Downloaded from aud.tums.ac.ir at 12:44 IRST on Tuesday November 7th 2017

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-03]

بررسی روش‌های کنترل مهندسی صدا در صنعت

مهندس حمید گلشاه

کارشناس ارشد مهندسی ایمنی

مجتمع پتروشیمی اصفهان

مقدمه

امروزه یکی از عوامل فیزیکی زیان‌آور محیط کار صدا (Noise) می‌باشد و این عامل که از مرز صنعت گذشته و به زندگی وارد شده، آنقدر اهمیت یافته که دانشمندان و محققین از آن به‌عنوان آلودگی صوتی نام می‌برند.

یکی از حواس پنجگانه خدادادی جهت اکثریت موجودات زنده، حس شنوایی است. صدا وسیله برقراری ارتباط بین انسانهاست و همان‌طور که انسان از شنیدن موسیقی آرام احساس خوشایندی دارد، به همان نسبت از شنیدن صداهای با شدت زیاد احساس ناخوشایندی خواهد داشت. البته باید گفت که تنها شدت صوت آزاردهنده نیست بلکه نحوه ارتعاش و فرکانس صوت نیز مهم می‌باشد. کمااینکه گاهی اوقات صدای چکه شیر آب در یک محیط ساکت یا تیک‌تیک ساعت بعضاً می‌تواند آزاررسانی بیشتری داشته باشند.

بهرحال چنانچه SPL اندازه‌گیری شده بیشتر از حد مجاز باشد باید اقدام به آنالیز فرکانسی در محل نمود تا مشخص شود صدای موجود در هر فرکانس چقدر با استاندارد فاصله دارد.

دستگاه مورد استفاده، دستگاه ترازسنج صدا S.L.M[1] Lucas-CEL-266 ساخت کشور انگلستان مجهز به فیلتر اوکتاوباند جهت آنالیز فرکانسی بود. هر بار قبل از استفاده در محل توسط کالیبراتور اکوستیکی[2] مربوطه کالیبره می‌شد و به منظور جلوگیری از تداخل در انعکاس صدا از سه‌پایه ویژه استفاده گردید. ضمن این که بهتر بود که اثرات شرایط جوی را با استفاده از wind screen به حداقل کاهش می‌دادیم که متأسفانه در دسترس نبود.

نحوه اندازه‌گیری

اندازه‌گیری غالباً در ساعات صبح انجام شده و هنگام اندازه‌گیری شرایط جوی نظیر سرعت، جهت باد، ساعت و رطوبت نسبی ثبت می‌شد. نحوه انجام کار بدین صورت بود که ابتدا به‌طور تقریبی محل موردنظر به‌صورت چهارگوش درنظر گرفته می‌شد و ایستگاههایی به فاصله حدود ۵ متر از یکدیگر از چهار جهت تعیین و شماره‌گذاری می‌گردید و البته این کار روی پلان عمومی یا نقشه محل انجام می‌گرفت. بنابراین در هر ایستگاه از فرکانس ۶۳/۵ تا ۱۶۰۰۰ هرتز با استفاده از وضعیت fast دستگاه انجام شد و در هر فرکانس MAX، DUR، LT3، LT5 و نیز Leq اندازه‌گیری و ثبت گردید.

بنابراین در هر ایستگاه جمعاً ۱۲ بار صفحه دیجیتالی دستگاه قرائت شد. درصد خطا در اندازه‌گیریها ۰/۱ دسی‌بل بود. به این خاطر ارقام اعشاری که کمتر از ۵ بود حذف و ۵ و بیشتر یک واحد به عدد دستگاه اضافه گردید.

در این بررسی به‌عنوان نمونه یکی از پالایشگاههای کشور مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و به دلیل مشابهت کار پالایشگاهها تقریباً می‌توان گفت به لحاظ صدا وضعیت مشابهی دارند.

میانگین تراز صدا (SPL) در واحدهای پالایشگاه به شرح زیر می‌باشد.

نام واحدها	میانگین تراز صدا (SPL)
واحد تقطیر در جو	۱۱۷ دسی‌بل (A)
" " در خلاء	۱۱۷ "
" تصفیه و تبدیل کاتالیستی	۸۶ "
" آیزوماکس	۱۲۲ "
" آب و برق و بخار	۱۱۸ "
" هیدروژن	۸۵ "
" آسفالت	۸۰ "
" LPG	۸۰ "
" بازیافت	۷۰ "
" آسفالت	۸۴ "
" واحد روغن‌سازی	۸۲ "

بیشترین میزان صدا در واحدهای تقطیر و واحد آب و برق و بخار می‌باشد و صدا به‌طور یکنواخت هم در فرکانس‌های پایین و هم در فرکانس‌های بالا وجود دارند.

اصولاً در عمل پالایش نفت و پتروشیمی به دلیل ایجاد برق و بخار آب (steam) به‌عنوان نیروی محرکه موتورها، کمپرسورها و انجام تبادلات حرارتی صدای زیادی تولید می‌گردد که می‌توان گفت عمده صدا مربوط به تهیه و گردش بخار در سیستم و لوله‌کشی‌های مربوطه از یک طرف و دوران موتورها و کمپرسورها در عملیات پالایشی از طرف دیگر به انضمام حرکت سیالات در سیستم و کوره‌ها می‌باشد که با توجه به فشار زیاد بخار و بعضاً تبدیل فشار زیاد به فشار کم یا وجود انشعابات سر راه نیز مزید بر علت است. گذشته از این صدای ناشی از اگزوزها اعم از ماشین‌آلات و وسایل نقلیه و ابزار نیز طبیعتاً وجود دارد.

در یکی از ایستگاههای تقویت گاز نیز بررسی مشابهی به‌عمل آمد. در این گونه ایستگاهها معمولاً از چهار توربین گازی استفاده می‌کنند که صدای زیادی ایجاد می‌نماید که بیشترین صدا در محوطه پشت توربین‌هاست(۱۱۲ دسی‌بل).

ضمن اینکه در سالن ژنراتورهای برق اضطراری صدا معادل ۱۰۰ dB بود. اگرچه در قسمت داخلی محوطه توربین‌ها نیز صدا تا ۹۶ dB اندازه‌گیری شد، صدای تولید شده اغلب در فرکانس‌های بالا بود.

ایستگاههای پمپاژ نفت که از دو مسیر جداگانه خوراک پالایشگاهها را تأمین می‌کنند، مجهز به یک توربین سولار و یک توربین سولزر یا دوسولزر است که می‌توان گفت منبع صوتی اصلی در سولزرروم است. اندازه‌گیری هنگام کار یک توربین ۱۰۸ دسی‌بل نشان داد که حداکثر صدای موجود در محل است و در محوطه اطراف سولزرروم در فاصله ۲ متری صدا بالاتر از ۹۰ دسی‌بل اندازه‌گیری گردید که به شرح زیر می‌باشد:

سولزرروم	۱۰۸ دسی‌بل
اطراف خنک‌کننده‌های سولزرروم	۹۰ "
رستون	۹۷ "
سایر نقاط	کمتر از ۹۰ "
اکثراً در فرکانسهای پایین بیش از حد مجاز بودند	

در مطالعه حاضر یکی از کارخانجات پتروشیمی نیز مورد بررسی قرار گرفت. می‌توان گفت تشابهی که در کار پالایشگاهها دیده می‌شود در پتروشیمی‌ها وجود ندارند و هر پتروشیمی بسته به خوراک و محصول خود که بسیار متنوع است، از نظر صدا وضعیت متفاوتی دارد. نتایج بررسی یکی از این کارخانجات به‌شرح زیر می‌باشد:

واحدهای اصلی عملیات	۸۵-۷۵ دسی‌بل
واحد برق و بخار	۹۰-۸۰ "
" نیتروژن	۹۱ "
سایر نقاط	کمتر از ۸۰ "

راههای کنترل مهندسی نویز در صنایع Noise Contorol Principles

این راهها همیشه از ابتدا باید مطرح شود، حتی از زمان طراحی ماشین‌آلات و سیستمهای تولید یا تصفیه‌کننده مدنظر قرار گیرد. در واقع باید به‌گونه‌ای باشد که در آخرین مراحل حفاظت افراد در مقابل صدمات ناشی از نویز آنها را مجبور به استفاده از وسایل استحفاظی گوشی نماییم که در اینجا به برخی راهها اشاره می‌شود:

صدای دارای فرکانسهای بالا معمولاً به‌طور مستقیم منتشر می‌شود و به آسانی قابل برگشت هستند و کنترل آنها نیز ساده است و این‌گونه صداها به زوایا و منافذ رخنه نمی‌کنند. اما به عکس فرکانسهای پایین در تمام جهات سیر می‌کنند و از زوایا و منافذ با همان انرژی عبور کرده و کنترل آنها بسیار مشکل است و در اثر فاصله، برعکس فرکانسهای بالا از شدتشان کاسته نمی‌شود. بنابراین همواره باید سعی کرد که فرکانسهای پایین را در ماشین‌آلات و سیستم به نوع بالا تبدیل کرد که هم انرژی کمتر دارند و هم کنترل آنها به آسانی صورت می‌گیرد.

مسئله دیگری که در ارتباط با کنترل صدا بسیار مهم است، رعایت فاصله از منابع صوتی است که گفتیم اگر میزان صدا در فاصله یک متری از منبع صوتی dB ۹۰ باشد. میزان صدا در فاصله

Downloaded from aud.tums.ac.ir at 12:44 IRST on Tuesday November 7th 2017
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-03]

۲ متـری dB ۸۴ و در فاصلـه ۴ متری بـه dB ۷۸ کـاهش پیـدا می‌کنـد. بنابـراین در هـر اقـدام کنتـرلی بایـد با استفاده از دستگاه SLM ابتـدا بـه‌صـورت Spot Checking میزان تراز فشار صوتی (بـرحسب dBA) را مشخص و بـا استانـدارد مقایسـه کـرد. بعد از مشخص شـده منابع صوتی بـا استفـاده از فیلتـر اوکتاوبانـد اقدام به تجزیـه و تحلیل فـرکانسی در محل نمود و نقشه صوتی مربوطه تهیه گـردد و سپس مطابق روشهای زیر در حد امکان در جهت کاهش صـوت اقـدام نمـود کـه بـه دلیل محدودیت تنها به ذکر چند مورد اکتفا می‌شود.

۱- صـداهـای ایجـاد شـده غـالباً در هوا منتشر شده و ممکنست سبب ارتعـاش جامدات، مایعات و ... بشوند که می‌توان از این کار جلوگیـری نمود. فرضاً در یک سیستمی نظیر شوفاژ صدای ناشی از حـرکت آب از راه سیستم لـولـه‌کشی بـه رادیاتورها منتقل و سبب می‌شـود کـه از رادیاتـور صـدای زیـادی ایجاد شود. برای کاهش تـوربـولانس در لولـه‌هـا می‌توان لوله‌ها را با مواد جاذب پوشانید و لوله‌ها را به دیوار یا سقف با کمک یک گیره (Coupling) و مواد جاذب ارتعاش مثل فنر اتصال داد.

۲- ارتعـاشـات می‌تـوانـد تا فواصل دور تولید صدا نماند. فرضاً حرکت یک ترن روی ریل از فواصل بسیار دور در ریلها نیز شنیده می‌شود یا ارتعاشات ناشی از حرکت یک آسانسور یا ماشین‌آلات و دستگـاههـا می‌تـوانـد بـه کل ساختمـان انتقال یابد که تولید صدا و مزاحمت می‌نماید. برای رفع این مشکل می‌توان هنگام نصب موتور آسانســور آن را روی پایـه‌هـای فنـری از جنس فلـز قـرار داد تـا ارتعاشات گرفته شوند.

۳- صـداهـای بـا فـرکانس بـالا هنگامی که به صفحات سخت بـرخـورد می‌کننـد بـه آسانی منعکس می‌شوند (درست مثل آینه) و تعداد کمی از صداها به‌طور مستقیم به خط سیر خود ادامه می‌دهند. ضمن این کـه این صـداهـا بـه زوایـا و گـوشـه‌هـای ساختمـان نیز نمی‌رونـد. مثلاً صـداهـای نـاشی از مـاشینهـای با سرعت زیاد مثل دستگـاههـای جوش نقطه یا وسایل مشابه اکثراً تولید فرکانسهای بالا می‌نمایند. برای کنترل آن می‌توان با استفاده از یک هود یا کابین و استفـاده از مـواد جـاذب صـدا سـه‌طـرف مـاشین را احاطه کرد و قسمتی از طـرف اصلی ماشین را با صفحات شیشه‌ای ایمنی پوشاند. بنابـراین فقط قسمت پایین برای کار باز است و تقریباً کلیه فرکانسها جذب موانع ایجاد شده می‌گردند.

۴- اگـر صفحـات فلـزی یا جنس دیگر در سیستم ماشین‌آلات بـاشـد کـه ارتعاش به آنها منتقل شود هر چه مسطحتر باشند، صدای بیشتـری تـولیـد می‌کنند. باید سعی شود حتی‌الامکان از صفحات با سطح کمتر و با طول بیشتر استفاده شود. فرضاً تسمه پروانه‌های یک تکـه و پهن صـدای زیادی تولید می‌کنند که اگر بتوانیم بجای یک تسمـه پهن از چند تسمه باریک و جدا از هم استفاده کنیم، به‌مراتب صدا کمتر خواهد شد.

۵- هر وسیله چرخ‌دار اگر به‌صورت یک‌تکه ساخته شده باشد، صـدای زیـادی تولید می‌کند. می‌توان صفحات دیواره‌های اطراف را جداجدا به اسکلت وصل نمود تا صدای کمتری تولید نماید.

۶- هـر چـه سطـوح فلـزی بکار رفته در سیستم ماشین‌آلات از جنس فشـرده‌تـری باشنـد، صدای کمتری تولید می‌نمایند. البته اگر بتـوانیم حفـاظ را به‌صورت چندلایه بکار ببریم بهتر است و فرضاً از دولایـه آهنی نـازک که در وسط آنها یک لایه نازک که در وسط آنها یک لایه نازک از فلز فشرده قرار داشته باشد بهترین کارایی را خواهد داشت.

به‌طور مثال بیشترین صدا در موتورها و پمپ‌ها در قسمت نصب حفـاظ در کوپلینگ بین موتـور و پمپ بـوجـود می‌آیـد کـه برای کنترل آن باید حتی‌الامکان حفاظ را از ارتعاشات پمپ دور کرد و بجـای آن حفـاظی از دو لایـه نازک فلزی که بین آنها یک صفحه پلاستیک فشرده قرار داد، استفاده کرد.

۷- وقتی که هوا با سرعت به مانعی برخورد می‌کند، صدا تولید می‌شـود کـه بیشتـر آن اصوات خالص و بسیار زیان‌آور است. اگر مانع دایـره شکل است با اضافه کردن چند قطعه روی آن که حالت نـامنظم داشتـه بـاشـد می‌تـوان صدا را به مقدار زیادی کاهش داد. همچنین حرکت هوا در اثر برخورد با استاک‌ها و دودکش‌ها سبب تـولیـد صدای آزاردهنده می‌شوند. برای کنترل صدا باید ورقه‌های فلزی به‌صورت مارپیچ در اطراف استاک به‌طور ثابت نصب کنند تا هـوایی را کـه بـه آن بـرخـورد می‌کند در جهات مختلف پراکنده نماید.

۸- در jet steam کـه صـدای زیادی دارند، می‌توان با اضافه کردن یک راه خروجی هوا صدا را کاهش داد . که در سرعتهای بیشتـر از ۳۲۵ فـوت بـر ثانیه، اگر بتوانیم سرعت جریان را به نصف تقلیل دهیم، میـزان کـاهش صـدا ۲۰ دسی‌بل خواهـد بود. البته باید درنظـر داشت که هرگونه تغییر جریان گاز، بخار و هوا نباید یکباره صـورت گیـرد . بایـد بـه این مسئله توجه کافی نمود. در مورد jet steam می‌توان دسته جت را طوری طراحی کرد که جریان کمی از هوا از اطراف دهانه خروجی اصلی خارج شود که سبب کاهش صدا می‌گردد.

۹- اگـر دهانه خروجی اگزوزها یا جریان هوا و بخار ... وسیع بـاشـد، بیشتـر صـداهـای تولید شده در فرکانسهای پایین است. اگر دهانـه را کوچکتـر بکنیم تبدیل به فرکانسهای بالا می‌شوند که قابل کنترل هستند. مثلاً می‌توان به‌جای یک مجرای خروجی از مجرای بزرگتر اما با دهانه‌های کوچکتر استفاده نمود.

۱۰- همانطـور کـه گفتـه شـد مـاشین‌آلات و وسایلی کـه تولیـد ارتعاش (Vibration) می‌کنند، باید با استفاده از وسایل ارتعاش‌گیر کنتـرل شوند تا ارتعاش نتواند به کل ساختمان انتقال یابد. برای این کـار می‌تـوان آن را بـا استفاده از پایه‌هایی از زمین مجزا نمود. در واقع یکی از مشکـلات فعلی عـدم آسایش در اتاقهایی که در جوار

Downloaded from aud.tums.ac.ir at 12:44 IRST on Tuesday November 7th 2017
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-03]

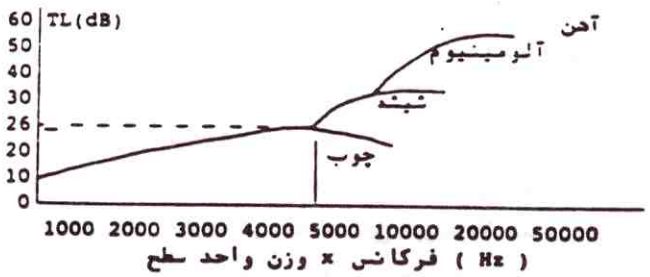
کارگاهها هستند همین موضوع است. انواع پایه‌ها به شرح زیر است:

پایه‌هایی به‌صورت حلقه‌های فلزی یا ورقه‌های حلقوی، پایه‌های فنری شکل ضخیم کوتاه، حلقه‌های نوار ماریچ بلند به‌صورت کویلهای افقی و یا استفاده از چوب‌پنبه ضخیم، لاستیک فشرده، مواد منفذدار لاستیک و پلاستیک، پشم شیشه معدنی یا استفاده از نوعی فوم (Foam) ساخته‌شده از لاستیک و پلاستیک می‌باشند.

۱۱- ایزولاسیون ماشین‌آلاتی که فرکانسهای پایین تولید می‌کنند نیاز به کف بسیار محکم و حتی نصب پایه‌های اضافی دارند که این مسائل باید هنگام احداث کارخانجات در نظر گرفته شود. البته بهترین راه اینست که فونداسیون دستگاهها را از سایر قسمتها مجزا نمود و حتی بهتر است که فضای بین فونداسیون و قسمتهای دیگر را با استفاده از مواد جاذب ارتعاش یا اتصال مناسب به یکدیگر ارتباط دهید و چنانچه زمین رسی است از پایه‌ها و ستونهایی زیر فونداسیون استفاده نمایید.

موضوع دیگر اینست که اگر ما ایزولاسیون ماشین‌آلات را هم به‌خوبی انجام دهیم اما توجهی به سیستم‌های لوله‌کشی و اتصالات ننماییم، باز فایده چندانی ندارد و ارتعاشات از طریق لوله‌کشی به سایر نقاط انتقال می‌یابد که برای پیشگیری از این موضوع استفاده موضعی از لوله‌های قابل ارتجاع (Felexibel Connection) در قسمتهای نزدیک به ماشین و همچنین قبل از وصل به دیوارها، خصوصاً در لوله‌هایی که فشار آنها بالاست از نوع (Felexibel Metal Tubing) استفاده می‌کنند و برای لوله‌های با فشار کم نیز نوع (Reinforced Rubber Tubing) بکار می‌رود.

۱۲- مقدار کاهش صدا (TL (Transmission Loss توسط هر نوع مانع مثل دیوار و ... بستگی به وزن واحد سطح آن دارد که برحسب کیلوگرم بر متر مربع یا پوند بر اینچ مربع نشان می‌دهند و برای تعیین مقدار TL ابتدا وزن واحد سطح مانع را تعیین می‌کنیم و فرکانس موردنظر را در عدد آن ضرب کرده از روی منحنی مربوطه مقدار TL را حساب می‌کنیم.



فرضاً می‌خواهیم بدانیم چوبی به ضخامت mm ۱۵ در فرکانس Hz ۵۰۰ چه مقدار TL دارد که می‌شود:

توضیح: وزن پانل چوبی kg/m2 ۱۰ است.

۲۶ dB ←---- روی منحنی ←---- ۵۰۰ × ۱۰ = ۵۰۰۰

پس TL = ۲۶ dB

منابع

۱- جزوات مکتوب آقای مهندس کلانتری

2- Noise Contorol Eddited by: O.S.H.A 1994

3- Thre Shold Limit Valves & Biological Exposure Indiced for 1994 by: Acgih

پی نویس

۱- S.L.M= Sound Level Mater

۲- Calibrator- Model CEL 284/2

Downloaded from aud.tums.ac.ir at 12:44 IRST on Tuesday November 7th 2017

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-03]