INSO
16759-1
1st. Edition
Oct.2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱-۱۶۷۵۹
چاپ اول
مهر ۱۳۹۲

پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌ها ـ فراصوت ـ
قسمت ۱: رهنمودهای عمومی

Condition monitoring and diagnostics of machines — Ultrasound — Part 1:General guidelines

ICS:17.160

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی‌کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود .پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد[1] (ISO) کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی(CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسهٔ استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1-International organization for Standardization
2-International Electro technical Commission
3-International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)
4-Contact point
5-Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌ها ـ فراصوت ـ قسمت ۱: رهنمودهای عمومی"

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
مظفری، منصوره (دانشجوی دکترای مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی)	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی
دبیر:	
سالک زمانی، علی (فوق‌لیسانس مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی)	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی
اعضاء (به ترتیب حروف الفباء):	
امیرشقاقی، فرید (فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی)	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی
اولادغفاری، عارف (فوق‌لیسانس مهندسی صنایع غذایی)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
بهامین‌فر، آزیتا (لیسانس مهندسی متالورژی)	صنایع رگلاتورسازی آلیشان تبریز
ترکمن، لیلا (فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
چراغی، رضا (لیسانس مهندسی شیمی)	سازمان صنعت، معدن و تجارت استان آذربایجان شرقی
حسامی، حسام‌الدین (فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک)	کارشناس
حنیفی، محمدباقر (لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
رنجبر، فرامرز (دکترای مهندسی مکانیک)	دانشگاه تبریز

سالک‌زمانی، مریم (فوق‌لیسانس علوم تغذیه)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
کاظمی، علیرضا (لیسانس فیزیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
محرم‌زاده، محمد (لیسانس مهندسی الکترونیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی
هادی، کاظم (لیسانس مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش‌گفتار		و
مقدمه		ز
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۱
۴	اساس روش فراصوت هوابرد و سازه‌برد	۲
۵	کاربرد روش‌های فراصوت	۳
۶	الزامات آموزشی	۴
۷	تجهیزات فراصوت	۴
۸	خطوط راهنمای جمع‌آوری داده‌ها	۸
۹	خطوط راهنمای صحه‌گذاری حساسیت	۱۲
۱۰	بازه زمانی پایش	۱۲
۱۱	تفسیر داده‌ها	۱۲
۱۲	گزارش‌دهی	۱۳
پیوست الف (اطلاعاتی) مثال‌هایی از بررسی نشت هوای فشرده‌شده		۱۴
پیوست ب (اطلاعاتی) مثال‌های متداول از گزارش‌های آزمون فراصوت		۱۸

پیش گفتار

استاندارد" پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌ها ـ فراصوت ـ قسمت ۱: رهنمودهای عمومی " که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های فنی مربوط توسط شرکت اسلوب آفرینان آریا آذربایجان تهیه و تدوین شده و در دویست و سومین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد اندازه‌شناسی و اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۹۱/۱۱/۲۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 29821-1:2011, Condition monitoring and diagnostics of machines — Ultrasound — Part 1:General guidelines

مقدمه

این استاندارد راهنمای پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌ها، با بهره‌گیری از فراصوت هوابرد[1] و سازه‌برد[2] (A&SB ultrasound) است. از A&SB ultrasound می‌توان برای آشکارسازی عملکرد ناهنجار یا ناهنجاری‌های ماشین استفاده نمود. ناهنجاری‌های آشکارشده رخدادهای آکوستیکی[3] بسامد بالا هستند که به وسیله جریان‌های متلاطم[4]، رخدادهای یونیزاسیون و اصطکاک ایجاد می‌شوند. خود این موارد مذکور، از عملکرد نامناسب ماشین‌ها، نشت‌ها، روان‌کاری نامناسب، اجزای فرسوده یا تخلیه‌های الکتریکی ناشی می‌شوند.

A&SB ultrasound مبتنی بر اندازه‌گیری صوت بسامد بالاست که به وسیله جریان متلاطم، اصطکاک، یا یونیزاسیون ایجادشده براثر ناهنجاری‌ها، تولید می‌شود. از این رو، بازرسان لازم است که درکی از فراصوت، چگونگی انتشار آن در جوّ و درون‌سازه‌ها به عنوان پیش‌شرط برنامه‌ریزی برای A&SB ultrasound داشته باشند.

1-Airborne ultrasound

2-Structure-borne ultrasound

3-Acoustic

4-Turbulant flow

پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌ها ـ فراصوت ـ قسمت ۱: رهنمودهای عمومی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌ها و الزاماتی برای پایش وضعیت و عیب‌یابی ماشین‌ها با استفاده از فراصوت هوابرد و سازه‌برد می‌باشد. در این استاندارد، معیارهایی برای اندازه‌گیری، تفسیر داده‌ها، و ارزیابی[1] ارائه می‌شود. روش ارائه‌شده در این استاندارد، نوعا بر روی ماشین‌های عملگر[2] کاربرد دارد و فن بی‌اثری[3] است که عیوب صوتی تولیدشده به وسیله ماشین را، مشخص می‌کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

درصورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظراین استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۱۹: سال ۱۳۹۰، شوک و ارتعاش مکانیکی، پایش وضعیت - واژه‌نامه

۳ اصطلاحات و تعاریف

دراین استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۱۹، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۳-۱

فراصوت هوابرد و سازه‌برد

منظور از فراصوت هوابرد و سازه‌برد، روش آزمون غیرمخرب به کار رفته برای بازرسی با فراصوت هوابرد و سازه‌برد بالاتر از ۲۰ kHz ایجادشده از طریق یک رسانه (واسطه)[4] می‌باشد.

۳-۲

نوفه زمینه[5]

نوفه ناخواسته موجود در یک سیگنال که نمی‌توان به عامل خاصی نسبت داد.

یادآوری ـ این نوفه فراصوتی می‌تواند از سطح اطراف بازرسی ساطع و نشانه‌های[6] کاذب را سبب شود.

1-Assessment
2-Operating machinary
3-Passive
4-Medium
5-Background noise
6-Indications

۳-۳

روبش[1]

منظور از روبش، حرکت دادن ترنسدیوسر[2] یا آرایه‌ای[3] از ترنسدیوسرهای گیرنده حول منبع مشکوک فراصوت، به منظور تصدیق مکان می‌باشد.

۴-۳

بازتاب صوتی[4]

منظور از بازتاب صوتی، فراصوتِ هوابردِ بازتابیده‌شده به خارج از سطح جامد است که احتمالا دالّ بر یک قرائت اشتباه می‌باشد.

۵-۳

مدول استتوسکوپ[5]

موجبر[6] به شکل میله که با ترنسدیوسر گیرنده جفت‌می‌شود و این ترنسدیوسر فراصوت‌ها را به وسیله تماس فیزیکی با ماده مورد آزمون[7] و تجهیزات آزمون، برای فراصوت‌های سازه‌برد دریافت می‌کند.

۴ اساس روش فراصوت هوابرد و سازه‌برد

فراصوت هوابرد و سازه‌برد، موج فیزیکی است که در، یا روی سطح ماده مورد آزمون (ماده یا جزء ماشین) روی می‌دهد و به طور بیرونی خواه در نزدیکی ماده مورد آزمون، خواه با فاصله‌ای از آن، آشکار می‌شود. مبنای این فناوری تشخیص صوت‌های با بسامد بالاست. بسیاری از ابزارهای فراصوت به کار رفته برای پایش تجهیزات، بسامدهای بالاتر از kHz ۲۰ را تشخیص می‌دهند که ماورای گستره شنوایی انسان (۲۰ Hz تا ۲۰ kHz) است. تفاوت‌ها در شیوه‌ای که اصوات با بسامد پایین و اصوات با بسامد بالا حرکت می‌کنند، به توضیح علل موثر بودن این فناوری برای پایش وضعیت کمک می‌کند. اصوات با بسامد پایین، شدت بالاتری از حجم صوت را نگه‌داشته و دورتر از اصوات با بسامد بالا سیر می‌کنند. هنگامی که امواج صوتی با بسامد بالا از نقطه تولید ساطع می‌شوند، سطح شدت آن‌ها به سرعت با فاصله وابسته به کشسانی[8] و و چگالی رسانه عبورکننده[9] کاهش می‌یابد که به شناسایی منشا منبع صوت کمک می‌کند.

فراصوت هوابرد از جوّ (هوا یا گاز) ساطع می‌شود و با میکروفن[10] فراصوتی، هنگامی که فراصوت سازه‌برد درون سازه ایجاد و از آن ساطع می‌شود، تشخیص داده می‌شود، و معمولا با مدول استتوسکوپ تشخیص داده می‌شود، گرچه حس‌گرهای[11] دیگری نیز ممکن است به کار رود. این مدول‌های استتوسکوپ نیازی به

1-Scanning
2-Transducer
3-Array
4-Sonic reflection
5-Stethoscope module
6-Waveguide
7-Subject
8- Elasticity
9-Traversed
10- Microphone
11-Sensors

عامل جفت‌شونده ندارند، چرا که بسامدهای تشخیص به حد کافی پایین هستند، برخلاف فراصوت قدیمی پالس ـ اکو[1]، شکاف‌های هوایی کوچک بین کاوند (پروب)[2] تماس و سازه تحت آزمون، سیگنال دریافتی را به به طور معنی‌داری تضعیف نمی‌کنند. در صورت استفاده از حس‌گرهای نصب‌شده دایمی، روش‌های نصب دقیق بایستی مورد استفاده قرار گیرد تا از تضعیف یا تشدید سیگنال یا هر دو، جلوگیری شود. سازه می‌تواند ماشین، یا جزئی از ماشین یا سیستم باشد.

۵ کاربردهای روش فراصوت

فراصوت هوابرد و سازه‌برد می‌تواند برای گستره وسیعی از کاربردهای تجهیزات یا ماشین به کار رود. هر تجهیزات یا ماشینی که جریان متلاطم، یونیزاسیون یا اصطکاک تولید می‌کند، فراصوت نیز ایجاد می‌کند. در جدول ۱ مثال‌های متداول از کاربردهای فراصوت، برای پایش وضعیت ماشین ارائه شده است.

جدول ۱ـ مثال‌هایی از کاربرد فراصوت

توصیف ماشین	تشخیص فشار یا حجم نشت[a]	مکانیکی[a]	الکتریکی[a]
مبدل‌های حرارتی	AB	-	-
دیگ‌های بخار	AB	-	-
مبردها	AB	-	-
سیستم‌های کنترل هوا	AB	-	-
شیرها	SB	-	-
تله‌های بخار	SB	-	-
موتورها	-	SB	SB
پمپ‌ها	AB	SB	SB
دنده‌ها/گیربکس‌ها	-	SB	-
پنکه‌ها	-	SB	-
کمپرسورها	AB	SB	SB
نقاله‌ها	-	SB	-
تابلوها*	-	AB	AB
مبدل‌ها	-	SB	AB/SB
عایق‌کننده‌ها	-	-	AB
جعبه اتصال	-	-	SB
مدارشکن‌ها	-	-	SB
توربین‌ها	AB	SB	-
ژنراتورها	AB	SB	AB/SB
روان‌کاری	-	SB	-

1- Pulse-echo ultrasound
2-Probe

جدول ۱ــ مثال‌هایی از کاربرد فراصوت ــ ادامه			
توصیف ماشین	تشخیص فشار یا حجم نشت[a]	مکانیکی[a]	الکتریکی[a]
یاتاقان‌های پرسرعت	-	SB	-
یاتاقان‌های کم‌سرعت	-	SB	-
[a] AB، هوابرد؛ SB، سازه‌برد * Switchgear			

۶ الزامات آموزشی

هنگام انجام بازرسی‌های فراصوت تحت شرایط نه چندان مطلوب با نوفه زمینه قابل ملاحظه، میزان اطمینان از به اطلاعات به‌دست‌آمده، به آموزش و تجربه بازرس و روش تشخیص به‌کار رفته، بستگی دارد. مهارت‌ها و خبرگی بازرسِ مجری اندازه‌گیری‌ها و تحلیل داده‌ها، برای کاربرد موثر فراصوت، حائز اهمیت است. بازرس ماهر و متبحر، باید روش‌های مناسب حفاظتی[۱] را برای تقلیل نوفه فراصوت زمینه و نیز گنجانیدن روش‌هایی برای اخذ نتایج بازرسی قابل اعتمادتر، به کار برد.

۷ تجهیزات فراصوت

سیستم‌های تشخیص فراصوت هوابرد و سازه‌برد، برای سهولت کاربری در میدان[۲] نوعا قابل‌نگه‌داری در دست و قابل حمل بوده، و با باتری کار می‌کنند. سیستم‌های برخط (آنلاین)[۳] غیر قابل حمل، عمدتا برای پایش وضعیت در صورت بروز ناهنجاری به کار می‌روند. این سیستم‌ها باید در شروع[۴] مورد توجه قرار گیرند نه در بازرسی‌های جدول‌بندی‌شده مبتنی بر مسیر[۵] . هدف بیشتر کاربردهای برخط، گستره باریکی از کاربردهایی است که در آن‌ها، دامنه پارامتر اصلی، مورد پایش است و احتمال وقوع نشانه‌های کاذب کمتر می‌باشد. توصیه می‌شود که سیستم متشکل از یک ابزار، ترنسدیوسر فراصوت، و هدفون[۶] باشد. نکته‌ای که اکیدا توصیه توصیه می‌شود، این است که خروجی سیگنال کشف‌رمزشده[۷] از طریق هدفون‌ها بررسی شوند تا تمایز بین منابع رقابتی[۸] میسر شود. با این کار، بررسی‌کننده حصول داده‌های کم‌کیفیت را تشخیص داده، از آن جلوگیری می‌کند. سیستم باید برای تشخیص انرژی آکوستیک، خواه هوابرد، خواه سازه‌برد، در گستره‌ای فراتر

از kHz ۲۰ نیز مجهز باشد و این انرژی را باید به سیگنال شنیداری‌پذیر ترجمه (کشف‌رمز) کند که قابل

1- Shielding
2-Field
3-Online
4-Inception
5-Route-based inspection
6- Headphone
7- Demodulated signal output
8- Competing sources

مشاهده روی نشانگر قدرت سیگنال باشد و از طریق هدفون شنیده شود. قدرت سیگنال معمولا برحسب دسی‌بل نمایش داده می‌شود و عموما به عنوان ارزش دسی‌بل[1] مورد اشاره قرار می‌گیرد. سیگنال کشف‌رمزشده نشان‌دهنده مشخصات دامنه و بسامد سیگنال فراصوت اصلی است. موج فشار فیزیکی فراصوت[2] یا تغییر فشار دریافت‌شده و اندازه‌گیری‌شده به وسیله دستگاه فراصوت کشف‌رمزشده، و به سطح متناظر دارای واحد دسی‌بل (نه تعریف استاندارد) تبدیل می‌شود؛ سطح فشار صوت، Lp، به سطح آستانه دستگاه فراصوت هوابرد&سازه‌برد ارجاع می‌دهد که بیان ریاضی آن به شرح زیر است:

$$Lp = 20 \log_{10} r_a$$

که در آن:

r_a، نسبت دامنه است.

در حال حاضر، حساسیت دستگاه‌ها متغیر است، چون هر سازنده سطح آستانه خود (صفر دسی‌بل) را برقرار می‌نماید، (استانداردی برای تعریف یکنواخت این سطح آستانه وجود ندارد). همچنین سطوح متفاوتی از حساسیت، برای دستگاه‌های تولیدشده توسط یک سازنده واحد وجود دارد. بسیاری از کاربردهای پایش وضعیت این فناوری، بر مبنای مقایسه یا رهگیری[3] قرائت‌های قدرت سیگنال طی زمان است، بنابراین بایستی بایستی دقت لازم برای استفاده از دستگاه‌هایی با حساسیت یکسان به عمل آید تا داده‌های مقایسه‌پذیر قابل اخذ باشد.

محفظه اصلی، حاوی ترنسدیوسرهای فراصوت است که سیگنال فراصوت را دریافت و آن را تبدیل به سیگنال الکتریکی تقویت‌شده، می‌کنند. سپس این سیگنال در دستگاه اصلی تغذیه و در آن جا دوباره تقویت می‌شود، سپس کشف‌رمزشده یا ترکیب[4] می‌شود. اصل کشف‌رمز یا ترکیب برای تبدیل بسامدهای فراصوت به سطح شنیداری‌مناسب برای انسان و برای رابط کاربری[5] با ابزارهای ثبت و تحلیل، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان اصل برای پخش و دریافت رادیو AM به کار می‌رود. در فرایند کشف‌رمز یا ترکیب، سیگنال شنیداری برگردان مستقیم سیگنال اولیه است و این سیگنال کشف‌رمزشده برای تحلیل‌های بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (به شکل ۱ مراجعه کنید).

سیگنال کشف‌رمزشده، به بازرس این امکان را می‌دهد که منبع صوت مرتبط را شناسایی و حادثه یا وضعیت به‌وجودآورندهِ فراصوت (برای مثال: نشت‌های هوا در همان منطقه به صورت تخلیه الکتریکی می‌تواند مسبب سردرگمی برای بازرس بی‌تجربه گردد) را، تعیین نماید. سیگنال کشف‌رمزشده، می‌تواند برای تعیین مکان فراصوت غیرمرتبط که احتمال دارد به قرائت اشتباه منجر شود، به کار رود.

از این رو، سیگنال خروجی هدفون سیگنال در جایی که بسامد شنیداری تا حدی تقویت می‌شود و با بسامد فراصوت خاتمه می‌یابد، " چندشاخه"[6] نیست. در فرایند کشف‌رمز (ترکیب) سیگنال فراصوت ورودی با

1-Decibel value
2-Ultrasonic physical pressure wave
3-Trending
4-Heterodyne
5-Interfacing
6-Divided

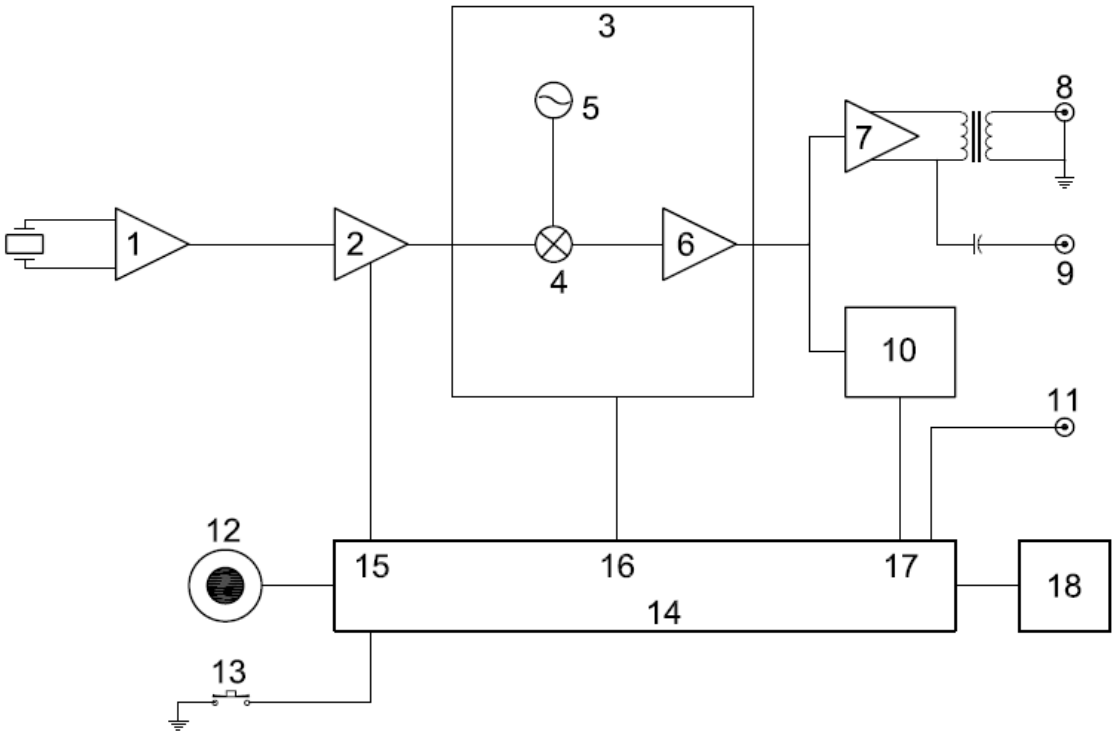
سیگنال داخلی ارتعاش‌سنج[1] آمیخته می‌شود و اختلاف، تقویت‌شده و سپس به خروجی هدفون و مدار اندازه‌گیری[2] فرستاده می‌شود. یک قیاس خوب کلید پیانوست وقتی یک ثانیه ضربه می‌خورد (۱ Hz)؛ صوت منتج حاوی بسامد تشدید[3] رشته‌ای خواهد بود که کلید پیانو بدان مرتبط است، که با۱Hz کلید ضربه‌خورده مدوله[4] می‌شود. اگر سیگنال رشته پیانو (بسامد حامل) حذف شود، آن چه بر جای می‌ماند سیگنال ۱ Hz (بسامد مدولاسیون) کلید فشرده‌شده خواهد بود.

مدول‌های تشخیص فراصوت فقط نوفه با بسامد بالا را، که بر اثر اصطکاک یا جریان متلاطم ایجادشده است، تشخیص می‌دهند و به شتاب با بسامد پایین، جابه‌جایی یا اصوات شنیداری‌پذیر پاسخ نمی‌دهند. در مورد یاتاقان‌ها، فراصوت بر اثر حرکت عناصر چرخنده ایجاد می‌شود. هنگامی که یاتاقان خراب می‌شود، عیوبی در روی سطوح چرخنده تشکیل می‌شود و موقعی که عنصر چرخنده با عیوب تعامل می‌یابد، رخداد آکوستیک یا نشانه خرابی به وجود می‌آید. بسامدهای واقعی خرابی یاتاقان‌های آسیب‌دیده سبب مدولاسیون اجزای با بسامد بالای نوفه یا سیگنال فراصوت ایجادشده، می‌شوند. سیگنال پس از کشف‌رمز تنها مدولاسیون اصلی را ترک خواهد کرد. برای مثال، در یک یاتاقان، بسامد عیب ۴۸ Hz است، دستگاه جزء فراصوتی را آشکار می‌کند که تا بسامد عیب ۴۸ Hz مدوله می‌شود. هنگامی که سیگنال کشف‌رمز می‌شود، سیگنال شنیداری در هدفون‌ها حاوی سیگنال فراصوت نخواهد بود، اما دارای سیگنال عیب ۴۸ Hz خواهد بود.

در یاتاقان‌های با سرعت بالا، اگر فردی بخواهد سیگنال فراصوت کشف‌رمزشده را، با تجزیه‌گر طیفی تجزیه کند، و آن را با سیگنال شتاب‌سنج مقایسه کند، سیگنال‌ها از نظر کیفی مشابه خواهد بود. با یاتاقان‌های با سرعت پایین در سرعت‌های متداول کم‌تر از ۱۰۰ r / min، شتاب‌سنج‌های با ارتعاش استاندارد به علت فقدان انرژی کافی برای شبیه‌سازی عنصر حسی پیزوالکتریک[5] با جرم کالیبراسیون متصل، دارای قدرت سیگنال پایینی خواهند بود.

تجزیه و تحلیل‌های طیفی سیگنال‌های هترودین دریافت‌شده از تخلیه‌های الکتریکی، علاوه بر تجزیه و تحلیل مکانیکی وضعیت، می‌تواند به شناسایی شدت وضعیت، و همچنین تشخیص تفاوت بین اجزای ارتعاش‌کننده ۵۰ Hz تا ۶۰ Hz یا سست[6] از قبیل سیم‌پیچ مبدل و تخلیه‌های واقعی الکتریکی کمک کند.

1-Oscillator
2-Meter circuit
3-Rersonant
4-Modulate
5- Piezoelectric
6-Losse



راهنما:

۱ پیش‌تقویت‌کننده ترنسدیوسر
۲ تقویت‌کننده داده متغیر
۳ مدار کشف‌رمز
۴ مخلوط‌گر
۵ ارتعاش‌سنج
۶ فیلتر پایین‌گذر
۷ تقویت‌کننده شنیداری
۸ خروجی صدا
۹ خروجی خط
۱۰ مبدل RMS به DC
۱۱ I/O دیجیتال
۱۲ دسته تنظیم حساسیت/ بسامد
۱۳ دگمه ذخیره
۱۴ کنترل‌های دیجیتال و CPU
۱۵ کنترل داده
۱۶ کنترل بسامد
۱۷ ورودی مبدل
۱۸ نمایش

شکل ۱ ــ مثالی از دیاگرام بلوک آشکارساز فراصوت

۸ خطوط‌راهنمای جمع‌آوری داده‌ها

۸-۱ کلیات

روش‌های زیادی در صنعت برای جمع‌آوری داده‌ها، شناخته‌شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اثر پیشرفت‌های اخیر، آشکارسازهای فراصوتی پیچیده‌تر شده‌اند و ابزارهای گوش‌دادن با داده‌های دست‌نوشت به سیستم‌هایی تبدیل شده‌اند که می‌توانند داده‌های آزمون را ذخیره، نمونه‌های صوتی را ثبت، و داده‌ها را از طریق نرم‌افزار مدیریتِ داده‌ها و نمونه‌های صوتی ثبت‌شده را با نرم‌افزارهای تجزیه طیفی تجزیه و تحلیل کنند. با این کار، قابلیت شناسایی تغییرات در وضعیت تجهیزات پایش‌شده و امکان تعیین هر اقدام بعدی فراهم می‌شود.

هر یک از این روش‌های فراصوت، می‌تواند به عنوان بخشی از فرایند پایش وضعیت، هنگامی که چنین فرایندی مطابق استاندارد ISO 17359 اجرا می‌شود، مورد استفاده قرار گیرد. فراصوت می‌تواند به عنوان روش اولیه یا ثانویه، برای عیب‌یابی و پیش‌بینی هنگامی که این فرایندها به ترتیب طبق استاندارد ISO 13379-1 و استاندارد ISO 13381-1 انجام می‌شوند، به کار رود.

۸-۲ فراصوت مقایسه‌ای

هنگام شروع مسیر بازرسی برای اولین بار، نکته حائز اهمیت این است که شناسایی ناهنجاری‌ها، به ویژه مواردی که می‌تواند در وضعیت خرابی مشاهده شود، میسر شود. متداول‌ترین روش برای استفاده، روش مقایسه‌ای است. این روش، هنگامی که هیچ خطوط‌مبنای تعیین‌شده‌ای وجود ندارد و مجموعه‌ای از نقاط روی ماشین نیاز به ارزیابی دارد، بدون این که معیارهای ارزیابی قبلی وجود داشته باشد، بهترین است. همانند همه فناوری‌ها، سطح اطمینان اطلاعات به‌دست‌آمده در این فناوری نیز، به تجهیزات به کار رفته، آموزش و تجربه بازرس و روش تشخیص به‌کار رفته بستگی دارد.

فراصوت مقایسه‌ای می‌تواند کمّی یا کیفی باشد. روش کمّی غالبا برای بسیاری از کاربردها، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش از قدرت سیگنال، بیان‌شده برحسب دسی‌بل، (معمولا ارزش دسی‌بل نامیده می‌شود) برای تعیین شدت وضعیت اجزا استفاده می‌شود. ارزش‌های دسی‌بل حاصل‌شده با جزء مشابه یا خط پایه تجهیزات مقایسه می‌گردد.

بسیاری از کاربردها، نیازمند داده‌های کیفی برای پایش وضعیت اجزای ماشین نیستند. در مورد نشت‌های هوای فشرده‌شده و تخلیه‌های الکتریکی، روش‌های کیفی معمولا ارجحیت دارند، چرا که در این وضعیت‌ها فراصوت به وجود نمی‌آید، اگر آن‌ها وجود نداشته باشند.

یک مثال نوعی برای روش کیفی عبارت است از اجزای الکتریکی متعدد عملگر، در همان ولتاژ، تحت همان بار و نیز تخلیه الکتریکی یک جزء که سیگنال فراصوت ایجاد می‌کند. این امر، معمولا نشانگر وضعیت خرابی است. در این مورد، ارزیابی الگوی صوتی کشف‌رمزشده یا هترودین شاخص بهتری برای شدتی است که تغییراتی در سطح سیگنال (ارزش دسی‌بل) ایجاد می‌کند. تجزیه و تحلیل‌های صوتی، اطلاعاتی را فراهم می‌کند که نوع و شدت وضعیت را مشخص می‌کنند. این در مواقعی است که اندازه‌گیری‌های کیفی می‌تواند به مکان‌یابی منبع انتشار با افزایش سطح سیگنال کمک می‌کند و کیفیت صوت دالّ بر درجه شدت است.

۸-۳ روش خط پایه - فراصوت کمّی

متداول‌ترین روش فراصوت سازه‌برد مورد استفاده برای پایش وضعیت، خط‌پایه یا روش کمّی است. این روش موقعی اهمیت می‌یابد که اجزای بحرانی کارخانه، به طور روزمره، برای عیب‌یابی پایش می‌شوند. هنگامی که بازرسی‌ها یا بررسی‌های بعدی نشان‌دهنده افزایشی در ارزش دسی‌بل یا تغییری در مشخصات صوت باشند، این خطوط پایه می‌توانند برای مقایسه مورد استفاده قرار گیرند. این امر، برای شناسایی وضعیت‌های خراب پیش از آن که نیازمند تعمیرات عمده باشند، سودمند است. روش خط پایه می‌تواند ارزش دسی‌بل و نمونه‌های صوت خط پایه را دربرگیرد. مزایای نمونه صوت خط پایه، قابلیت بازنگری و تجزیه و تحلیل هر تغییراتی در تجهیزات مورد آزمون، مبتنی بر دیدگاه‌های سری‌های طیفی و زمانی است که ممکن است تنها با ارزش دسی‌بل مشهود نباشد.

۸-۴ جمع‌آوری داده‌ها

جمع‌آوری داده‌ها بایدطبق خطوط راهنمای زیر انجام گیرد:

الف ـ بازرس فراصوت، باید دانش کافی نسبت به اجزا، ساختار و توری ماشین‌ها داشته باشد، تا وضعیت خرابی یا ناهنجاری را کشف کند.

ب ـ بازرس فراصوت، باید دستگاه‌های فراصوت با قابلیت‌های کافی را، جهت برآورده نمودن الزامات بازرسی مشخص‌شده در بند ۷ مورد استفاده قرار دهد.

پ ـ داده‌ها ممکن است ازطریق ثبت داده‌ها[1] در دستگاه فراصوت، ذخیره و توسط نرم‌افزار مناسب بارگذاری[2] شوند، یا به طور دستی نوشته شده و در گزارش مناسبی درج گردند.

ت ـ داده‌ها باید دربرگیرنده همه اطلاعات مرتبط برای میسر ساختن گزارش‌های تکرارپذیر و معتبر مانند تاریخ و زمان، توصیف شیء مورد آزمون، توصیف و مکان نشانگر، سطح دامنه دسی‌بل و توصیه‌ها باشند (البته نباید تنها به این موارد محدود شوند).

ث ـ جزء تعمیرشده یا جابه‌جاشده، باید بازرسی مجدد شود، تا اطمینان حاصل شود که ماشین به وضعیت عملکرد معمولی بازگشته است.

1-Data logging

2-Download

جدول ۲ـ انواع عیوب متداول و معیارهای ارزیابی

توصیف ماشین	نوع عیب	معیارهای ارزیابی	
		تغییر در قدرت سیگنال (ارزش دسی‌بل)	تجزیه و تحلیل سیگنال
مبدل‌های حرارتی	نشت	×	–
دیگ‌های بخار	نشت	×	–
مبردها	نشت	×	–
سیستم‌های کنترل هوا	نشت	×	–
سیستم‌های گاز فشرده	نشت	×	–
شیرها	نشت	×	×
تله‌های بخار	نشت	×	×
موتورها	عیب مکانیکی یا الکتریکی یا هر دو	×	×
پمپ‌ها	عیب نشت‌های مکانیکی ، حفره‌دارشدن	×	×
دنده‌ها/گیربکس‌ها	عیب مکانیکی	×	×
پنکه‌ها	عیب مکانیکی	×	×
کمپرسورها	عیب مکانیکی	×	×
نقاله‌ها	عیب مکانیکی	×	×
تابلوها*	تخلیه الکتریکی، عیب مکانیکی	×	×
مبدل‌ها	تخلیه الکتریکی، عیب مکانیکی، نشت‌ها	×	×
عایق‌کننده‌ها	تخلیه الکتریکی	×	×
جعبه اتصال	تخلیه الکتریکی	×	×
مدارشکن‌ها	تخلیه الکتریکی، نشت‌ها	×	×
توربین‌ها	عیب مکانیکی، نشت‌ها	–	×
ژنراتورها	عیب مکانیکی، تخلیه الکتریکی، نشت‌ها	×	×
روان‌کاری	عیب مکانیکی	×	×
یاتاقان‌های پرسرعت	عیب مکانیکی	×	×
یاتاقان‌های کم‌سرعت	عیب مکانیکی	×	×

۸-۵ معیارهای ارزیابی

استفاده از تفاضل[1] سطح سیگنال متداول‌ترین معیار شدت می‌باشد (دلتا dB)[2].

به منظور استفاده از بازرسی فراصوت، برای پایش وضعیت ماشین‌ها و اجزای آن‌ها، معیارهای شدت باید توسط بازرس، شرکت یا کارفرما تعیین گردد. شیوه معمول این است که این معیارها از طریق تجربه و جمع‌آوری داده‌ها، درباره ماشین‌ها یا اجزای خاص تعیین گردد. از آن جایی که کاربردهای زیادی از فراصوت وجود دارد که از نظر ارزیابی داده‌ها، متفاوت عمل می‌کنند، در حال حاضر معیار شدت پذیرفته‌شده جهانی در صنعت وجود ندارد. از این رو، در هر رده از تجهیزات و کاربردهای آن، بایستی معیارهای شدت تعیین‌شده بر مبنای طراحی، شرایط عملکردی، وضعیت خط پایه، تعمیر و نگهداری، و شدت آن تعیین شود.

این معیارهای شدت، معمولا بر داده‌های پیشین که نشان‌دهنده افزایش در ارزش دسی‌بل (روش کمی خط پایه) هستند، مبتنی می‌باشد. این مورد می‌تواند برای تعیین میزان خرابی کمک کند و هنگامی که اقدام اصلاحی برای طولانی‌کردن عمر اجزاء انجام می‌شود، کمک‌کننده باشد. این مورد قابل اعمال به کاربردهایی است که از ارزش دسی‌بل به عنوان معیار، استفاده می‌کنند، از قبیل سطوح روان‌کاری یاتاقان‌ها، برای مواقعی که اقدام اصلاحی (روان‌کاری یاتاقان‌ها) انجام شده است تا ارزش دسی‌بل فراصوت کاهش یابد. مثال‌های دیگر برای معیارهای شدت عبارتند از: سیگنال‌های فراصوت افزایش‌یافته همراه اطلاعات از تجزیه و تحلیل‌های طیفی اجزای الکتریکی، که خاموشی دستگاه را سبب می‌شوند و ارزش دسی‌بل در نشت‌های سیستم هوای فشرده، افزایش می‌یابد، که می‌تواند خرابی عملکرد ماشین، یا هزینه‌های بالای انرژی را سبب شود.

به موازات انجام اندازه‌گیری‌های متعدد طی زمان روی قطعه یکسان از تجهیزات، تحت وضعیت‌های عملکردی یکسان می‌توان از داده‌های ثبت‌شده برای تنظیم پارامترهای ردیابی و کمک به پیش‌بینی خرابی این اجزاء استفاده کرد.

یک مثال برای معیارهای شدت مبتنی بر ارزش دسی‌بل افزایش‌یافته، فراتر از مرجع تعیین‌شده یا خط پایه برای یاتاقان‌های تجهیزات چرخنده به شرح زیر است:

الف ـ مرحله پیش ـ خرابی[3] (۸ dB)

این اولین مرحله خرابی است. یاتاقان‌ها ممکن است ترک‌های مویی یا لکه‌های میکروسکوپی داشته باشند که با چشم قابل مشاهده نیستند.

ب ـ مرحله خرابی[4] (۱۶ dB)

در این مرحله، ترک‌های قابل مشاهده با افزایش مشخص در انرژی آکوستیک و دمای یاتاقان‌ها ایجاد می‌شود. یاتاقان‌ها بایستی در این مرحله جایگزین گردد یا پایش بیشتر انجام شود.

1-Differential
2-Delta dB
3-Pre-failure stage
4-Failure stage

پ ـ مرحله فاجعه‌بار، خرابی فاجعه‌بار[1] (۳۵ dB تا ۵۰ dB)

در این مرحله، خرابی سریع روی می‌دهد. سطح آکوستیک صوت، به قدری شدید است که قابل شنیدن است و دمای یاتاقان‌ها بسیار افزایش می‌یابد و موجب گرمایش بیش از حد می‌شود. این مرحله فوق‌العاده خطرناک است، چرا که تغییرات در لقّی[2] و تلرانس یاتاقان‌ها می‌تواند موجب اصطکاک و سایش اضافی درون ماشین شود و به اجزای دیگر صدمه وارد سازد.

۹ خطوط راهنمای صحه‌گذاری حساسیت

بازرسان فراصوت، باید حساسیت دستگاه‌های خود را، بر مبنای منظمی صحه‌گذاری و آن‌ها را با ویژگی‌های ارائه‌شده توسط سازندگان، کالیبره کنند. یک روش متداول برای صحه‌گذاری حساسیت در استاندارد ASTM E1002 ذکر شده است، که در آن، منبع فراصوتِ مرجعِ کالیبره‌شده‌ای، مورد استفاده قرار می‌گیرد. توصیه می‌شود که صحه‌گذاری حساسیت پیش از هر بازرسی یا بررسی انجام شود. یک بررسی سریع حساسیت می‌تواند با به کارگیری آشکارشدن چشمک به عنوان سیگنال با سطح کم برای حس‌گرهای هوابرد و آشکارشدن سیگنال از کریستال شیشه‌ای کوارتز در ساعت مچی برای حس‌گرهای سازه‌برد باشد.

۱۰ بازه زمانی پایش

بازه‌های زمانی پایش می‌تواند بر مبنای معیارهای شدت، از قبیل افزایش مورد انتظار در ارزش دسی‌بل، طی زمان که نشان‌دهنده وضعیت خرابی یا ناهنجاری الگوی فراصوت باشد، تعیین شود. مثال‌هایی از زمان‌بندی بازه‌های پایش به شرح زیر است:

الف ـ ماهانه

اگر خسارت یک جزء یا سیستم، منجر به خاموشی یک عملیات شود.

ب ـ هر دو ماه یکبار

در صورت بروز خرابی در جزء یا سیستم، جزء یا سیستم پشتیبان وجود داشته باشد.

پ ـ چهار ماه یکبار

اگر عملیات در صورت خرابی جزء یا سیستم بتواند تداوم داشته باشد.

۱۱ تفسیر داده‌ها

هنگامی که دستگاه فراصوت انحراف‌هایی را از خط پایه یا قرائت‌های قبلی آشکار می‌سازد، این انحراف‌ها بایستی مورد توجه قرار گیرد؛ داده‌های ارزش دسی‌بل و ناهنجاری‌های کشف‌رمزشده یا هترودین بایستی ثبت و از نظر شدت و اقدامات اصلاحی بعدی تجزیه و تحلیل شوند. استفاده از تجزیه و تحلیل‌های سری‌های طیفی و زمان نه تنها برای تعیین شدت ناهنجاری، بلکه برای ارائه روش گزارش‌دهی وضعیت

1-Catastrophic stage
2-Clearance

مقوله تحت ارزیابی به عنوان " تصویر صوت"[1]، خیلی کمک‌کننده است. مثال‌هایی از خرابی‌های متداول و معیارهای ارزیابی در جدول ۲ نشان داده شده است.

اگر ارزیابی اولیه ناهنجاری، قطعی نباشد، اقدامات بیشتری از قبیل ارزیابی ناهنجاری با روش‌های جایگزین مناسب برای عیب‌یابی و اقدام اصلاحی بعدی مورد نیاز است. این فناوری‌ها می‌تواند انتشار آکوستیک، تصویربرداری مادون قرمز، تجزیه و تحلیل‌های ارتعاش، تجزیه و تحلیل‌های جریان حرکت، و تجزیه و تحلیل‌های روغن باشد.

۱۲ گزارش‌دهی

گزارش‌دهی داده‌های فراصوت می‌تواند به شکل یک نمودار یا چارت برای نشان دادن روند افزایش ارزش دسی‌بل طی زمان برای کاربردهایی که ردیابی مناسب است، انجام شود. برای کاربردهایی که کیفی هستند، و هنگامی که تغییرات در ارزش دسی‌بل نشانگر خرابی نیست، می‌توان گزارش را، به صورت تصویر سری‌های طیفی یا زمانی، یا هر دو، از فایل صوتی ثبت‌شده از ناهنجاری تهیه کرد. مثال‌های متداول در پیوست ب ذکر شده است.

1-Sound image

پیوست الف

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از بررسی نشت هوای فشرده شده

الف- ۱ روش برای هوای فشرده

به منظور انجام بررسی موفقیت‌آمیز نشت هوای فشرده، بایستی رویکرد طرح‌ریزی‌شده و سازمان‌یافته‌ای وجود داشته باشد. اولین چیزی که باید در نظر گرفته شود، حصول هدف مورد نظر، به دنبال انجام بررسی است. آیا بررسی یکباره خواهد بود، یا بخشی از یک برنامه تداوم‌یابنده؟ آیا هدف بررسی، کاهش هزینه‌های انرژی است یا بهبود تولید، یا هردو ؟

اگر هدف، معرفی یک برنامه تداوم‌یابنده باشد، لازم است که جدول زمانی قابل اجرا برای آن تنظیم شود. این کار می‌تواند از یک بار در ماه، تا یک بار در سال متغیر باشد. اغلب از ممیزی یا بازنگری هوای فشرده برای نیازسنجی تجهیزات اضافی هوای فشرده استفاده می‌کنند. ممیزی می‌تواند به تعیین این که استفاده از هوای فشرده بر اثر تولید بیشتر یا الزامات تجهیزاتی، یا هدررفت هوا، افزایش یافته است یا نه کمک کند.

ملاحظات دیگر عبارتند از: افزارهای[1] جایگزین در دسترس برای انجام کار (برای مثال: کنترل‌گرهای الکتریکی که بتواند به جای هوای فشرده به کار رود)، سایر انواع کمپرسورهای در حال استفاده و کمپرسورهایی با محرک سرعت‌های متغیر[2]. هم‌چنین انواع کمپرسور جایگزین می‌تواند اقتصادی باشد.

نکته حائز اهمیت، در نظر گرفتن این نکته است که چه کاری باید انجام شود تا کارکنان در باره استفاده موثر از هوای فشرده آشنا شوند. آن‌ها باید بدانند که هوای هدررفتی رایگان نیست؛ و بر هرچیزی تاثیرگذار است. اگر پسماند، تاثیر نهایی‌اش را بگذارد، شرکت متضرر خواهد شد.

پیش از شروع بررسی، برنامه‌ای تنظیم کنید. چند پیشنهاد در زیر ارائه می‌شود:

الف ـ منطقه آزمون نشت را، در اندازه قابل کنترل، محدود نمایید. کارخانه را بخش به بخش بررسی کنید، تا راهبردی برای تعیین نقطه شروع و ادامه مسیر به دست آید. توصیه می‌شود بررسی در منطقه کمپرسور شروع، و از آن جا به جاهای دیگر تسری یابد.

ب ـ بررسی را، بخش به بخش انجام دهید: در ابتدا به کاربست‌های هدررفت هوا توجه کنید؛ مکان نشت‌های مشهود را، یادداشت کنید؛ عوامل خطرزای ایمنی بالقوه را، یادداشت کنید؛ و تجهیزات مورد نیاز از قبیل نردبان و چراغ قوه را تعیین نمایید.

پ ـ تجهیزات بازرسی را، انتخاب کنید. آیا مدول‌های تخصصی مانند میکروفن‌های سهمی‌شکل، برای مناطق مرتفع صعب الوصول، لازم است، یا روبشگر استاندارد کفایت می‌کند؟

ت ـ مشخصات نشتی، یا سیستم برچسب را، تنظیم کنید. از برچسب‌ها و آویزهای قابل جای‌گذاری در نشت‌ها استفاده کنید. برچسب‌ها، بایستی شماره‌ها یا رمزهایی برای نگه‌داری در سوابق داشته باشند.

1-Utilities

2-Variable speed drives

ث ـ به چگونگی گزارش‌دهی توجه کنید. عکس دیجیتالی[1] از نشت‌ها تهیه و با برچسب مشخص کنید. در صورت نیاز به گزارش هزینه‌ها، تجزیه و تحلیل هزینه را با استفاده از نرم‌افزار انجام دهید.

ج ـ از نصب سیستم گزارش‌دهی نشت و پیگیری‌ها برای تعمیر نشت‌ها اطمینان حاصل کنید. پس از تکمیل بررسی و پایان پذیرفتن تعمیرها، آزمون‌های مجدد انجام دهید تا اطمینان بیابید که تعمیرات به درستی انجام شده و طی آن، نشت‌های جدیدی ایجاد نشده است.

چ ـ اگر نشتی‌ها برای مدت طولانی پیش از بررسی وجود داشته باشد، احتمال دارد که فشار در بخش‌های مختلف کارخانه طی زمان افزایش یافته باشد. بخش‌های مذکور را، دوباره بررسی کنید و فشار را تا سطح مناسبی پایین بیاورید.

الف -۲ تنظیم دستگاه

الف -۲-۱ آنالوگ[2]

الف -۲-۱-۱ هدفون را کار بگذارید؛

الف -۲-۱-۲ باتری‌ها را بررسی و در صورت لزوم، تعویض کنید؛

الف -۲-۱-۳ صحه‌گذاری حساسیت را انجام دهید؛

الف -۲-۱-۴ ابزار را برای پاسخ بسامد اوج تنظیم کنید.

الف -۲-۲ دیجیتال

الف-۲-۲-۱ اطمینان حاصل کنید که حافظه پاک شده و برای بررسی کفایت می‌کند؛

الف-۲-۲-۲ صحه‌گذاری حساسیت را انجام دهید؛

الف-۲-۲-۳ ابزار فراصوت را برای پاسخ بسامد اوج تنظیم کنید؛

الف-۲-۲-۴ سطح باتری را بررسی کنید.

الف-۳ مواد آزمون

الف-۳-۱ مواد پیشنهادی مورد نیاز

الف-۳-۱ پد نوشتاری[3] و خودکار / تخته زیردستی[4]؛

الف-۳-۲چراغ قوه؛

الف-۳-۳ دستمال؛

الف-۳-۴ برچسب‌ها و آویزها؛

الف-۳-۵ مداد علامت‌زن؛

الف-۳-۶ دوربین دیجیتال.

الف-۳-۲ مواد جانبی پیشنهادی

الف-۳-۲ - ۱ میکروفن سهمی‌شکل؛

الف-۳-۲ - ۲ کاوند تمرکزی لاستیکی؛

1-Digital
2-Analogue
3-Writing pad
3-Clipboard

الف-۴ بازرسی

الف-۴-۱ ایمنی

الف-۴-۱-۱ نسبت به کاربست‌های ایمنی آگاهی داشته باشید و آن‌ها را رعایت نمایید؛

الف-۴-۱-۲ از لباس مناسب و سایر وسایل حفاظتی برحسب لزوم استفاده کنید؛

الف-۴-۱-۳ هنگام ورود به فضای محصور، به همه جا توجه داشته باشید؛

الف-۴-۲ پیش ـ بازرسی

الف-۴-۲-۱ منطقه آزمون را بررسی کنید، از دیاگرام لوله‌کشی استفاده کنید، یا عکس‌های دیجیتال از لوله‌کشی و اجزا تهیه کنید - در صورت استفاده از دوربین دیجیتال، عکس‌های دوربرد و نمای نزدیک[1] بگیرید؛

الف-۴-۲-۲ در طول سرکشی:

الف-۴-۲-۲-۱ راهبردهای روبش را تهیه کنید؛

الف-۴-۲-۲-۲ فعالیت‌های هدردهی هوا، مثل شیرهای باز را، موردتوجه قرار دهید؛

الف-۴-۲-۲-۳ نشت‌های آشکار را، برچسب زده و یادداشت کنید؛

الف-۴-۲-۲-۴ از اقلام اضافی دیگر که ممکن است برای آزمون‌ها موثر باشد، یاداشت تهیه کنید.

الف-۴-۳ روش آزمون

الف-۴-۳-۱ هر بار، یک منطقه را در مسیر برنامه‌ریزی، آزمون کنید؛

الف-۴-۳-۲ هنگام مواجهه با فراصوت‌های رقابتی، از روش‌های مناسب حفاظتی استفاده کنید؛

الف-۴-۳-۳ محل نشت را، به شرح زیر تائید نمایید:

الف-۴-۳-۳-۱ روبش اطراف منطقه نشت مشکوک در همه جهات (۳۶۰ درجه)،

الف-۴-۳-۳-۲ درزبندی لاستیک کاوند تمرکزی در برابر منطقه نشت.

الف-۴-۴ نشت را برچسب زنید.

الف-۴-۵ عکس‌های دیجیتال از نشت با برچسب تهیه نمایید.

الف-۴-۶ هدررفت هوای فشرده را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید.

الف-۴-۷ داده‌ها را در گزارش الکترونیکی وارد کنید.

الف-۴-۸ ترتیب کار را مشخص و عکس‌ها (نمای نزدیک از محل نشت) را، طبق همان ترتیب بچسبانید.

الف-۵ پس از بازرسی

الف-۵-۱ تکمیل تعمیرات را تصدیق کنید.

الف-۵ -۲ نشت‌های تعمیرشده را، تحت آزمون قرار دهید.

الف-۵ -۳ گزارش را با نشت‌های تعمیرشده به روز کنید.

الف-۵-۴ گزارش‌های نشان‌دهنده موارد زیر را منتشر کنید:

الف-۵-۴-۱ تعداد نشت‌های یافت‌شده؛

1-Long-range and close-up

الف-۵-۴-۲ تعداد نشت‌های تعمیرشده؛

الف-۵-۵ هدررفت هوای فشرده یا هوای فشرده ذخیره‌شده.

الف-۵-۶ صرفه جویی‌های اقتصادی بالقوه تعیین‌شده در بررسی.

الف-۵-۷ توصیه‌ها.

الف-۵-۸ زمان‌بندی بررسی‌های آتی.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

مثال‌های متداول از گزارش‌های آزمون فراصوت

ب -۱ گزارش خرابی شماره ۱ (شرح و عکس)

ب -۱-۱ شرح

شماره گزارش : ۱	**شماره عکس: ۱**	**1dB: 40**	**Freq: 40**	**LI: 2**
محل عملکرد: 785-FCV-1026				
محل دستگاه: همکف مجاور برج d1				
تجهیزات: دریچه کنترل هوا				
شرح خرابی: نشت هوا در پوزیشنر				
تفسیرها: در پوزیشنر دیگری مقدار زیادی هوا نشت می‌شود				

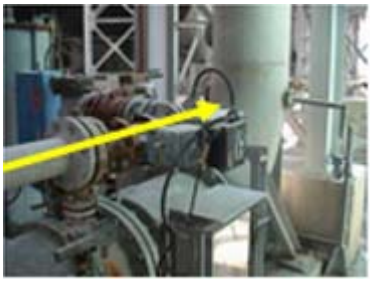
ب -۱-۲ عکس

ب -۲ گزارش خرابی شماره ۲ (شرح و عکس)

ب -۲-۱ شرح

شماره گزارش : ۲	**شماره عکس: ۲**	**1dB: 37**	**Freq: 40**	**LI: 1**
محل عملکرد: 785-FCV-0032				
محل دستگاه: همکف مجاور موتور 758-1096				
تجهیزات: دریچه کنترل هوا				
شرح خرابی: نشت هوا در پوزیشنر				
تفسیرها:				

ب -۲-۲ عکس



ب -۳ گزارش خرابی شماره ۳ (شرح و عکس)

ب -۳ -۱ شرح

شماره گزارش : ۳	**شماره عکس: ۶۵**	**1dB: 48**	**Freq: 40**	**LE: 3**
محل عملکرد: 495-OC-2345				
محل دستگاه: همکف کمپلکس اداری				
تجهیزات: تابلو 13. 6				
شرح خرابی: Arcing phase to phase				
تفسیرها: بلافاصله توسط برقکار تعمیر شده				

ب -۳ -۳ عکس

ب-۴ گزارش خرابی شماره ۴ (شرح و عکس)

ب -۴-۱ شرح

شماره گزارش: ۴	**شماره عکس: ۳۷**	**dB: NA**	**Freq: 20**	**LI:**
محل عملکرد: 2556-FCV-2345				
محل دستگاه: همکف مجاور اتوکلاو T1				
تجهیزات: تله بخار				
شرح خرابی: دمش بخار تازه (Blowing Live steam				
تفسیرها: تعویض				

ب -۴-۲ عکس

یادآوری ــ همه مثال‌های گزارش مربوط به ابزارهای آنالوگ هستند.

گزارش‌دهی داده‌های فراصوت، نوعا به صورت نمودار یا چارت است و روند افزایش سطح سیگنال را برحسب دسی‌بل، به مرور زمان برای آن دسته از کاربردهایی که برای این منظور مناسب هستند، نشان می‌دهد. کاربردهای مذکور، کیفی هستند و هنگامی که تغییر مقدار سطح سیگنال، نشان‌دهنده خرابی نیست

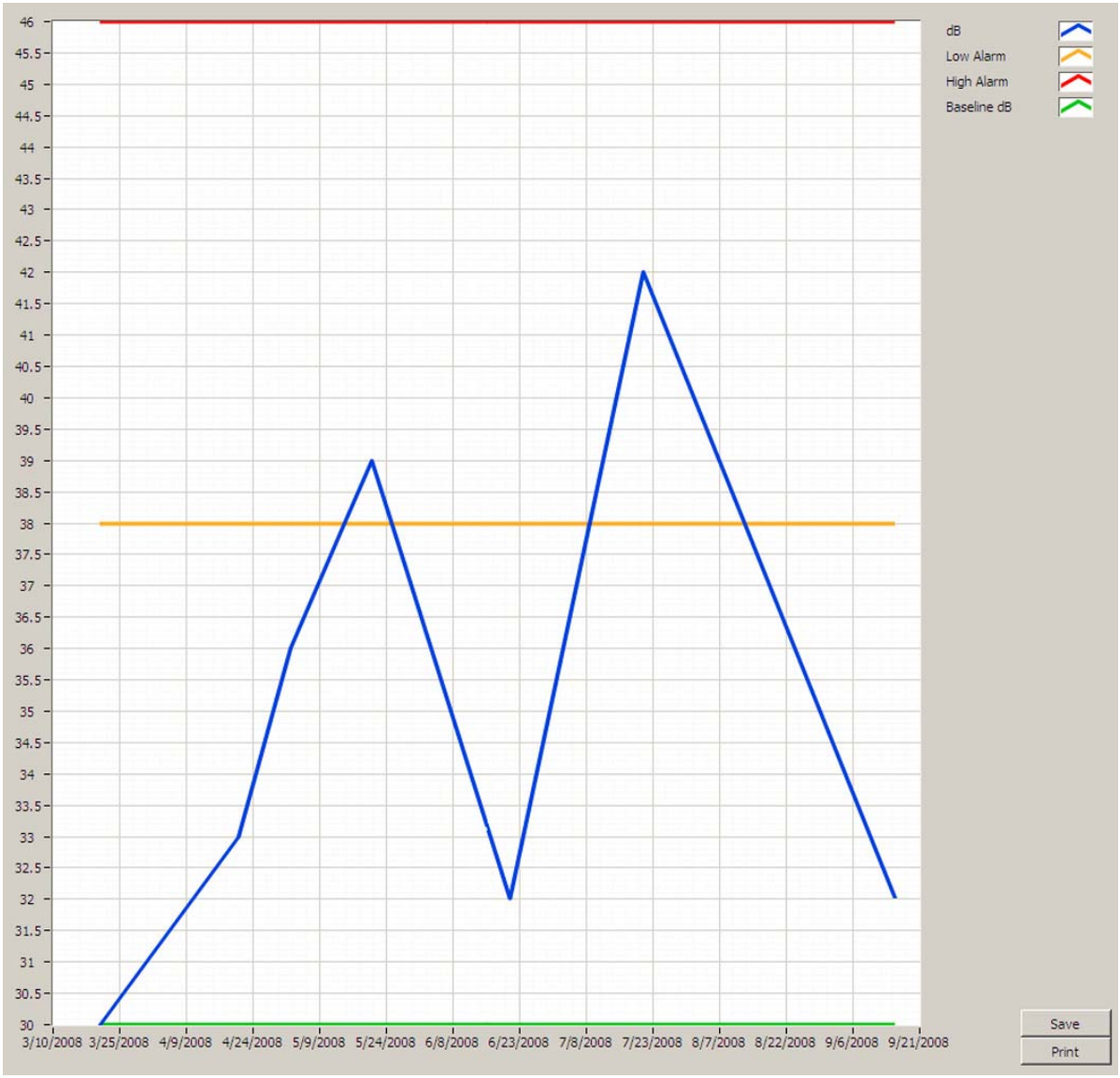
می‌توانند به صورت تصویری از طیف FFT، یا سری‌های زمانی، یا هر دو، از فایل صوتی ضبط‌شده از ناهنجاری گزارش شوند.

گزارش‌های دیجیتالی متداول برای تجزیه و تحلیل سیگنال، هنگامی که سطح سیگنال نشان‌دهنده خرابی نیست، می‌تواند به صورت تصویری از طیف سری‌های زمانی یا هر دو طبق شکل‌های ب ۲ و ب ۳ ارائه شود.

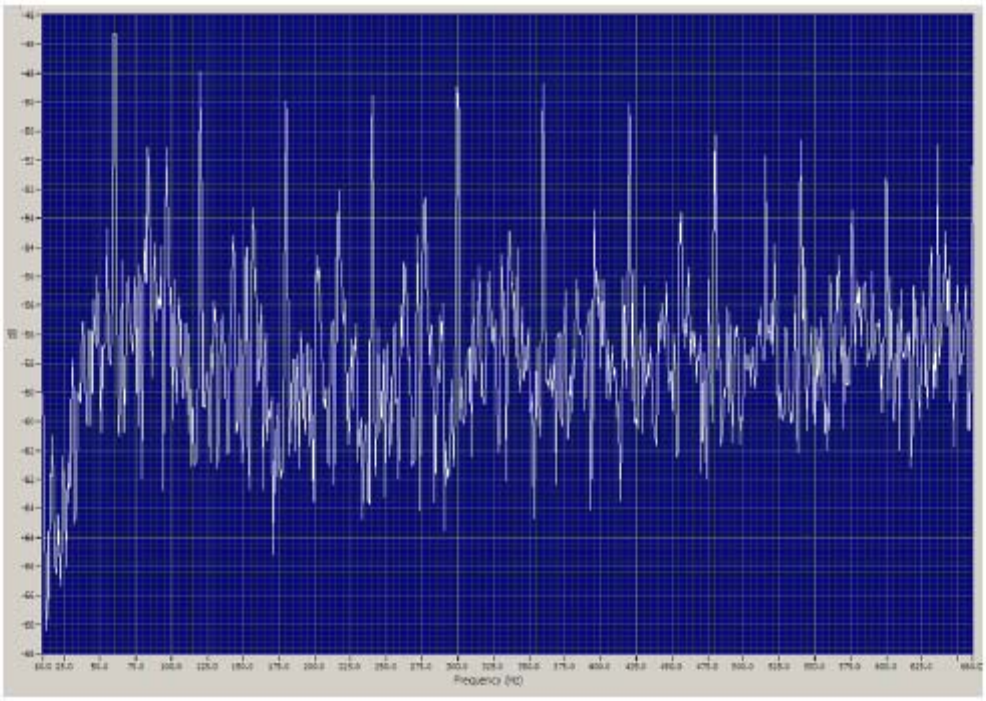
در شکل ب ۴ نمایه سری‌های زمانی کورونا[1] که فاصله برابر بین اسپایک‌ها (برجستگی‌ها)[2] یا انحراف‌های عمده را نشان می‌دهد، دیده می‌شود.

	dB	هشدار پایین	هشدار بالا	dB خط مبنا
3/20/2008 4:20:19 PM	۳۰	۳۸	۴۶	۳۰
4/20/2008 6:38:26 PM	۳۳	۳۸	۴۶	۳۰
5/2/2008 1:43:36 PM	۳۶	۳۸	۴۶	۳۰
5/20/2008 6:39:24 PM	۳۹	۳۸	۴۶	۳۰
6/20/2008 6:39:54 PM	۳۲	۳۸	۴۶	۳۰
7/20/2008 6:40:26 PM	۴۲	۳۸	۴۶	۳۰
9/15/2008 10:22:34 PM	۳۲	۳۸	۴۶	۳۰

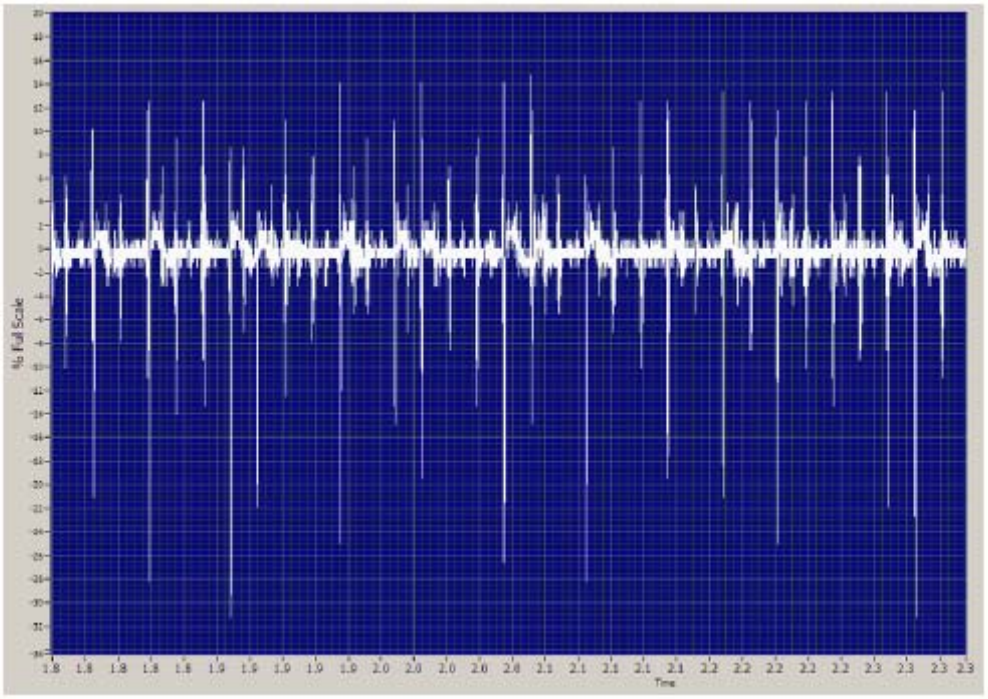
1-Corona
2-Spikes



شکل ب ۲- گزارش‌های دیجیتالی متداول با استفاده از سطح سیگنال، برحسب دسی‌بل، برای ردیابی (این مثال مربوط به یاتاقانی است که دارای سطح هشدار می‌باشد، در جایی که اقدام اصلاحی روانکاری انجام شده است)



شکل ب ۳- نمای طیف کورونا که هارمونی‌های ۶۰ Hz و مقدار بسامد غیریکنواخت بین پیک‌ها دارد



شکل ب ۴- نمای سری‌های زمانی کورونا که فضای برابر بین اسپایک‌ها یا انحرافات عمده را که با هارمونی‌های غنی و نمای طیف هبستگی دارد، نشان می‌دهد.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

کتابنامه

[1] ISO 13372, Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary
[2] ISO 13379-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Data interpretation and diagnostics techniques — Part 1: General guidelines
[3] ISO 13381-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Prognostics — Part 1: General guidelines
[4] ISO 17359, Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines
[5] ISO 18436-8, Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 8: Ultrasound
[6] ASTM E432, Standard Guide for Selection of a Leak Testing Method
[7] ASTM E1002, Standard Test Method for Leaks Using Ultrasonics