امکان سنجی کنترل صدا در صنایع نساجی

بهرام جمشیدی[1*]، محمد اصابتی[2]، اسماعیل غنیان[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک، واحد سمنان، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سمنان، ایران
۲- مدیرکل بازرسی کار، وزارت تعاون کار و رفاه اجتماعی، تهران، ایران
۳- مدیرکل، تعاون کار و رفاه اجتماعی استان سمنان، سمنان، ایران
* سمنان، صندوق پستی: ۱۷۹-۳۵۱۴۱، bahram.jamshidi@gmail.com

چکیده

یک رویکرد سیستمی برای تعریف معیارها و انطبقات سروصدا در قوانین سلامت و امنیت شغلی سال ۱۹۷۰ گسترش یافته است. نتیجه این رویکرد یک نمودار گردشی است که به عنوان "نقشه راه" برای تعیین پیشرفت به سوی انطباق با قانون استفاده می شود. نمودار گردشی به عنوان یک راهنما نیز گسترش می یابد تا امکان سنجی کنترل نویز مهندسی را ارزیابی کند. برای کنترل نویز برخاسته از منابع هوا، بدنه های نوسانی، منابع اصطکاکی، ضربه و چرخ دنده ها پیشنهادات عمومی ارائه می شوند. جاذب ها، سرپوش ها و موانع به عنوان ابزاری برای قطع مسیر بین منبع و گیرنده نویز در نظر گرفته شده اند. مواجهه با نویز همانطور که یک عامل مهم با توجیه اقتصادی است به عنوان یک بررسی مستقل در نمودار گردشی نیز گنجانده شده است.

کلیدواژگان

تحلیل نویز، کنترل نویز، مدل الگوی نویز، اندازه گیری نویز، ماشین بافندگی

۱- مقدمه

سطح بالای نویز در صنعت نساجی از قدیم، عادی فرض شده است. نویز پهن باند[1] سیستم های تهویه هوا، جغ جغ کردن چرخ دنده ها، صدای حرکت ماشین های نخ ریسی و تاب دهنده در سرعتهای بالا و سر و صدای برخاسته از ضربه دستگاه های بافندگی، مدتهاست که به عنوان بلاهای ضروری تجارت در نظر گرفته شده است. در اوایل سال ۱۹۵۰، یک نظرسنجی در مورد نویز صنعتی انجام شد تا احتمال ناشنوایی شغلی را ارزیابی کند[۱]. در صنعت نساجی آن زمان، سطوح نویز در محیط کار به ندرت پایین تر از ۸۵ دسی بل A بود و اغلب از ۹۵ دسی بل A تجاوز می کرد. بخش عمده ای از ماشین آلات امروزی، نسبت به طرح های سه دهه پیش تقریبا بدون تغییر مانده اند. با این حال، یکی از تفاوت های آشکار در عملیات نساجی کنونی، آن است که ماشین های مشابه، سرعت بسیار بالاتری دارند. همانطور که ممکن است پیش بینی شود، روند سرعت بالاتر موجب سطوح نویز بالاتر (اغلب متجاوز از ۱۰۰ دسی بلA) شده و در برخی عملیات گاهی به ۱۱۰ دسی بل A هم می رسد[۲،۳]. با وجود این که ماشین های نخ ریسی و بافندگی نسبت به جمعیت تحت کنترلی که در معرض سطوح مشابه صدا[۴،۵،۶] قرار ندارند، باعث ناشنوایی بسیار قابل توجهی شده است. پیشرفت کمی در کم کردن صدای این ماشین آلات صورت گرفته است. این امر ممکن است ناشی از این واقعیت باشد که تا زمان ورود قانون کنترل نویز، هیچ تاکیدی بر کنترل نویز وجود نداشت. براساس قراردادها و ضوابط عمومی والش- هیلی، حداقل استانداردهای اجباری برای قرار گرفتن در معرض نویز توسط وزارت کار اعلام شد. این ضوابط که برای اولین بار در ۲۰ مه ۱۹۶۹ در دفتر ثبت فدرال منتشر شد، بعدها با تصویب قانون سلامت و امنیت شغلی ویلیامز- استیگر ۱۹۷۰ به عنوان استانداردهای اولیه اتخاذ شدند. وزارت کار یک ابلاغیه رسمی[۷] را ایجاد کرد تا با دلیل توضیح دهد که چه انتظاری از کارفرما برای رعایت این قانون می رود. به ویژه، این سند رسمی معیارهای کنترلی که باید در نظر گرفته شود را مورد بحث قرار می دهد:

" وقتی که کارگران در معرض صدایی بیشتر از صداهای ذکر شده در جدول مواجهه با نویز مجاز، هستند، کنترل های مهندسی اجرایی مناسب باید به کار گرفته شوند"

هدف اصلی این مطالعه ایجاد راهبردی است تا تلاشهای انجام گرفته برای کنترل نویز در صنعت نساجی را ارزیابی کند. تاکید خاصی بر جنبه های مهندسی کنترل نویز شده است. اولین بخش این مطالعه به بررسی مقالاتی می پردازد که برای تعیین آنچه که در کنترل نویز موثر بوده و آنچه که آزموده شده و بی اثری آن ثابت شده، انجام شدند. در بخش بعدی، یک رویکرد سیستمی ایجاد شده تا این مسئله را تعریف کند. نتایج آن یک نمودار گردشی است که پیروی از ضوابط نویز در قانون سلامت و امنیت شغلی سال ۱۹۷۰ را تعیین می‌کند. بحث رویکرد سیستمی در بخش بعدی باز می شود تا راهنمایی برای اجرا و یا ارزیابی مطالعات توجیهی کنترل نویز باشد.

۲- بررسی مقالات

در حالی که به راحتی به سطوح بالای نویز در صنعت نساجی اعتراف شده، اطلاعات نسبتا کمی در مورد کنترل نویز در کارخانجات نساجی منتشر شده است. این امر ممکن است تا اندازه ای مربوط به این واقعیت باشد که صنعت نساجی در حاشیه سود کم فعالیت می کند و همانطور که قبلا اشاره شده عملا هیچ تاکیدی بر کنترل نویز در گذشته وجود نداشته است. همچنین بسیاری از سازمان های صنعتی با قابلیت انجام برنامه های مهندسی تمایلی به انتشار یافته های خود نداشته اند. شاید گسترده ترین تحقیقات در مورد کنترل نویز ماشین آلات نساجی توسط آر.کرافورد از موسسه تحقیقاتی صدا و ارتعاشات از دانشگاه ساوت‌همپتون در جنوب انگلیس انجام شده است. کرافورد بر ماشین های کشش و تاب تاکید داشت که در تولید الیاف مصنوعی استفاده می شدند. منابع اصلی نویز با دقت تعریف و بررسی شدند[۸]. روش های مرسوم کنترل نویز از آن پس برای قسمت های مختلف ماشین کشش و

[1] broad band noise

تاب به کار رفتند. موثرترین اصلاحات شامل قاب های انعطاف پذیر بلبرینگ، جداسازی شافت های دنده و استفاده از چرخ دنده های پلی اورتان است[۹]. ساتر و همکارانش [۱۰] قطعات غلتک کشش ماشین کشش وتاب را مورد بررسی قرار دادند. اصلاح پایه ها و نگهدارنده های چرخ دنده، شافت هایی با تنوع انعطاف پذیری و اصلاح غلتک های کشش در مطالعه آنها مورد بررسی قرار گرفت. مهم ترین یافته آنها این بود که گذاشتن یک بوش لاستیکی پشت درون دنده غلتک رانشی بدون نیاز به تعمیرات گسترده ماشین، نویز را کاهش می دهد. اثر افزودن حجم باشتک دوک چرخشی بر نویز و ارتعاش توسط امرسون و اورمن بررسی شد[۱۱]. امرسون استفاده از روش های میرایی محدود برای کنترل صدای دوک را نیز مورد مطالعه قرار داد[۱۲].

بروس و گابیتوس یک روش کاملا متفاوت را در نظر گرفتند[۱۳]. آنها کاهش ۸ دسی بلی نویز را با استفاده از یک سرپوش مناسب، گرداگرد تسمه متحرک و حلقه دوک یک ماشین تاب دهنده (رینگ)، گزارش کردند. این بررسی توسط گابیتوس یک گام جلوتر نهاد، چرا که از درهایی کشویی شفاف استفاده کرد تا دستگاه را بپوشاند[۱۴]. نتیجه آن کاهش ۱۰ دسی بلی نویز به همراه مزیت دیگری که به دلیل حذف خطر امنیتی که می توانست با پرتاب حلقه نخ ها به راهرو ها ایجاد شود، بود. حالا با عطف به کنترل نویز در عملیات بافندگی، بخش پارچه بافی شرکت راکول در آمریکای شمالی با بخش توسعه و تحقیقات مرکز تحقیقات آزادی متقابل در یک مطالعه کامل از مسئله نویز دستگاه بافندگی همکاری کرد. کیلگور[۱۵]، در گزارشی بیان می کند که چندین اصلاح و تغییر از جمله استفاده از توپ های نخ نایلونی، سرپوش های بخشی، مواد جاذب انرژی و قسمت های غیر فلزی چند لایه ای انجام شده است. متاسفانه، تقریبا همه تغییراتی که منجر به کاهش نویز احتمالی شده اند به دلیل عمر کوتاه یا تداخل با عملیات دستگاه بافندگی عملی نشدند. با اینکه هیچ پیشرفت قابل توجهی گزارش نشده است، این کار همچنان ادامه دارد. بررسی های دیگر، از جمله اسمیت[۱۶] و تیلور و همکارانش[۱۷] با بررسی امکان کنترل صدا برای ماشین بافندگی ماکو دار قابل پرتاب، تقریبا به همان نتایج رسیده اند.

پتانسیل کم کردن صدای انواع ماشین های بافندگی به طور قابل توجهی بهتر شده است. برای مثال، یک کیت کاهش صدا برای ماشین بافندگی بدون ماکو ایجاد شده است که ۱۳ دسی بل(A) صدای هر یک از این ماشین ها را کاهش داده است[۱۸]. همان نوع از کنترل صدا باید برای انواع دیگر ماشین آلات بافندگی مانند مدل سالزر[1] موثر باشد، همچنین می توان ذکر کرد که ماشین های به تازگی توسعه یافته مانند ماشین بافندگی جت آب و روتی[2] اصولاً آرام کار می کنند. میلز [۱۹] با آویزان کردن پانل های فایبر گلاس از سقف و دیوارها و با استفاده از چرخ دنده های کوچکتر نایلونی در دستگاه های بافندگی ادعا می کند که پیشرفت چشمگیری داشته است. با این حال، لازم به تاکید است که استفاده از جاذب عملاً هیچ تاثیری بر اپراتورهایی که نزدیک ماشین کار می کنند، ندارد. از این رو، این روش در صنعت نساجی کاربرد محدودی دارد.

تحقیقات نسبتا گسترده پرنی[۲۰] در مجارستان و نویر و همکارانش[۲۱] در آرژانتین نشان می دهد که سطوح صدا در عملیات نساجی کشورهای خارجی هیچ تفاوتی با عملیات نساجی داخل کشور ندارد.

۳- تعریف مسئله

پیچیدگی مسئله نویز در مواجهه با صنعت نساجی به وضوح شناخته شده است. مشکلات بلندی صدا، تحت تاثیر رویکرد سیستمی است که برای این بررسی انتخاب شده است. کلید کاربرد موفق این رویکرد سیستمی ایجاد یک نمودار گردش است که نقشه راهی برای تجزیه و تحلیل یک مسئله است. شکل ۱ سمبل های نمودار جریان را نشان می دهد که: a) یک لوزی برای توصیف یک تصمیم، b) دایره نشانگر منبع اطلاعات، c) یک مستطیل برای توصیف یک پیشرفت و d) یک بیضی برای نشان دادن نتیجه یا خروجی. رویکرد سیستمی استفاده شده تا انطباق با استانداردهای صدا در قانون سلامت و امنیت شغلی ۱۹۷۰ را تعریف کند. نتیجه آن نمودار جریانی است در شکل ۲ نشان داده می شود. گام نخست در این تجزیه و تحلیل، اندازه گیری سطح صدا موزون شده A در جایگاه های اپراتور است. اگر سطح نویز زیر ۹۰ دسی بل A باشد، مسیر سمت چپ انتخاب خواهد شد و اگر سطح نویز به دلیل کنترل های مهندسی زیر ۹۰ دسی بل A باشد گام بعدی تعیین خواهد شد. پاسخ مثبت به این سوال نشانه حسن نیت خواهد بود.

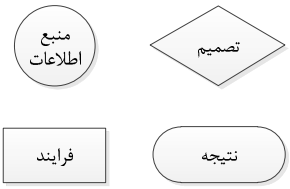
یک پاسخ منفی نشان دهنده یک موقعیت شانسی است. البته هر دو مسیر به پیروی از ضوابط سر و صدا در قانون سلامت و امنیت شغلی ۱۹۷۰ می انجامد.

اجازه دهید که به بالای نمودار جریان باز گردیم و فرض کنیم سطح نویز بالای ۹۰ دسی بل A است. ما به صورت عمودی به طرف پایین نمودار پیش می رویم و مشخص می کنیم که آیا نظرسنجی های به روز نویز حفظ شده اند. سرپیچی نتیجه جواب منفی به این سوال است. با این حال، لازم به ذکر است که این امر ممکن است یک نقض جدی را در خود نداشته باشد، به خصوص اگر عوامل دیگر در برنامه محافظت شنوایی کافی و مناسب باشند. هر دو پاسخ منفی و مثبت به فرآیند بعدی می رود تا بررسی دقیق نویز را انجام دهد و قرار گرفتن در معرض نویز را با روش توضیح داده شده در بولتن ۳۳۴[۷] مشخص کند، اگر نتیجه این قرار گیری بیش از اندازه نیست، دوباره به سمت چپ نمودار جریان پیش می رویم و می پرسیم که آیا کنترل های اجرایی و مهندسی استفاده شده اند. اگر پاسخ بله است، نتیجه گواهی بر حسن نیت است. چه پاسخ مثبت باشد یا منفی به پایین نمودار جریان می رویم تا تست شنوایی سنجی را ارزیابی کنیم. انطباق با قانون نتیجه تست کافی (کارگران) است و سرپیچی نتیجه تست شنوایی سنجی نابسنده است. به علاوه لازم به ذکر است که حفاظت شنوایی شدیدا به هر کارگری که در معرض نویز بالا است، توصیه می شود حتی اگر زمان قرار گیری محدود باشد.

حال اجازه دهید که به تصمیم قرار گرفتن در معرض نویز برگردیم و فرض کنیم که شاخص مواجهه بیشتر از ۱ است. گام بعدی در این مورد به تعیین این موضوع می انجامد که آیا مطالعات مهندسی شروع شده تا نویز منبع را کاهش دهد. اگر این مطالعات شروع نشده است نتیجه آن سرپیچی است. از سوی دیگر، با فرض اینکه مطالعات مهندسی انجام نشده است، ما پیش می رویم تا امکان سنجی اجرای کنترل های مهندسی که توسعه یافته اند را تعیین کنیم. اگر اقدامات کنترلی امکان پذیر نباشند، می توان کنترل های اجرایی را در نظر گرفت. بر فرض اگر کنترل های مهندسی یا اجرایی امکان پذیر باشند به سمت چپ نمودار جریان می رویم و می پرسیم که آیا برنامه ریزی مناسب برای اجرای در طرح انطباق با قانون منظور شده است. پاسخ منفی به سرپیچی منتهی می شود و پاسخ مثبت به این سوال ما را به خط وسط نمودار گردشی و سوال در مورد تجهیزات حفاظت شنوایی بر می

1 SULZER
2 Ruti TWR

گرداند. لازمه این مقرارت تهیه و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی است. برنامه های آموزشی و تبلیغاتی قبل از شروع استفاده از چنین تجهیزاتی توصیه می شود. اگر استفاده از این تجهیزات تداوم نمی یابد، عدم وجود یک برنامه آموزشی و تبلیغاتی یک نقض قانون در نظر گرفته می شود. اگر حفاظت شنوایی کافی فرآهم و استفاده می شود، دوباره و این بار از یک مسیر غیرمستقیم به بلوک تست شنوایی سنجی می رسیم. بسته به کافی بودن تست شنوایی سنجی دو نتیجه پیروی یا سرپیچی وجود دارد. روش های شناخته شده ای به منظور انجام نظرسنجی سرو صدا، تعیین قرارگیری در معرض صدا، ارزیابی تجهیزات محافظت شنوایی و انجام تست شنوایی سنجی ابداع شده اند. این یک سوال بی پاسخ باقی می گذارد، که عبارتند از، چگونه باید امکان سنجی کنترل های مهندسی را ارزیابی کرد؟ این مسئله با جزئیات بیشتری در بخش بعدی این گزارش بررسی خواهد شد.



شکل ۱ سمبل های نمودار جریان

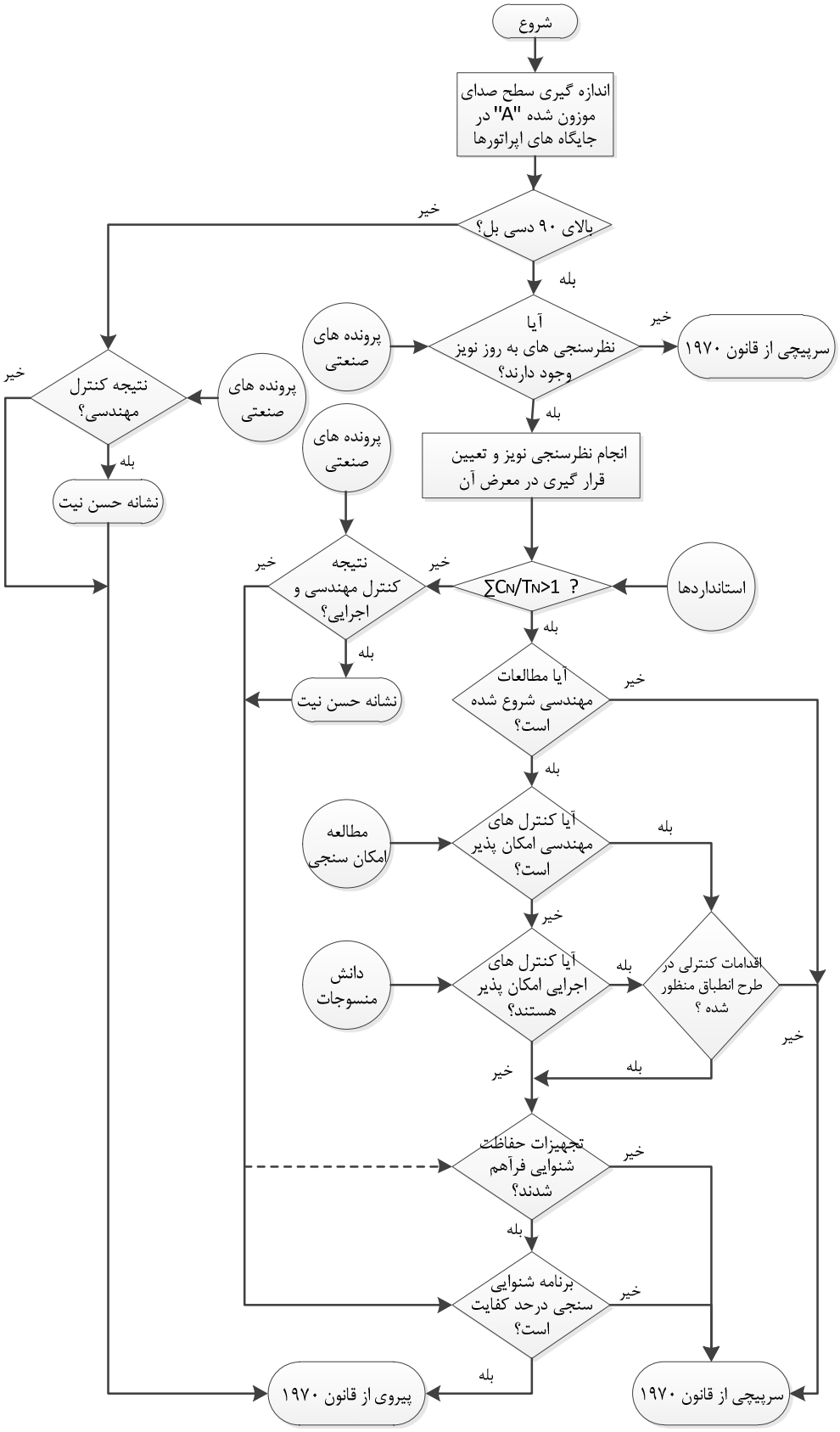
۴- مطالعه امکان سنجی با رویکرد سیستم ها

همانطور که در بخش قبلی مشخص شد، وقتی که مواجهه با نویز بالاتر از حد مجاز است، مطالعات مهندسی باید شروع شود. یک رویکرد سیستمی ایجاد شده تا مطالعه امکان سنجی کنترل نویز را انجام دهد. یک طرح کلی از نمودار جریان در شکل ۳ نشان داده شده است. گام نخست در این تحلیل استفاده از داده های جمع آوری شده در نظرسنجی نویز خواهد بود تا محدوده مشکل مواجهه با نویز را شناسایی کند. اگر یک اپراتور در معرض نویز چند ماشین قرار دارد، معمولا توصیه می شود ماشینی را انتخاب کند که بزرگترین بخش شاخص مواجهه را به عنوان یک ماشین اصلی مشکل تشکیل می دهد. بهترین روش کنترل نویز این است که صدای ماشین آلات را از بین ببریم یا به حداقل برسانیم. برای موفق شدن در این تلاش، ضروری است که منبع اصلی نویز یک دستگاه، شناسایی شود و اجزای تولید صدا برحسب پارامترهای عملیاتی مشخص شوند. وقتی که منابع اصلی کنترل شده اند، منابع ثانویه اهمیت پیدا می کنند و ممکن است نیاز به اقدامات کنترلی ماسب داشته باشند. یکی از مهم ترین جنبه های طرح کنترل صدا بدین گونه است که منابع نویز را در یک عملیاتی که به عنوان محدوده مشکل بحرانی تعریف شده، شناسایی کند. نوعی از نویز که در برخی دستگاه ها با آن برخورد می کنند به علت منابع هوایی است که معمولا با اختلالهایی در روال عادی کار، تولید می شوند. به عنوان مثال جت های هوایی، سوپاپ ها، سیستم های خلاء و سیستم های گرمایش و تهویه مطبوع نمونه هایی از این موارد هستند. اگر یک منبع هوا به عنوان ایجاد کننده اصلی نویز یک دستگاه شناسایی شده، ما مسیر سمت راست نمودار جریان را انتخاب می کنیم. در مجموع، قدرت صدای ایجاد شده از این نوع منبع، متناسب با V^8 است که V سرعت متوسط جریان هوا است. تکنیک های کنترلی معمولاً شامل کاهش سرعت، روان کردن انسدادها و گرفتگی ها، و استفاده از صدا گیرها یا صدا خفه کن ها است. اطلاعات مفید در مورد تکنیک های کنترلی را می توان در مطالعات برانک [۲۲]، سندرز[۲۳]، و ریچاردز و مید [۲۴]جستجو کرد. اگر یک کاهش نویز قابل اندازه گیری را بتوان به دست آورد، گام بعدی تعیین این موضوع خواهد بود که آیا این کاهش نویز قابل اندازه گیری برای تغییر دستگاه اصلی کافی بوده است. اگر پاسخ مثبت باشد، مسیر بازخوردی سمت چپ انتخاب می شود و یک محدوده مشکل جدید تعریف خواهد شد. اگر دستگاه اصلی تغییر نکرده، می پرسیم که آیا منبع اصلی تغییر کرده است. اگر تغییر کرده، حلقه بازخورد سمت راست انتخاب می شود و به دنبال منابع ثانویه نویز می رویم. اگر منبع اصلی تغییری نکرده اند، گام بعدی که استفاده از جذب است، در نظر گرفته خواهد شد. موفقیت این تکنیک به جایگاه اپراتور نسبت به منابع نویز، بستگی دارد. اگر اپراتور نزدیک حوزه آکوستیکی منبع نیست ، جذب اضافی سطوح آن مکان، ممکن است منجر به سود قابل توجهی گردد. اگر سطح جذب بتواند شاخص مواجهه را به پایین تر از ۱ کاهش دهد، نصب جاذب از نظر اقتصادی امکان پذیر است، نتیجه آن یک کنترل امکان پذیر مهندسی است. اگر مواجهه با نویز نتواند به حد مجاز کاهش یابد، یا اگر نصب جاذب گران تمام شود، اقدام کنترلی غیر ممکن تلقی خواهد شد. در این مورد، کنترل های اجرایی می تواند مد نظر قرار گیرد و برنامه حفاظت از شنوایی باید ادامه یابد.

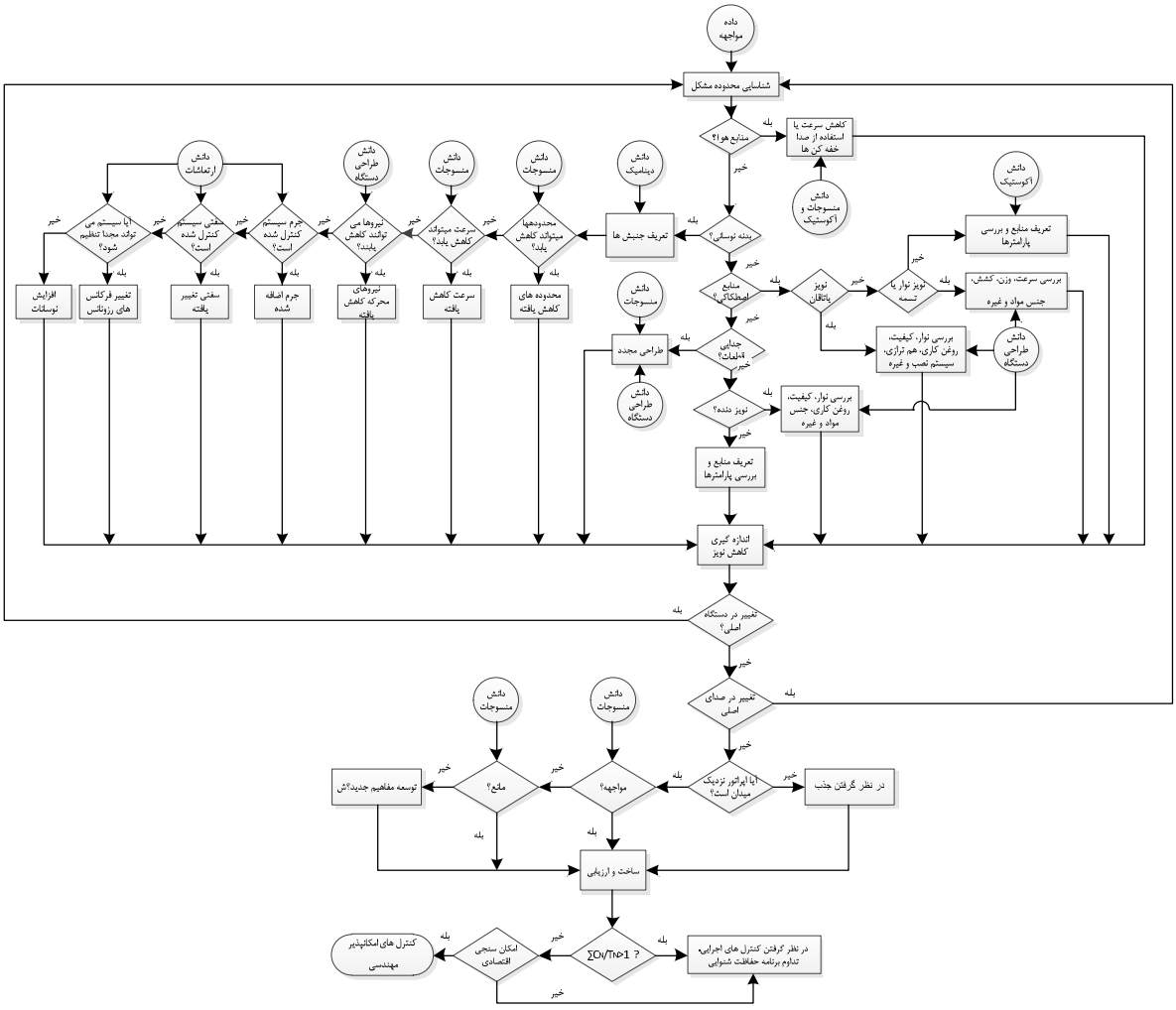
در بسیاری از موارد اپراتور دستگاه نساجی نزدیک منبع نویز است و جاذب ارزش کمی دارد. وقتی که منبع نویز قابل کنترل نباشد، روش های قطع مسیر نویز می تواند انجام شود. یکی از موثرترین روشهای انجام این کار آن است که دورتادور منبع را با یک سرپوش محوطه بندی کنیم. این سرپوش بسته به ویژگی های افت انتقال از دیواره ها می تواند ۲۰ تا ۴۵ دسی بل نویز را کاهش دهد. گابیتوس، نمونه ای از یک سرپوش برای یک دستگاه نساجی ارائه نموده است. با این حال، لازم به ذکر است که، گرمای داخلی یک مشکل طبیعی است که مانع استفاده از این سرپوش ها در برخی عملیات به خصوص در عملیات نساجی که کنترل رطوبت در آن لازم و ضروری است، می شود. بسیاری از انواع منابع نویز نمی توانند به طور کامل محصور شوند. وقتی که جریان مواد و دسترسی اپراتور لازم است ،سرپوش های جزئی می توانند استفاده شوند. سرپوش های جزئی ممکن است اشکال مختلفی، از یک صدا گیر واحد بین منبع و گیرنده تا یک محفظه تقریبا کلی با دهانه های کوچک تا مواد از میان آن عبور کند، دارد. کاهش نویز یک صدا گیر واحد، تابعی از فاصله‌ی منبع و گیرنده از صدا گیر و نیز ارتفاع صداگیر و طول موج صدا است. ریچاردز و مید نشان دادند که با استفاده از موانع جزئی مانند گیره می توانند کاهش نویزی از ۳ تا ۳۸ دسی بل به دست آورند

وقتی که سرپوش ها و موانع می توانند استفاده شوند، توسعه مفاهیم جدید هم باید در نظر گرفته شود. این مفاهیم می توانند از ایده های خیلی ساده تا فرآیند های کاملا جدید باشد. همه این مسیرها در نمودار جریان به تصمیمی درباره مواجهه و امکان سنجی اقتصادی با نتایج مشابه باز می گردد. حال اجازه دهید که به بالای نمودار جریان باز گردیم و فرض کنیم که نویز اصلی که از یک ماشین تابیده شده ، از منبع هوا نیست. بدنه های نوسانی دومین نوع منبع صوتی را نشان می دهند. برای اینکه یک بدنه نوسانی نویز تولید کند باید محیط اطراف آن مختل شود. یک از نشانه هایی که چگونه یک بدنه نوسانی صدا را به خوبی از خود ساطع می کند فاکتور "ka" به صورت زیر است:

$$ka = \frac{2\pi fa}{c} = \frac{2\pi a}{\lambda} \qquad (1)$$



شکل ۲ نمودار جریان برای ارزیابی انطباق با قانون



شکل ۳ نمودار گردشی برای ارزیابی امکان سنجی مهندسی

که در آن f = فرکانس ارتعاش بر حسب هرتز

λ = طول موج صدای تابشی

C= سرعت صوت در محیط

a= ویژگی های ابعادی منبع

اگر نتیجه فاکتور ka بیشتر از ۱ است، کوپلینگ (جفت شدگی) خوبی با محیط اطراف انتظار می رود. از طرف دیگر، جایی که ka کمتر از ۱ است، کوپلینگ نسبتا ضعیفی را باید انتظار داشت. قدرت صوت تولید شده از یک بدنه نوسانی می تواند تابعی از ka باشد. به عنوان مثال، کرافورد، نشان داد که دوک چرخشی صدا را به صورت یک منبع دو قطبی با قدرت صوتی متناسب با ka می تاباند. اولین گام در کنترل نویز بدنه های نوسانی ، تعریف حرکت ها است تا روابط مشابه برای دیگر عوامل نویزی در ماشین های نساجی توسعه داده شوند. لازمه این گام داشتن دانش دینامیک است. یکی از روش های کاهش فاکتور ka این است که مساحت سطح تابنده را کاهش دهیم. برای مثال اسپیکر "های فای" را در نظر بگیرید. این اسپیکر معمولا به شکل مخروطی ساخته می شود تا به صورت یک ساختار محکم و تاجایی که ممکن است با وزن سبک به محیط اطراف صدا برساند. اگر این مخروط (دیافراگم) در یک فرکانس خاص صدا پخش کند، پس با یک فاکتور خاص ka همراه است. اگر ka بیشتر از ۱ باشد، اسپیکر احتمالا به طور موثری با محیط اطراف همراه (جفت) خواهد شد. اگر صدای تابشی از نوع ناخواسته باشد، اسپیکر می تواند از نظر صوتی جدا شود که این کار با ایجاد سوراخ هایی در مخروط یا استفاده از یک اسپیکر کوچکتر انجام می شود. البته، افزایش کوپلینگ اسپیکر با محیط اطراف به جای کاهش آن مطلوب است. گابیتوس از این اصل استفاده کرد و نشان داد که افزایش ۷۵ درصدی در پهنای تسمه یک چرخ دنده موجب افزایش ۳ تا ۴ دسی بلی در سطح فشار صوت باند اکتاو برای یک ماشین نساجی خاص می شود.

دومین روش کاهش فاکتور ka کاهش فرکانس است. ماشین های صنعتی معمولا به نوعی طراحی شدند تا در یک فرکانس خاص عمل کنند. با این وجود در برخی موارد کاهش سرعت قطعه نویز دار به وسیله چرخ دنده و بدون کاهش عملکرد ماشین، امکان پذیر است. البته، گرایش کلی صنعت افزایش سرعت های عملیاتی است. این امر معمولا به سطوح صدای بالاتر می انجامد همانطور که گفته شد یک افزایش ۴۰ درصدی در سرعت دوک ماشین ریسندگی پنبه باعث افزایش ۶ دسی بلی در سطح صدا می شود.

قدرت صوت تابیده شده از یک بدنه نوسان دار نیز متناسب با میانگین مربعات دامنه ارتعاش است. در نتیجه یک روش کنترل نویز این است که دامنه نوسان بدنه مرتعش را کاهش دهیم. در برخی شرایط این کار می تواند با کاهش نیروهایی که بدنه مسبب را حرکت می دهد، انجام شود. یک روش کلاسیک برای کاهش نیروهای ماشین استفاده از جداساز (عایق) است. یک معیار اثربخشی جداساز، انتقال پذیری نیرو است که به عنوان نسبت انتقال به نیروی به کار رفته تعریف می شود. انتقال پذیری تابعی از فرکانس است، و زمانی که فرکانس طبیعی سیستم جدا سازی بسیار کمتر از فرکانس وادارکننده این ماشین است، باعث کاهش حداکثری نیرو می شود. با این حال، همانطور که توسط کراکر[۲۵] اشاره شد، استفاده از جداساز(عایق)، با انحراف استاتیک مجاز این سیستم محدود می شود. اگر عملکرد وادار کننده مقدار قابل توجهی فرکانس پایین داشته باشد، انحراف استاتیک بیش از حد ممکن است مشکلاتی در استحکام طبیعی به وجود آورد. به عنوان مثالی از کاربرد محدود جداسازی، فرض کنید که ماشین جدا شده یک دستگاه بافندگی با ۲۰۰ ضربه در دقیقه است. فرکانس دوره ای این مورد عبارتند از:

$$f = \frac{\text{دور ۲۰۰}}{\text{دقیقه}} \times \frac{\text{دقیقه ۱}}{\text{ثانیه ۶۰}} = ۳.۳ \text{ هرتز} \qquad (۲)$$

فرض کنید که این فرمول نشان داده که برای دستیابی به یک جداسازی خوب، فرکانس طبیعی این سیستم جدا سازی باید کمتر از ۲.۴ هرتز باشد. نتیجه انحراف استاتیک تقریبا ۲ خواهد بود که به طرز غیر قابل قبولی نرم و شل (جداساز) خواهد بود. از این رو، نیروهای دوره ای تولید شده از دستگاه بافندگی نمی توانند به طرز موثری از کف جدا شوند. بنابراین حتی اگر ارتعاشات کف، سطح صدا کلی را به طور توجهی افزایش دهد، کاهش نویز کمی از جدا کردن دستگاه های بافندگی به دست می آید (با فرض اینکه نیروهای دوره ای، در حداقل همان مرتبه بزرگی هستند که قطعات ضربه ای کل نیروی به کار رفته دارند). از سوی دیگر، جداسازی یک دوک چرخشی از میله دوک (برای مثال کاری که کرافورد انجام داد) به علت فرکانس وادارنده بسیار بالاتر موفق تر بوده است. حال به سمت چپ نمودار جریان یعنی دایره بدنه نوسانی پیش می رویم، روش دیگر کاهش دامنه ارتعاش، اصلاح سطوح تابنده یک ساختار است. اگر جرم آن تحت کنترل باشد (یعنی رزونانس یا تشدید صدا، تحت کنترل باشد)،کاهش دامنه ارتعاش می تواند با افزایش وزن قطعات ساختار به سادگی انجام شود. وقتی که سفتی این سیستم تحت کنترل است (یعنی رزونانس پایین) دامنه ارتعاش می تواند با افزایش سفتی این ساختار کاهش یابد. با این حال باید مراقبت قابل توجهی به کار گرفته شود، زیرا افزایش سفتی ساختار می تواند منجر به افزایش فاکتور ka گردد که ممکن است با وجود دامنه کاهش یافته، سطح صدای بالاتری تولید کند. اگر این ساختار در شرایط رزونانس، مرتعش است، دامنه ارتعاش می تواند با میزان سازی مجدد سیستم یا افزودن میرایی(صدا گیر) کاهش یابد. همه مسیرهایی که از دایره بدنه ارتعاشی نمودار جریان آمدند به بلوک کاهش نویز و پس از آن به بلوک تصمیم، همانطور که قبلا بحث کردیم، منتهی می شوند.

حال اجازه دهید که منابع اصطکاکی نویز را در نظر بگیریم. وقتی که منبع اصلی نویز یاتاقان تشخیص داده شده، یک بررسی همه جانبه از نوع، کیفیت، روغنکاری، هم ترازی و نصب آن باید انجام شود. به عنوان مثال، زیگلر[۲۶] با گریس زدن مجدد یک نوع خاص از دوک نخ ریسی تا ۱۲ دسی بل کاهش نویز را گزارش کرد. صفحه راهنمای تاثیرات نصب را مورد مطالعه قرار داد [۲۷] و نشان داد که پر سرو صدا ترین پیکره بندی یک طرح خاص ترکیبی از بلبرینگ و بلبرینگ غلتکی سفت نصب شده است. کم سر و صدا ترین طراحی در این مورد سوار کردن دو بلبرینگ در بوش های لاستیکی است. نوع دیگری از منبع اصطکاکی نویز، نوار گردان یا تسمه گردان است. اگر این منبع اصلی نویز باشد، یک مطالعه سیستماتیک از اثرات سرعت، پهنا، کشش و جنس باید انجام شود. یک نمونه از اطلاعات قابل دسترس در مورد این نوع نویز مطالعه گابتیوس است که تغییر سطح فشار صوت را با کشش تسمه محرک یک ماشین نساجی تعیین کرده است. دیگر منابع اصطکاکی مانند شیطانک های لرزشی که ممکن است به هم برخورد کنند، می توانند بر حسب پارامتر های عملیاتی تعریف شوند. این مسیرها دوباره به بلوک کاهش نویز منتهی می شوند.

انتظار می رود که اکثر منابع نویز در ماشین نساجی به علت ضربه باشد. دو مکانیسم اساسی برای تولید صدای ضربه وجود دارد که عبارتند از a) امواج صوتی از ارتعاشات بدنه های ضربه زننده و b) تابش صدای ناشی از شتاب ناگهانی بدنه ها در طول ضربه (مکانیسم هولمز و لیون[۲۸]). روش های به کار رفته در کنترل صدای ضربه به این بستگی دارد که با کدام نوع از منبع مواجه می شویم. اگر جدایی قطعات عامل نویز است، طراحی مجدد اجزای ماشین می تواند به رفع این مشکل کمک کند. یک مثال از این مورد طراحی مجدد بادامک است، بادامک ها طراحی شده اند تا پیرو را با شتاب بالا و در جهت خاصی به حرکت در آورد که این شتاب بالا می تواند باعث جدایی پیرو و در نتیجه نویز و نیروهای ضربه ای شود.

نویز می تواند از چرخ دنده ها نیز باشد. میشل[۲۹] نشان داد که سرعت، بار، قدرت و نوع از پارامترهای اصلی نویز هستند. هر دو مسیر نویز ضربه و نویز چرخ دنده در بلوک کاهش نویز به هم می رسند و مسیر مطالعه امکان سنجی را به روشی که قبلا شرح داده شد، ادامه می دهند

۵- نتیجه گیری

نتیجه ای که می توان از این مطالعه گرفت این است که اطلاعات کمی در مورد کنترل نویز ماشین آلات نساجی وجود دارد. در حالی که چندین مقاله عالی ارائه شده، پیشرفت کمی در این زمینه حاصل شده است. این امر شاید به دلیل چند پارگی صنعت نساجی باشد. گرچه بسیاری از شرکت های بزرگتر قابلیت های مهندسی لازم برای اجرای برنامه کنترل نویز فنی را دارند، شرکت های کوچکتر دانش و منابع فنی مورد نیاز را ندارند. طبعاً شرکت های بزرگتر تمایلی به انتشار یافته های شان نداشته اند. بنابراین ن یک نیاز واقعی به تنظیم یک برنامه هماهنگ کاهش نویز صنعت نساجی در حوزه دولتی وجود دارد، و شاید با حمایت دولتی و یا صنعتی توسط دانشگاه انجام شود. نتیجه دیگر این مطالعه توسعه یک رویکرد سیستم ها برای تعریف پیروی از ضوابط نویز در قانون سلامت و امنیت شغلی ۱۹۷۰است. این نتیجه به صورت یک نمودار گردشی ارائه می شود که می تواند به عنوان "نقشه راهی" برای تعیین پیشرفت به سوی رضایت مندی باشد. نتیجه نهایی این مطالعه، توسعه یک رویکرد سیستم ها است تا امکان کنترل نویز مهندسی را ارزیابی کند. نمودار جریان حاصل راهنمایی است تا محدوده مشکل را شناسایی کند، منابع اصلی نویز را تعریف کند و از تکنیک های کنترل نویز استاندارد استفاده کند. برای کنترل نویز برخاسته از منابع هوا، بدنه های نوسانی، منابع اصطکاکی، ضربه و چرخ دنده ها پیشنهادات عمومی ارائه می شوند. جاذب ها، سر پوش ها و موانع به عنوان ابزاری برای قطع مسیر بین منبع و گیرنده نویز در نظر گرفته شده اند. حلقه های بازخوردی برای تغییرات ایجاد شده در ماشین اصلی و منبع اصلی نویز به کار رفته اند. مواجهه با نویز همانطور که

یک عامل مهم با توجیه اقتصادی است به عنوان یک بررسی نهایی در نمودار جریان نیز گنجانده شده است. نمودار گردشی باید یک راهنمای مفید باشد تا امکان کنترل نویز در صنعت نساجی را از طریق مهندسی ارزیابی کند. شاید بیشترین سهم این مطالعه، استفاده منحصر به فرد رویکرد سیستم ها است. در حالی که این بررسی به کنترل نویز صنعت نساجی محدود شده، رویکرد سیستمی این مطالعه می تواند برای صنایع دیگر با اصلاحات کوچک به کار رود. رویکرد سیستم ها همچنین می تواند به عنوان ابزاری قدرتمند برای مقابله با مشکلات سلامت و امنیت شغلی باشد.

۶- مراجع

[1] Karplus, H. B., and Bonvallet, G. L., "A Noise Survey at Manufacturing Industries," Industrial Hygiene Association Quarterly Vol. 14, No. 4, Dec. 1953.
[2] Emerson, P. D., "Noise in the Textile Industry," Trans. National Safety Congress, 25, 10-15, 1970.
[3] Yaffe, C. D., and Jones, H. H., "Noise and Hearing," Public Health Service Publication No. 850, United States Printing Office
[4] Walz, F., "Protection Against Noise in the Weaving Shed," Melliand Textilber., Vol. 50, No. 5, 521-523, 1969.
[5] Atherly, G. R. C., and Noble, W. G., "Review of Studies of Weavers' Deafness," Applied Acoustics, Vol. 1, No. 1:3-14, 1968.
[6] Burns, W., Hinchcliffe, R., and Littler, T. S., "An Exploratory Study of Heating and Noise Exposure in Textile Workers," Ann. Occup. Hyg., Vol. 7, No. 4:323-333, 1964.
[7] "Guidelines to The Department of Labor's Occupational Noise Standards for Federal Supply Contracts," U. S. Department of Labor, Workplace Standards Administration, Bureau of Labor Standards, Bulletin 334.
[8] Crawford, R., "Noise of Rotating Spindles and Bobbins in a Textile Machine," / . Sound Vibration, Vol. 5, No. 2, 1967, pp. 317-329.
[9] Crawford, R., "Noise Control on Textile Machinery," A discussion on the Origin and Treatment of Noise in Industrial Environments, Richards, E. J., ed. Royal Society of London, Series A, No. 1142, Vol. 263, pp. 347-367, 1968.
[10] Satter, M. A., Downs, B., and Wray, G. R., "Reduction of Noise at the Design State: A Case Study of a Lightly Loaded Assembly," Proc. Inst. Mech. Engineers, (London) Vol. 184 (1): 593-611, 1970.
[11] Emerson, P. D., and Overman, H. S., I l l , "Reduction of Noise from Rotating Textile Spindles," American Industrial Hygiene Conference, Toronto, 1971. To be published in Journal of A.I.H.A.
[12] Emerson, P. D., "Noise in the Textile Industry," Trans. National Safety Congress, Vol. 25, 10-15, 1970.
[13] Bruce, R. C , and Gubitose, N. F., "Noise Control for a Textile Machine," Sound and Vibration, Vol. 5, No. 5, May 1971, pp. 20-24.
[14] Gubitose, N. F., "Noise Control for a Textile Ringtwister Machine," presented to the AMEBICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.
[15] Kilgore, A. W., "Draper's Program of Loom Noise Reduction," Occupational Health and Safety Bulletin No. 3, Georgia Textile Manufacturers Association, 1969.
[16] Smith, G. M., "Hammering Textile Noise," unpublished paper presented at conference, "Noise in the Textile Industry," Shirley Institute, Manchester, England, October 31, 1969.
[17] "Noise Levels of a Wide Jute Loom with and without Plastic Parts," Taylor, W., Clyne, A., Lord, P., and Jordan, N., / . Textile Institute, Vol. 58, No. 9, 1967, pp. 377-384.
[18] Anderson, D., Personal Communication, Draper Division of North American Rockwell, 1972, Hopedale, Massachusetts.
[19] Mills, R. O., "Noise Reduction in a Textile Weaving Mill," American Industrial Hygiene J., Vol. 30, No. 1, Jan./Feb. 1969.
[20] Perenyi, M., "Noise Level Problems in Textile Plants and Prospects of Noise Abatement based on Industrial Experiments," Hungarian Technical and Scientific Society of the Textile Industry, PAMUTIPAR, Vol. 11, No. 2, 1969, 32-55.
[21] Noweir, M. H., El-Dakhakhny, A., and Valic, F., "Exposure to Noise in the Textile Industry of the U.A.R.," American Industrial Hygiene Association Journal, Nov./Dec. 1968, pp. 541-546.
[22] Beranek, Leo. L., Noise and Vibration Control, McGraw-Hill Book Company, New York, 1971. :
[23] Sanders, G., "Noise Control in Air-Handling Systems," Sound and Vibration, Vol. 8, No. 18, Feb. 1969.
[24] Richards, E. J., and Mead, D. J., Noise and Acoustic Fatigue in Aeronautics, John Wiley & Sons, Ltd., London, 1968.
[25] Crocker, M. J., and Hamilton, J. F., "Machine Isolation for Noise Reduction," Purdue Noise Control Conference, West La-Fayette, Indiana, July 14-16, 1971, pp. 184-190.
[26] Personal communication, Zeigler, G. E., Jr., Fieldcrest Mills, Incorporated, Eden, North Carolina, 1972.
[27] Page, J. D., "Textile Machine Noise Control," Proceedings of IEEE, 1971, Annual Textile Industry Technical Conference, 1-5, Charlotte, North Carolina, May 6-7, 1971.
[28] Holmes, D. G., and Lyon, R. H., "Clackers' Noise," Paper No. NN5, presented to the 83rd meeting of the Acoustical Society of America, April 21, 1972.
[29] Mitchell, L. D., "Gear Noise: The Purchaser's and the Manufacturer's View," Purdue Noise Control Conference, West LaFayette, Indiana, July 14-16, 1971, pp. 94-107.