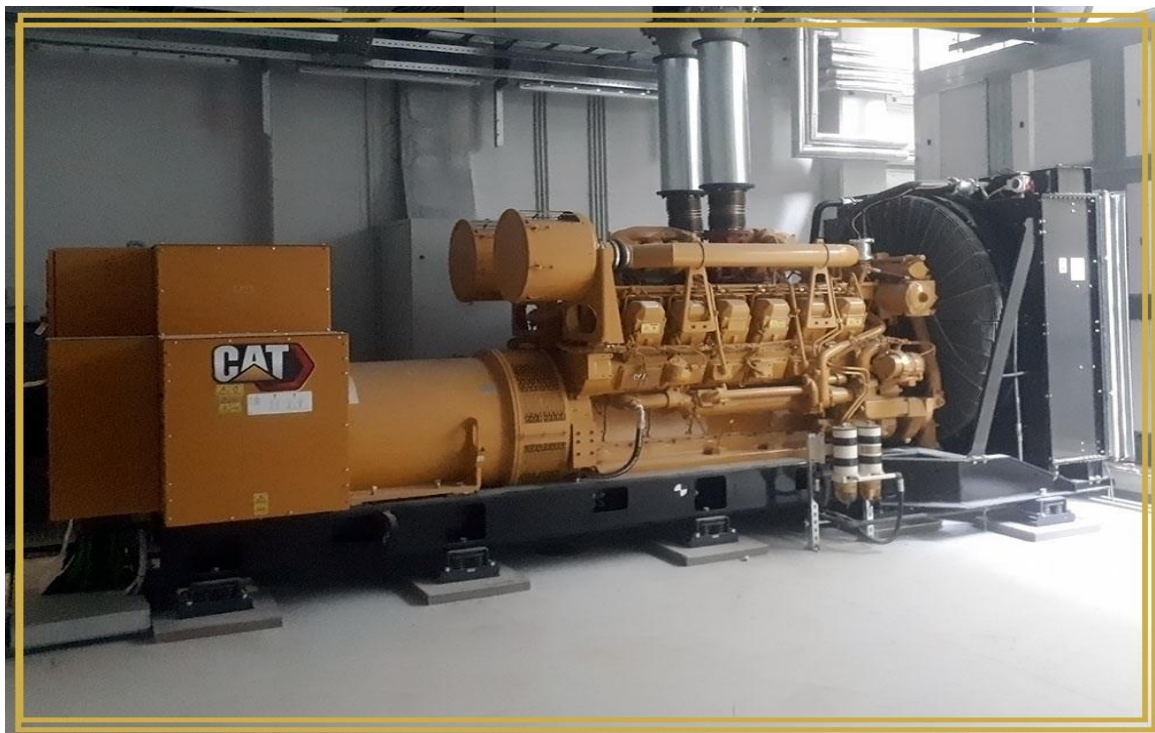


کنترل ارتعاش و نویز در انواع ژنراتورها

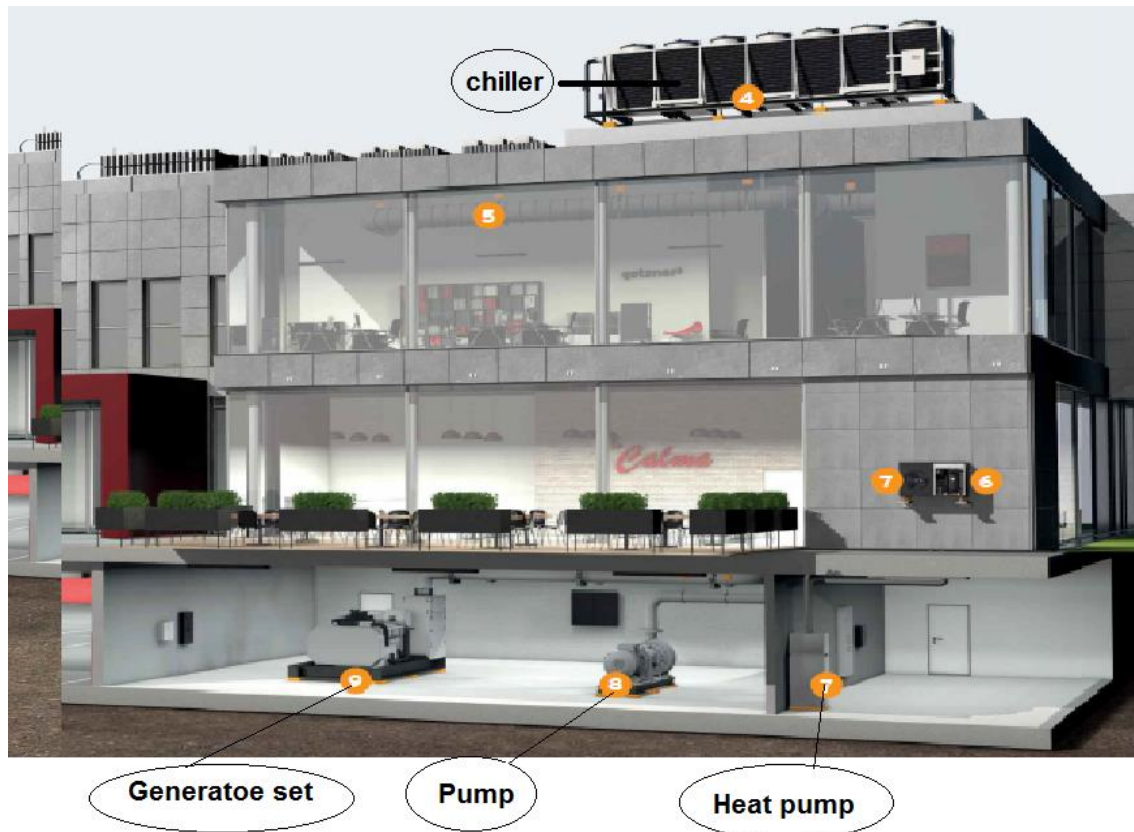
Vibration and noise isolation of generator set

ابوالقاسم قادري - مهندسي جداسازي ارتعاشات



مقدمه: سر و صدا و لرزش، از عواملی هستند که می توانند مستقیماً روی شنوایی، اثری نامطبوع و دائمی بگذارند. نویز (نوفه) به عنوان یک عامل زیان آور در محیط های کاری و نیز مناطق مسکونی، می تواند علاوه بر پدید آوردن مشکلات جسمی (نظیر کاهش آستانه شنوایی و ایجاد بیماریهای سیستم گوارشی) به لحاظ آسایشی و روانی نیز شرایط آزار دهنده ای برای افراد ایجاد کند. امروزه به دلیل پیشرفت تکنولوژی و به تبع آن مدرنیته نیاز مبرمی به موتور ژنراتورها در شهرها و صنایع وجود دارد. و با افزایش سایز و توان الکتریکی موتور ژنراتورها، میزان نویز آنها افزایش می یابد. در این

مقاله ابتدا به علل ایجاد لرزش و سر و صدا در ژنراتورها پرداخته و سپس به طور مفصل راهکارهای لازم جهت کنترل ارتعاشات می پردازیم .



منبع نویز و ارتعاش در ژنراتورها :

الف- صدای آگزوز (این نوع نویز در تمامی موتورآلات درون سوز وجود دارد و در زمان کار و سرویس دهی باعث آلودگی محیط میشوند و بسته به شدت و توان صوت میتواند از 60 الی 100 دسی بل صدا تولید کند)

ب- انبساط حرارتی آگزوز Termal expantion

ج - سر و صدای ناشی از کار فن رادیاتور

د - صدای موتور و توربو شارژر (نویز حاصله از حرکت دایره ای یا رفت و برگشتی اجزای متحرک فلزی و برخورد به هم)

انواع سر و صدا :

سر و صدای تولید شده در ماشین الات صنعتی از لحاظ نحوه پخش در محیط اطراف به دو گروه تقسیم می شوند :

الف – صدای هوا برد (Air borne noise) : که در فضا پخش شده و توسط جریان هوا به نشاط دیگر انتقال می یابد . مثال : صدایی که توسط بلندگوها در مراسم پخش میشود صدای هوا بردست

ب- صدای پیکری (Structure borne noise) : که توسط سازه یا بدنه تجهیز به کف فندانسیون و یا دیواره ها منتقل شده و منتشر میشود . نکته مهم اینست که صدای پیکری همیشه با خودش مقداری ارتعاشات نا خواسته نیز تولید میکند .

صدای حرکت سیال ، انقباض و انبساط لوله ها و ضربات پمپ به خطوط لوله در موتورخانه که در هنگام خواب (در طبقات بالاتر ساختمان) به گوش انسان میرسد صدای پیکری است . قابل ذکرست که هر دو نوع صداهای مزاحم فوق در ژنراتورها نیز تولید میشوند

علل ریشه ای ایجاد سر و صدا و ارتعاش در ژنراتورها :

در مورد علل ایجاد ارتعاش و نویز در تجهیزات مقالات زیادی در فضای وب وجود دارد برای صرفه جویی در وقت در اینجا به طور مختصر و تیتروار بدان می پردازیم . (علاقمندان برای اطلاعات بیشتر در این زمینه میتوانند به مقاله نگارنده بنام : 15 عامل ایجادکننده سروصدا و ارتعاش در تجهیزات دوار در ماهنامه فناوری سیمان فروردین 1394مراجعه کنند)

1- نابالانسی

2- نا هم محوری

3- شل شدن تدریجی اتصالات

4- تشدید

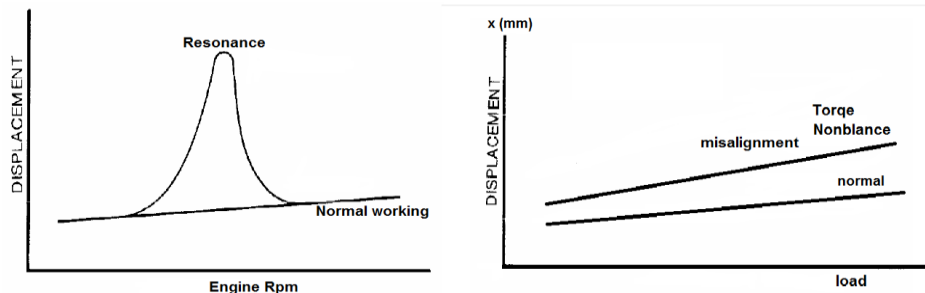
5- عدم روانکاری مناسب بیرینگها ، یاتاقان و چرخ دندها

6- نداشتن شاسی محکم و یکپارچه

7- انبساط و انقباض حرارتی اجزای موتور

در این قسمت دو نکته مهم وجود دارد که بایستی توضیح داده شوند . یکی اینکه چگونه از بروز تشدید در دستگاه جلوگیری کنیم ؟ همان طور که در شکل 2 دیده میشود با افزایش دور موتور ، سرعت دستگاه به نقطه خاصی می رسد که بدان نقطه هم فرکانسی (natural frequency) گویند در این فرکانس خاص دستگاه

دچار پدیده تشدید (resonance) می‌گردد و دامنه جابجایی اش بشدت زیاد می شود. و پس از عبور از این نقطه دوباره به حالت عادی برمیگردد. در شکل سه سمت چپ نمودار دارای یک قله یا پیک است. برای رفع این تکانه می بایست از لرزه گیرهایی که دارای خاصیت میراکنندگی (Damping) ارتعاش باشند استفاده گردد. لرزه گیرهای لاستیکی و لرزه گیرهای ترکیبی از فنر و لاستیک یا دشیات بخوبی تشدید را رفع میکنند.



شکل 2- رابطه سرعت و جابجایی ارتعاش با افزایش ایرادات فنی ژنراتور

در شکل 2 سمت راست اثرات زیاد شدن شدت و جابجایی ارتعاش به خاطر وجود پدیده های نابالانسی، نا هم محوری و دیگر مشکلات فنی دستگاه دیده میشود. در اینجا نیز هر چه دستگاه نابالانس تر باشد میزان نیوری ارتعاشی ان بطور فزاینده ای بیشتر می گردد. برای رفع این نقیصه بایستی پایش و ارتعاش سنجی و تعمیرات دوره ای توسط انجام گیرد. پس از رفع ایرادات فنی، نسبت به نصب لرزه گیر اقدام گردد.

دوم اینکه آیا لرزه گیر مشکلات فنی ومکانیکی دستگاه را هم حل میکند؟ متأسفانه بعضی از افراد فکر می کنند که یک ژنراتور سالم نیاز به لرزه گیر نداشته و تا زمانی که دچار مشکل نشده تمامی نقاط اتصال آگروز و زیر شاسی و بایستی به صورت صلب کار کنند. خود این روش نصب باعث خراب شدن سریع دستگاه میشود. برای روشن شدن موضوع یک خودروی سواری را مثال میزنیم. که در آن انواع دسته موتور، تایر، لاستیک کویلینگ، بوش طبق، سیستم تعلیق اتاق، فنر و کمک فنرها و سایر اتصالات جداسازی ارتعاش یک خودروی سواری دیده میشوند. دلیل نرمی و لذت بخش بودن رانندگی با این خودرو به وجود اتصالات انعطاف پذیر و طراحی درست خودرو بستگی دارد. پس نتیجه می گیریم که وجود لرزه گیر در تمامی تجهیزات دوار (خودرو - ترن

– چیلر – کمپرسور – ماشین الات راه سازی و ژنراتور) از الزامات اولیه طراحی و ساخت آن می باشد . و کمک به افزایش طول عمر دستگاه نموده و سرویس آرام و مناسبی را در بلند مدت به مصرف کننده میدهد .

روش های کنترل نویز و ارتعاش :

الف - نصب سایلنسر Installation of silencer

ب – استفاده از لرزه گیر Use of anti vibration mount

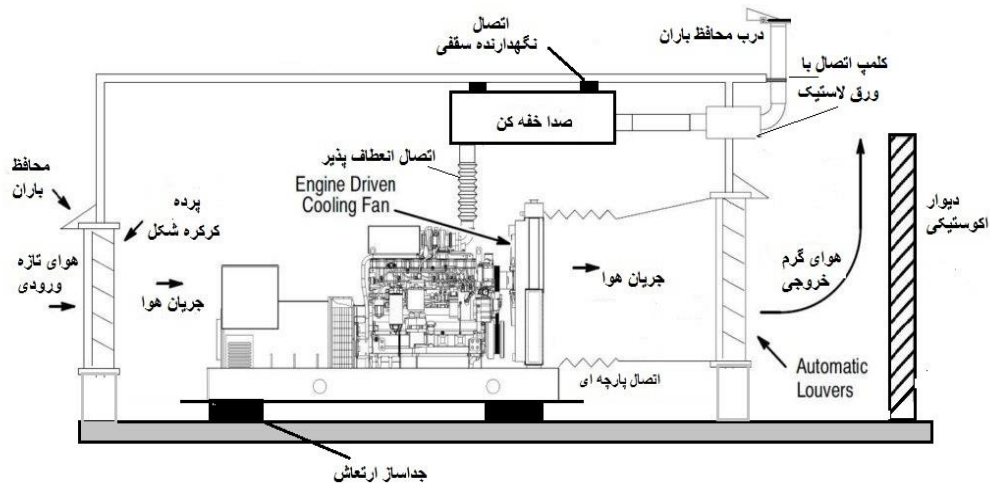
ج - استفاده از داکت و اتصالات انعطاف پذیر جهت آگزوز

د- ساخت اتاقک ضد صدا

الف - نصب سایلنسر: در شکل 5 شرایط نصب یک دیزل ژنراتور، مطابق استاندارد نشان داده شده است در این تصویر موارد زیر دیده میشوند :

در سمت چپ محل تغذیه هوای ورودی بوده و یک پرده هوای قابل تنظیم نصب شده است . در بالای ماشین ، سایلنسر در مسیر آگزوز قرار گرفته و توسط دو بست به سقف محکم گردیده است . محل اتصال آگزوز با دیوار توسط بست فلزی و ورق لاستیک یا اسفنج جداسازی شده تا از انتقال صدا و لرزش به ساختمان جلوگیری کند . جهت جلوگیری از شکست و ایجاد ترک در بدنه آگزوز یک عدد اتصال انعطاف پذیر (حصیری یا آکاردئونی استیل) در مسیر ابتدایی آگزوز قرار گرفته است .

در سمت راست ماشین نیز یک پرده انعطاف پذیر به همراه دیوار عمودی عایق کننده صدا قرار دارد . و در نهایت چهار لرزه گیر جداساز در زیر شاسی ژنراتور قرار گرفته است .



شکل 5 - نصب استاندارد ژنراتور

ب - نصب لرزه گیر : همان طور که در شکل سه دیده میشود لرزه گیرها به دو گروه عمده تقسیم میشوند : 1- لرزه گیرهای فلزی : شامل انواع فنری فشاری ، اتصالات حصیری فلکسیبل و لرزه گیرهای آکاردئونی



2- لرزه گیرهای غیر فلزی (پلیمری) : شامل انواع لرزه گیرهای لاستیکی قرقره ای شکل (spool type) ، کوزه ای شکل (Rubber expansion joint) دسته موتور ، ورق های لاستیکی ، پشم شیشه ، کمک فنرهای بادی ، لوله های لاستیکی و جنت ها می باشند لرزه گیرهای لاستیکی ، بدلیل گستردگی دامنه کاربرد شان ، دارای مدل های بسیار متنوعی هستند برای مثال در صنعت خودروسازی بیش از 190 تیپ مختلف لرزه گیر لاستیکی بکار میرود که اکثر آنها به صورت ترکیبی از پلیت فولادی ، لاستیک و یا پلاستیک در فرم های مختلف ساخته شده اند و برای جذب ارتعاشات در حالات مختلف نظیر افقی ، قائم ، پیچشی و برشی بکار می روند .

یک لرزه گیر لاستیکی استاندارد می بایست خواص زیر را داشته باشد چسبندگی عالی لاستیک به فلز- میرایی مناسب ،امکان بازی در جهات برشی و فشاری و پیچشی ، مقاومت به ازون و فرسودگی جوی ، جهندگی بالا Resilience و طول عمر مناسب تحت بار و لرزش.

در جدول زیر دستورالعمل انتخاب لرزه گیر ژنراتورها، با توجه به توان الکتریکی و دور موتور آن ، مطابق با استاندارد اشری 2015 ASHRAE ذکر شده است همان طور که در جدول زیر دیده میشود حادثترین حالت مربوط به ژنراتوری میشود : با توان HP و وزن استاتیکی خیلی بالا و دور موتور کم .در حالت فوق که نیروی ارتعاشی ماکزیمم بوده بایستی از لرزه گیر با حداکثر کارایی ممکن استفاده شود .

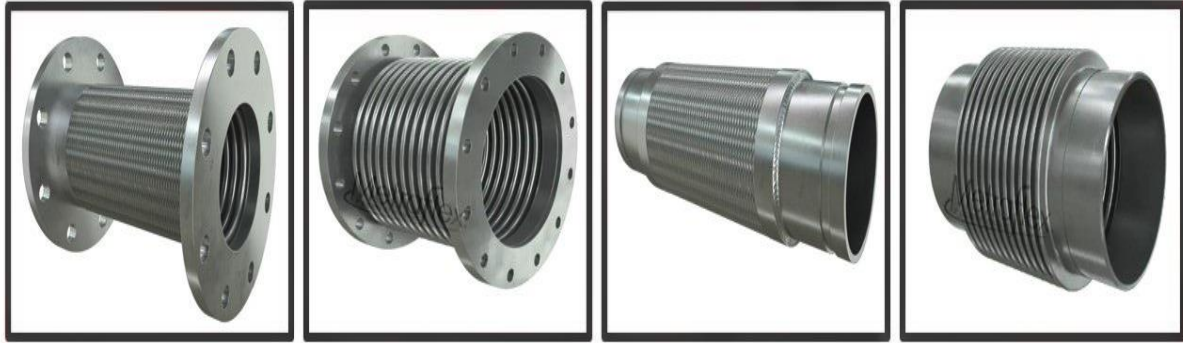
Equipment Type:

Engine-Driven Generators

Packaged AH, AC, H and V Units		Equipment Location											
		Floor Span											
		Slab on Grade			Up to 20 ft (6 m)			20 to 30 ft (6 - 9 m)			30 to 40 ft (9-12 m)		
KW	RPM	Base Type	ASHRAE Type	Isolator Defl.	Base Type	ASHRAE Type	Isolator Defl.	Base Type	ASHRAE Type	Isolator Defl.	Base Type	ASHRAE Type	Isolator Defl.
≤7.5 HP	All	A	3	1" (25)	A	3	1" (25)	A	3	1" (25)	A	3	1" (25)
≥11 HP	Up to 300	A	3	1" (25)	A	3	4" (102)	A	3	4" (102)	C	3	4" (102)
≤4 in. SP	301 to 500	A	3	1" (25)	A	3	4" (102)	A	3	4" (102)	A	3	4" (102)
	500 and up	A	3	1" (25)	A	3	2" (51)	A	3	2" (51)	A	3	2" (51)
>15	Up to 300	B	3	1" (25)	C	3	4" (102)	C	3	4" (102)	C	3	4" (102)
>4 in. SP	301 to 500	B	3	1" (25)	C	3	2" (51)	C	3	4" (102)	C	3	4" (102)
	500 and up	B	3	1" (25)	C	3	2" (51)	C	3	2" (51)	C	3	4" (102)

شکل 6 - دستورالعمل استاندارد اشری برای انتخاب انواع لرزه گیر

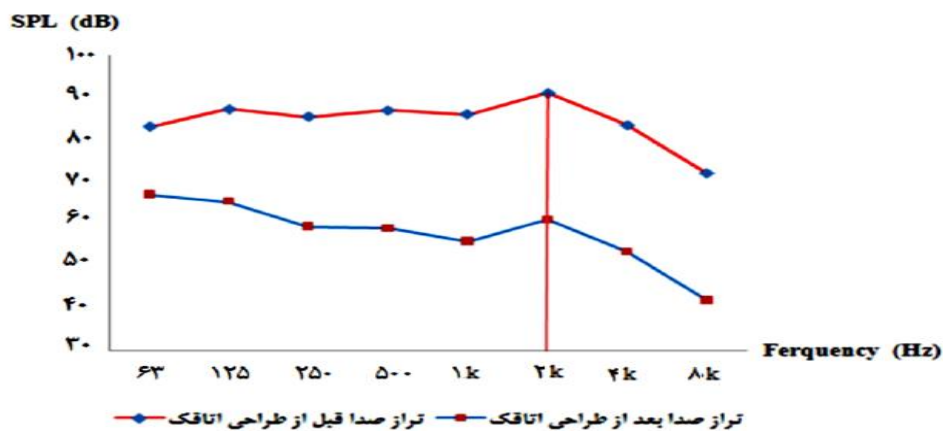
ج- اتصالات مخصوص آگزوز : بدلیل حرارت بسیار بالای گازهای خروجی، آگزوز دچار انقباض و انبساط میگردد.در این موارد از لرزه گیرهای حصیری بافت استنلس استیل ، اتصالات آکاردئونی ویا پارچه های نسوز استفاده میشود.

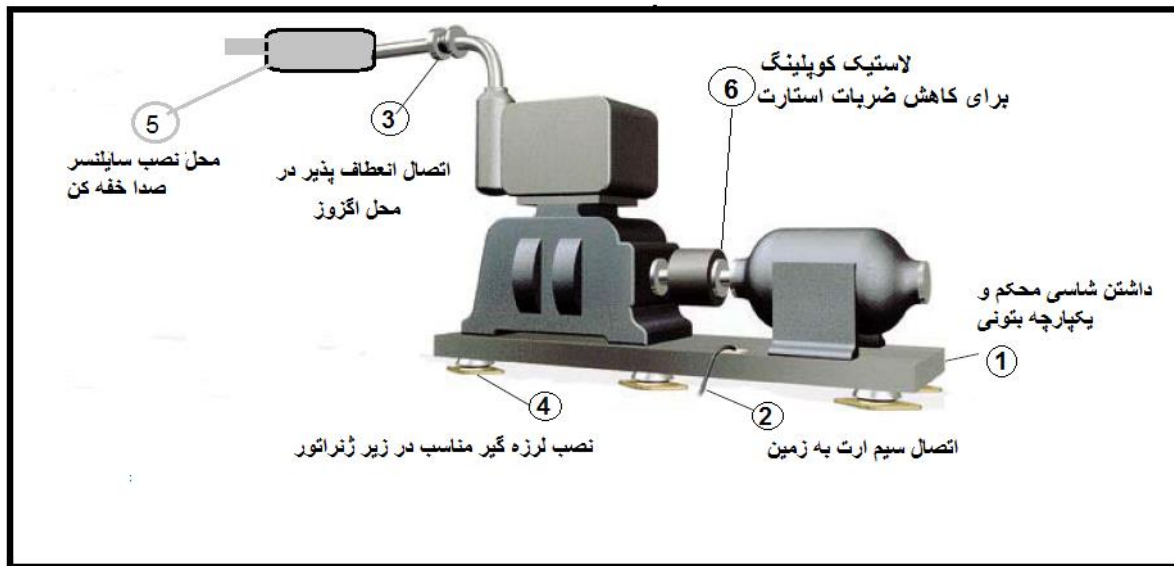


شکل 7- لرزه گیر حصیری و آکاردئونی اگزوز

4- اتاقک ضد صدا : معمولاً با استفاده از مصالح خاص یک اتاقک ساخته می شود و سپس ژنراتور در داخل آن قرار می گیرد با توجه به اینکه دیواره های اتاقک ضد صدا ضخیم بوده و از متریال عایق اکوستیکی تشکیل می گردد فلذا از نفوذ سر و صدا به بیرون جلوگیری می کند .

دیوارهای فوق معمولاً از جنس ساندویچ پانل پی یو (poly urethane foam) ، عایق پشم شیشه ، پشم سنگ ، xpe ، پنل های پلی استایرن ، تایل گچی ، تخته چوب و ساخته می گردند هر کدام از عایق های فوق الذکر، چه پلیمری و چه معدنی جاذب صوت می باشند در انتخاب نوع عایق عموماً قیمت تمام شده و ظریب جذب صدا تأثیر گذارند . در جدول زیر خواص مکانیکی چند عایق اکوستیکی ذکر شده است . در شکل 8 تأثیرات اتاقک ضد صدا برای یک تجهیز صنعتی نشان داده شده است بین 20-25 dB صدا در محیط کارخانه کاهش یافته است .





شکل 9- نصب یک دستگاه در حالت ایده ال

مراجع:

1-[www.Trelleborg.com /industrial avs / sweden](http://www.Trelleborg.com/industrial avs / sweden)

2-www.gerb.com/vibration spring unit /berlin.

3-An overview of methods of reduction vibration for Diesel generators /Adeoye os .
Adebayo Aa

4- vibration assessment of diesel engine genset mounts.Panhay B.aher
/sachinek.malave/2017

5-The empirical assesment of human vibration propagated in building .Farhad
forouharmajd /2014

6- www.enoisecontrol.com