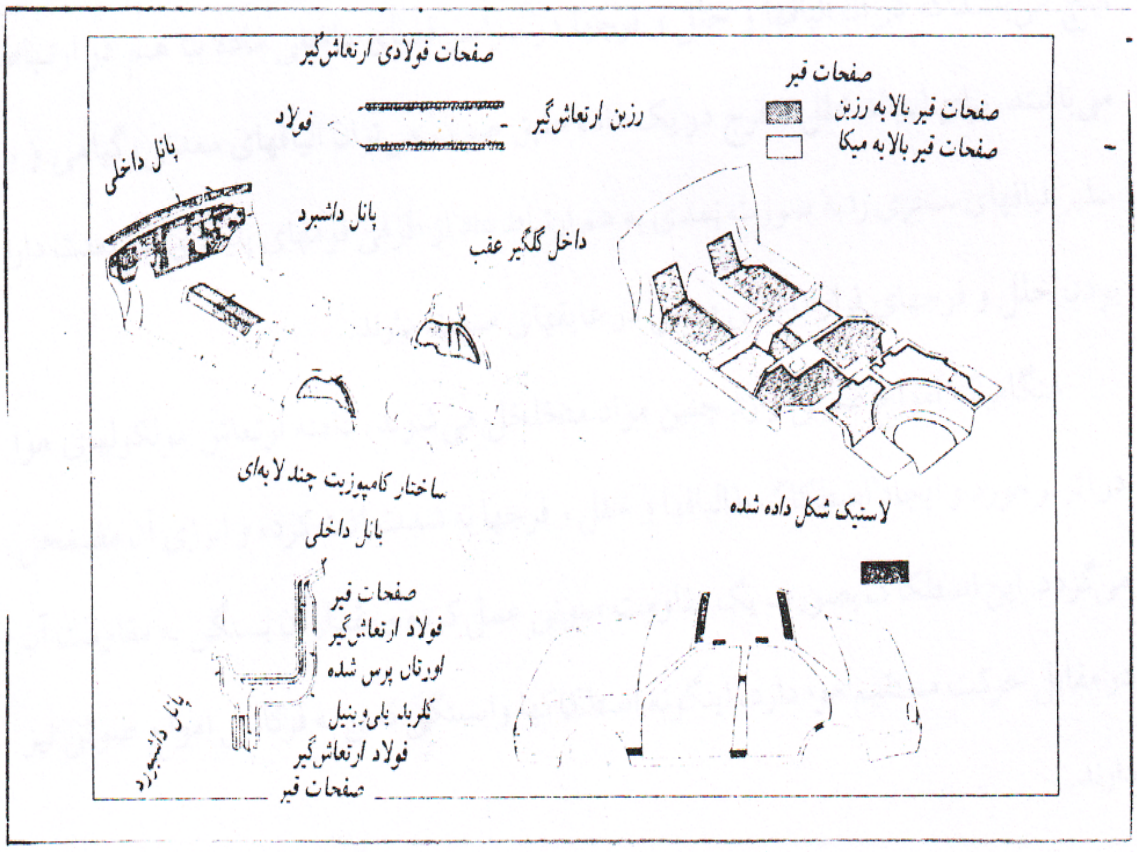
این سروصدا در نقاطی بیشتر است که اتاق مستقیماً متصل شده و هیچ ربطی وجود ندارد. نقاطی که اتصال مستقیم دارند مهم ترین منابع سرو صدا و ارتعاش هستند.

حال ببینیم از چه طریقی می توان این سرو صدا و ارتعاش را در اتومبیل کاهش داد؟

بهترین روش کاهش ارتعاش و صدا، قرار دادن مواد صدا گیر در نقاط استراتژیک است که همچون اسفنجی ارتعاش و سروصدا را به خود جذب کرده و از انتقال آن جلوگیری می کنند. یکی از معروف ترین این مواد فولادهای ارتعاش گیر هستند. برای ساخت این فولادها یک لایه رزین را بین دو ورق فولادی قرار می دهند و این ساختمان بخش عمده ای از ارتعاش را به خود جذب می کند. این مواد مصرف زیادی در پانل داشبورد، تسمه های کناری، پانل کف در جلو و عقب و محفظه ی داخلی گلگیر عقب دارند که به خوبی صدای جاده و صدای موتور را می گیرند.

استفاده از لایه های قیر، رزین و میکا در کف اتومبیل باعث کاهش هرچه بیشتر ارتعاش ناشی از صدای جاده و موتور می شود. جدیدترین روش برای کاهش سروصدا استفاده از ساختارهای چند لایه ای کامپوزیت است. ترکیب این مواد و نحوه ی قرارگیری آنها در اتومبیل از بهترین عوامل کاهش ارتعاش و سروصدا و نهایتاً آرامش و آسایش در اتومبیل در هنگام حرکت است.

شکل



عملکرد عایق های صوتی:

وقتی امواج صوتی به یک ماده برخورد می کنند ، بخشی از انرژی آنها با تبدیل شدن به حرارت در واقع جذب ماده می شوند و به عبارت دیگر آن ماده توانسته است به عنوان یک عایق صوت عمل کند. اکثر مواد در حدودی جاذب صوت هستند اما بعضی از مواد از این نظر وظیفه بهتری را انجام می دهند، این مواد به عایق صوت و یا جاذب صوت(acoustital materials) مشهور می باشند.

حداقل ضخامت در مواد جاذب صوت نمدی با خلل و فرج بالا 1/ 27 سانتی متر یا 0/5 اینچ می باشد که در آن الیاف ها و خللل فرج ها در سراسر فضای داخلی ماده با هم در ارتباط می باشند. برای ایجاد خلل و فرج در یک ماده عایق صوت می توان الیاف های معدنی گیاهی

و یا سایر الیاف های سنتزی ا به صورت نمدی به هم ارتباط داد از طرفی فوم های پلیمری هم بعلت دارا بودن خلل و فرج های فراوان نقش مهمی در عایق های صوت دارند.

هنگامیکه امواج صوتی وارد چنین مواد متخلخل می شوند ، دامنه ارتعاش مولکول های هوا در اثر برخورد و ایجاد اصطکاک با الیاف ها و خلل و فرج ها به شدت افت کرده و انرژی آن مضمحل می گردد . این اصطکاک به صورت یک مقاومت صوتی عمل کرده و مقدار آن بستگی به مقاومت آن در مقابل حرکت مستقیم هوا دارد، اینگونه اصطکاک ها وابستگی کمی به فرکانس امواج صوتی نیز دارند.

مقاومت جریان عبارت از نسبت افت فشارهوا به سرعت عبور آن در عرض سک ماده می باشد که بر حسب (Dyne _ sec/cm3) بیان می شود. مقاومت جریان باید در یک محدوده ی معینی باشد تا بتواند عمل جذب صوت را در حد بالائی انجام دهد . اگر این مقاومت خیلی پایین باشد اصطکاک لازم جهت جذب انرژی امواج صوتی بوجود نمی آید. مقدار اپتیمم مقاومت جریان تابع فرکانس، ضخامت چگونگی نصب ماده جاذب می باشد.

عامل دیگری که به طور عمده در محدوده ی فرکانس پائین جهت جذب صوت مؤثر است عمق فضای موجود بین سطح ماده جاذب صوت و سیستم سخت نگهدارنده پشت سر آن می باشد. حجم هوای بین سطوح فوق الذکر عبارتست از مجموع هوای موجود بین خلل و فرج های ماده جاذب صوت و سیستم نگهدارنده ی پشت سر آن . در مورد دوم این مقدار ممکن است از صفر یعنی زمانیکه ماده کاملاً به سطح نگهدارنده چسبیده است تا چند فوت

هنگامیکه ماده در یک فاصله ای از سطح نگهدارنده نصب شده است ، تغییر کند. هنگامیکه عمق کل از یک چهارم طول موج کمتر باشد ، ضریب جذب فرکانس پایین ماده با کاهش فرکانس کاهش می یابد . فرکانسی که پایین تر از آن باعث کاهش ضریب صوت می گردد به طور تقریب با رابطه ی زیر داده می شود :

$$F=\frac{E}{(2d)}\ Hz$$

که در e سرعت صوت، d عمق کل فضای هوا است. بنابراین در عمق های حداقل 2 /1 سانتی متر می توان ضریب صوت را در فرکانس های پایین در حد مطلوب حفظ کرد . این رابطه همچنین نشان می دهد که مواد با ضخامت 27 /1 الی 54/ 2 سانتی متر (5 /0 الی 1 اینچ) وقتیکه مستقیماً به یک سطح نگهدارنده اتصال می یابند در فرکانس های 125 و 250 هرتز جذب پایینی دارند.

جهت تنظیم فرکانس امواج صوتی در حال عبور از یک ماده جاذب صوت اکثر اوقات بر روی سطح ماده از یک ماده مناسب فلزی و یا ورق های نازک دیافراگمی پوشش می دهند تا در اثر برخورد امواج صوتی با فرکانس پایین این فرکانس تقویت شده و موج صوتی با فرکانس مناسب وارد ماده جاذب صوت شود تا در اثر این فعل و انفعال ضریب جذب مناسب ماده ظاهر شود.

عوامل مهم در جذب صوت :

ضریب جذب صوت :

ضریب جذب صوت یک ماده عبارتست از میزان خصوصیات جذب صوت یک ماده . به طور واقعی برابر است با جزئی از قدرت یا انرژی صوت انتشار یافته به صورت اتفاقی که بوسیله ی ماده جذب شده و یا انعکاس نیافته باشد . بعنوان مثال ضریب جذب 65 ٪ نشان می دهد که 65 درصد انرژی صوت انتشار یافته بعد از برخورد به ماده جذب شده است . ضریب جذب صوت هر ماده با فرکانس تغییر می کند معمولاً ضریب صوت هر ماده در فرکانس های 125، 250 ، 500 ، 1000 ،2000 ، 4000 هرتز زارش می شود .

تغییرات قدرت جذب با زاویه ی انتشار مو ج :

در یک فرکانس معین ضریب جذب هر ماده با زاویه انتشار امواج صوتی تغییر می کند . در یک اطاق ، امواج صوتی در زوایای مختلفی به کف و دیواره ها برخورد می کنند ، که کم و بیش به صورت اتفاقی توزیع می شود . با توجه به مطالب فوق ضرایب جذب انتشار یافته برای مواد تجارتی عمدتاً با استفاده از روش های استاندارد اندازه گیری و انتشار می یابد که در اینگونه روش ها تأثیر زوایای مختلف برخورد امواج صوتی به مواد در نظر گرفته می شود

ضریب کاهش سر و صدا :

ضریب کاهش سرو صدا (NRC) یک ماده عبارت است از یک عدد منفرد که مقدار متوسط ضرایب جذب ماده در فرکانس های 250 ، 500 ، 1000 ، 2000 هرتز می باشد. به عنوان مثال اگر ماده ای دارای ضریب جذب های زیر باشد :

Frequeney , Hz	Absoroption Coepficient
125	0/07
250	0/25
500	0/70
1000 0/99	
2000	0/99
4000	0/98

ضریب کاهش سروصدا برای این ماده برابر است با :

(0.26 + 0.70 + 0.99 /4 =0.75

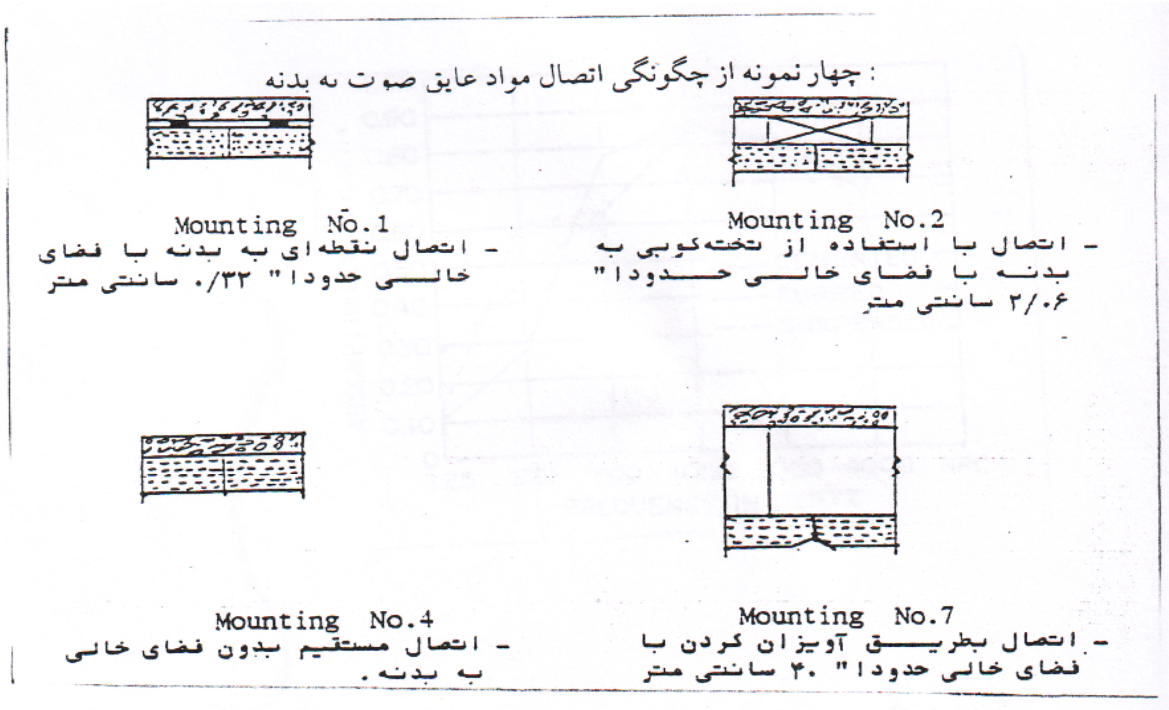
+0.99)

ضرایب کاهش سروصدا بیشتر در موارد کنترل سروصدا از نظر انتخاب مواد با کیفیت مناسب بکار می روند . اما در مواقعیکه امواج صوتی در فرکانس های پایین و بالا وجود داشته باشند بهتر است که از ضریب جذب مواد استفاده شود. زیرا ممکن است که یک ماده ای نسبت به ماده ی دیگر دارای NRC بالاتری باشد ولی در فرکانس های پایین مثلاً 125 ضریب جذب صوت مناسبی نداشته باشد که این امر در موارد خاص کنترل سروصدا حائز اهمیت است.

تأثیر چگونگی نصب و اتصال ماده ی عایق صوت به بدنه :

ضرایب جذب صوت مواد بستگی به چگونگی نصب آنها دارد . بدین منظور استانداردهای نصب مختلفی جهت آزمایش و تست اندازه گیری های ضرایب جذب وجود دارد. وقتیکه ضرایب جذب یک ماده ای در فرکانس های مختلف داده می شود، معمولاً به یکی از روش های نصب شده در شکل (3 _ 9 _ 1) عمل می شود.

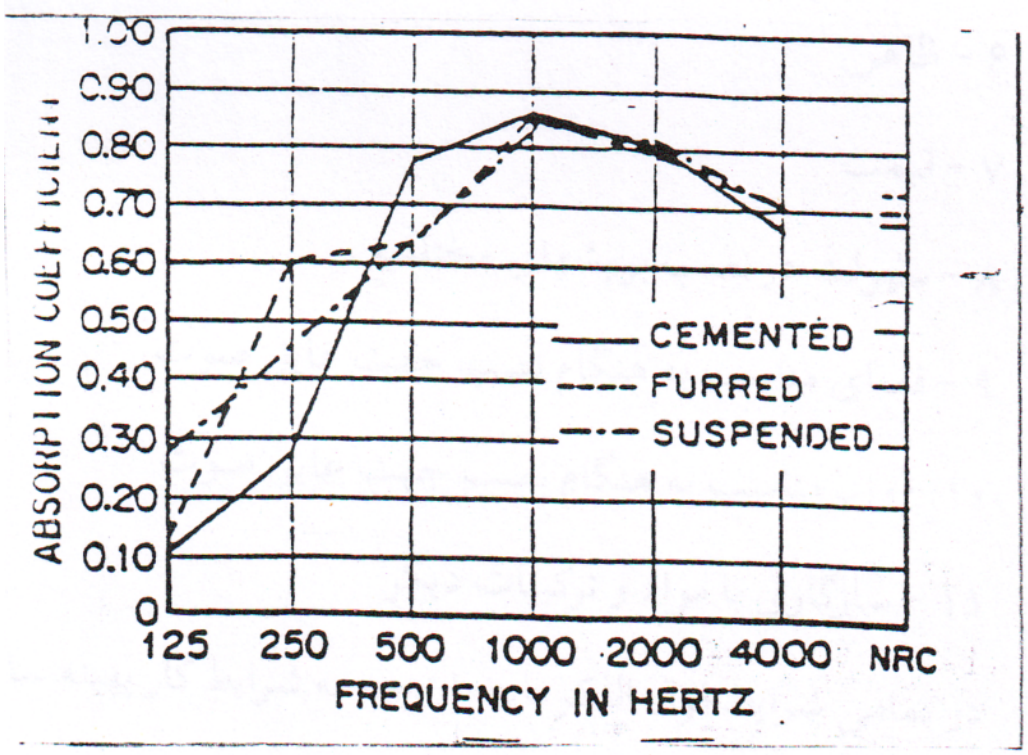
شکل (3 _ 9 _ 1)



شکل (3 _ 9 _ 2) مقادیر اندازه گیری شده ضرایب جذب صوت برای یک ماده خاص که در شرایط مختلف به بدنه نصب گردیده است نشان داده شده است. مشاهده می شود که وقتی ماده جاذب صوت بروش تخته کوبی (Furred) و یا معلق سازی به بدنه ی اتصال می یابد جذب صوت در فرکانس های پایین افزایش می یابد. از آنجائیکه ضریب

جذب مواد در اشکال مختلف اتصال به بدنه تفاوت دارد بنابراین باید دقت کرد که ضریب جذب داده شده برای دو ماده ی مختلف در شرایط یکسان اتصال به بدنه باشد تا این دو ماده قابل قیاس باشند.

شکل (3 _ 9 _ 2)



نکات مهم در انتخاب مواد جاذب صوت

علاوه بر ضرایب جذب مطروحه در مورد مواد عایق صوت خصوصیات مهم دیگری نیز باید در مورد این مواد مورد ملاحظه قرار گیرند که مهم ترین آنها عبارتند از :

1 .گسترس شعله و پایداری در مقابل آتش

2 .استحکام مکانیکی و مقاومت در شرایط سخت

3 .پایداری ابعادی

4 .انعکاس نور

5 .نگهداری ، قابلیت تمیز شدن و قابلیت رنگ شدن

6 .ظاهر

7 .قیمت

8 .سهولت در نصب بروش های مختلف

9 .فضای مناسب به هنگام نصب جهت عایق صوت

10 .وزن مناسب به هنگام نصب جهت عایق صوت

11 .سازگاری با مواد و ترکیبات دیگر

در تمامی شرایط فوق الذکر باید با توجه به شرایط کار بهینه سازی خواص صورت گرفته و سپس یک ماده خاص با شرایط بهینه انتخاب گردد. بطور مثال در مورد گسترش شعله باید گفت که هرچه سرعت حرکت شعله در ماده ای بیشتر باشد خطر گسترش آتش در آن مکان افزایش می یابد و در واقع از چنین موادی نباید استفاده شود هر چند ضریب جذب صوت بالایی داشته باشند.

از نظر خواص مکانیکی : اغلب پوشش های عایق صوت از نظر خواص مکانیکی ضعیف بوده بطوریکه باید برروی سطوح آنها از یک حفاظ استفاده کرد تا قدری خواص مکانیکی تقویت شود. مواد عایق صوت باید در محیط های مرطوب از پایداری ابعادی بالایی برخوردار

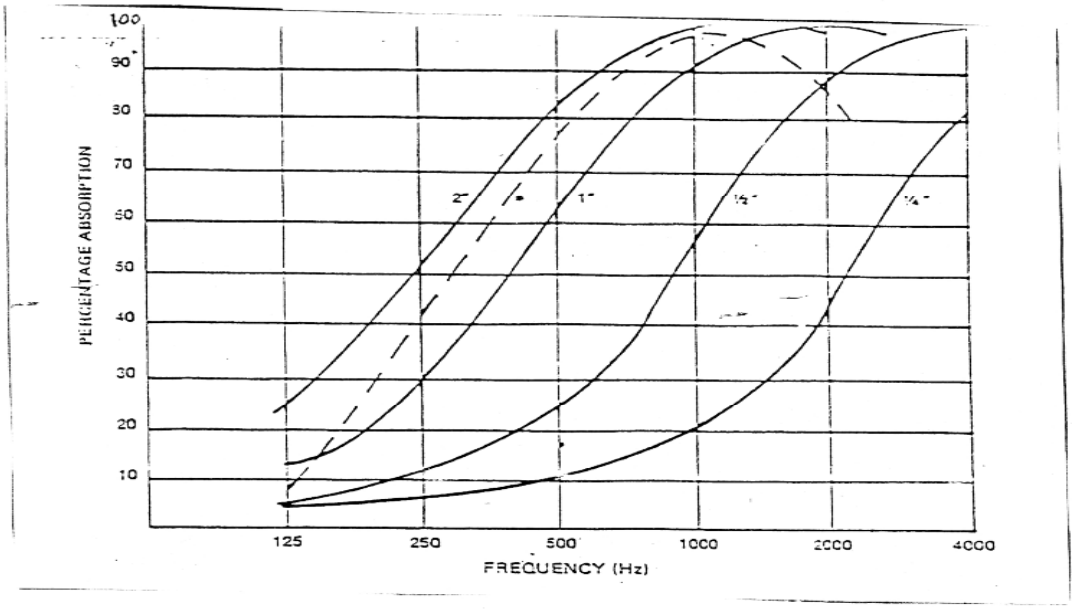
باشد که در صورت استفاده از الیاف های معدنی به جای الیاف های آلی این امر حاصل می گردد.

معرفی انواع مواد جاذب صوت و خواص آنها:

همانطور که قبلاً هم توضیح داده شد مواد زیادی وجود دارند که دارای خصوصیات جذب صوت هستند عمده ترین آنها شامل کتانهای بافت سنگین ، نمدها ، مواد عایق حرارتی الیاف دار که در واقع از خاصیت عایق صوتی خوبی هم برخوردار هستند ، اسفنج های پلی اوره تان ، ترکیبات با پایه ی قیر و سایر مواد که در تمام آنها بعلت وجود الیاف کوتاه بافته شده ، نمدی شده و خلل و فرج های فراوان امواج صوتی به محض برخورد با آنها انرژی خود را از دست داده و به صورت گرما و یا سایر صورت های دیگر انرژی جذب می گردد و امروزه از الیاف های چوب در کنار افزودن مواد شیمیایی ضداشتعال به آنها به عنوان عایق صوت استفاده می کنند که معمولاً مستقیماً به بدنه و یا کف وسیله ی نقلیه می افشانند ضخامت مواد جاذب صوت ، فرکانس امواج صوتی و زاویه ی انتشار امواج و برخورد آنها به ماده ی جاذب صوت در میزان جذب امواج صوتی تأثیر قابل ملاحظه ای دارند به عنوان مثال در شکل (3 _ 11 _ 1) درصد جذب صوت یک نمونه از اسفنج پلی اوره تان تجاری عایق صوت با ضخامت های مختلف با هم مقایسه شده اند، با توجه به شکل (3 _ 11 _ 1) ملاحظه می شود که میزان جذب صوت در فرکانس های پایین (کمتر از 500 هرتز) برای ضخامت های کمتر از یک اینچ خیلی کم می باشد، از طرفی با توجه به شکل (3 _

11_ 1) ملاحظه می گردد که اگر بر روی اسفنج پلی اوره تان یک پوششی از فیلم چسبنده محافظ که در حدودی فرکانس امواج صوتی را تنظیم می کنند (افزایش می دهند) بکارگرفته شود، اسفنج فوق خواهد توانست با یک ضخامت معین امواج صوتی بیشتری را در فرکانس های پایین جذب نماید.

شکل (3 _11 _ 1)



از مواد عایق صوت متخلخل در محدوده های داخلی بدنه وسائل نقلیه استفاده می گردد که جهت بالا بردن کیفیت جذب صوت محل قرارگیری این گونه مواد را قبلاً با یکسری لایه ی نازک از مواد چسبنده بر پایه ی قیری و یا ترکیبات پلیمری ویسکوالاستیک دیگر آغشته کرده و پوشش می دهند تا ماده ی عایق صوت بتواند در فرکانس های پایینی بهترین ضریب

جذب را از خود نشان دهد.