

بخش دوم

ارتعاش

تعاریف

ارتعاش یک حرکت نوسانی حول نقطه تعادل آن است. آنچه که در ارتباط بین ارتعاش اجسام در محیط و انسان (از نظر بهداشتی) حائز اهمیت است، این است که انرژی امواج ارتعاشی در تماس مستقیم با اعضا و اندامها می‌تواند در محدوده‌هایی مخاطره‌آمیز باشد.

اثرات ارتعاش

اختلال در راحتی یا آسایش فرد، کاهش بازدهی در اثر خستگی ناشی از ارتعاش و نیز اختلال در اعمال فیزیولوژیک و در مواردی نیز می‌تواند باعث ضایعات اسکلتی و برخی بیماری‌ها گردد.

مشخصه‌های اصلی امواج ارتعاش

۱. دامنه موج (شامل دامنه‌های جابه‌جایی، سرعت و شتاب)؛

۲. فرکانس؛

۳. زمان تناوب؛

۴. فرکانس زاویه‌ای؛

۵. طول موج؛

۶. نیرو.

۱- دامنه موج

دامنه یا بزرگی، تغییرات کمیت موج نسبت به نقطه تعادل بوده و دارای یک قله و یک دره است.

۲- فرکانس

تعداد سیکل‌های ارتعاشی کامل در ثانیه است. واحد آن هرتز است و هر هرتز برابر با یک ارتعاش کامل در ثانیه می‌باشد.

۳- زمان تناوب

مدت زمانی بر حسب ثانیه است که یک سیکل ارتعاشی طی شود.

۴- فرکانس زاویه‌ای

چون تصویر یک حرکت دورانی، حرکت نوسانی ساده است لذا فرکانس زاویه‌ای برابر است با:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

۵- طول موج

طول موج یک حرکت ارتعاشی، تابعی از سرعت و فرکانس است.

$$\lambda(m) = \frac{v}{f}$$

۶- نیروی ارتعاش

هر حرکت ارتعاشی تحت تأثیر یک نیروی درون سیستم یا نیروی محرکه ایجاد می‌گردد. برای تداوم حرکت ارتعاشی باید یا میرایی سیستم بسیار کم باشد و یا نیروی ارتعاش پیوسته اعمال گردد.

$$F(N) = -kd$$

F: نیروی ارتعاش (N).

k: ضریب فنری یا سختی سیستم ($\frac{N}{m}$).

d: دامنه جابه‌جایی (m).

کمیت‌های اندازه‌گیری ارتعاش

برای بیان و اندازه‌گیری ارتعاش از دو دسته کمیت استفاده می‌شود:

۱. کمیت‌های فیزیکی (جابه‌جایی، سرعت و شتاب)

۲. کمیت‌های لگاریتمی (تراز جابه‌جایی، تراز سرعت و تراز شتاب)

۱- کمیت‌های فیزیکی

این کمیت‌ها مقادیر مطلق را نشان می‌دهد؛ شامل جابه‌جایی جسم از محور تعادل، سرعت ارتعاش و شتاب آن.

• جابه‌جایی: تغییر مکان جسم مرتعش از نقطه تعادل خود، واحد آن m است.

• سرعت: جابه‌جایی در واحد زمان، واحد آن $\frac{m}{s}$ است.

• شتاب: تغییرات سرعت نسبت به زمان، واحد آن $\frac{m}{s^2}$ است.

۲- کمیت‌های لگاریتمی

تراز عبارت از نسبت یک کمیت اندازه‌گیری شده به کمیت مبنا است. $\frac{X}{X_0}$, $\frac{V}{V_0}$, $\frac{A}{A_0}$ در این نسبت‌ها صورت کسر

مقادیر اندازه‌گیری شده ارتعاش و مخرج کسر، آستانه درک آنها توسط انسان است. واحد آن dB است.

سیستم ارتعاشی بدن انسان

بدن انسان مثل سایر محیط‌های الاستیک قابلیت پذیرش و تولید ارتعاش را دارد. محدوده ارتعاشات قابل توجه برای بدن انسان، فرکانس‌های کمتر از ۲۰۰۰ هرتز است. لیکن ارتعاشاتی که محدوده طبیعی را شامل می‌گردد بین ۸۰-۱ هرتز است.

فرکانس بحرانی (فرکانس تشدید)

زمانی که فرکانس ارتعاشی وسیله‌ای که انسان با آن در ارتباط است (فرکانس نیروی محرکه) به حدود این فرکانس برسد، پدیده تشدید در عضو رخ خواهد داد.

انواع ارتعاش انسانی

۱. ارتعاش تمام بدن؛

۲. ارتعاش دست - بازو (موضعی).

۱- ارتعاش تمام بدن

ارتعاشی که به تمام بدن وارد می‌شود، در محدوده فرکانس بحرانی ۸۰-۱ هرتز مورد مطالعه قرار گرفته و در استاندارد ISO-2631 مورد بحث قرار می‌گیرد. در ارتعاش تمام بدن سطح وسیعی از بدن در تماس با جسم مرتعش و حتی ممکن است کل بدن در یک محیط مرتعش مانند اتومبیل و هلیکوپتر قرار گیرد.

۲- ارتعاش دست - بازو (موضعی)

محدوده فرکانس بحرانی ارتعاش دست - بازو، تا حدود ۱۵۰۰ هرتز بوده و در استاندارد ISO-5439 مورد بحث قرار گرفته است. این ارتعاش از وسائلی مثل مته برقی، ابزارهای بادی مثل مته، چکش و کلنگ و اهر چوب‌بری تولید می‌گردد.

جهت ورود ارتعاش تمام بدن (W-B)

۱. جهت X از پشت به سینه؛

۲. جهت Y از شانه به شانه؛

۳. جهت Z در امتداد طول بدن (از پا به سر).

جهت ورود ارتعاش دست - بازو (H-A)

۱. جهت X از کف به پشت دست؛

۲. جهت Y در پهنای دست، از انگشت کوچک به سمت انگشت شست؛

۳. جهت Z در امتداد طول دست (از نوک انگشتان به سمت بازو).

اثرات ارتعاش

صدماتی که ارتعاش به عنوان یک استرس فیزیکی به بدن وارد می‌کند و همچنین پاسخ فیزیولوژیک، که بدن در مقابل آن ایجاد می‌کند مختلف است. نحوه و میزان اثر ارتعاش به دو گروه عوامل بستگی دارد:

۱. عوامل خارجی یا محیطی؛

۲. عوامل فردی.

۱- عوامل خارجی یا محیطی

الف) فرکانس ارتعاش

هر محدوده فرکانس از دامنه ارتعاش، اندام به خصوصی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در صورتی که فرکانس ارتعاش نیروی محرکه به فرکانس تشدید اندام نزدیک باشد اثرات در آن ارتعاش بیشتر است.

ب) شتاب

بزرگی دامنه ارتعاش به نوعی بیان‌کننده انرژی نیروی محرکه است و هرچه بیشتر باشد اثر ارتعاش نیز بیشتر خواهد بود.

پ) جهت ورود ارتعاش به بدن

بیشترین صدمه وارد شده به بدن در جهت طول اندام و بیشترین مواجهه در همان جهت است. اگر جهات ورود بیشتر باشد، برآیند دامنه ارتعاش در جهات مختلف اهمیت می‌یابد.

ت) وسعت محل ورود ارتعاش

هرچه وسعت محل تماس بدن با جسم مرتعش بیشتر باشد اثر ارتعاش بیشتر و عوارض مربوطه زودتر نمایان می‌گردد.

ث) مدت مواجهه روزانه و سابقه کار

زمان مواجهه و طول آن نقش اساسی دارد.

ج) درجه حرارت محیط

وجود سرما، خصوصاً در ارتعاش دست - بازو، اثر ارتعاش را تشدید می‌کند.

چ) میزان ضد ارتعاش بودن وسیله کار

در مرحله طراحی، وسیله از نظر ارتعاش تولیدی باید کنترل شود. در غیر این صورت مخاطرات آن بیشتر خواهد بود.

ح) زمان اثرگذاری ارتعاش

هر میزان ارتعاش در یک محدوده زمانی معین می‌تواند اثرات خود را در بدن بروز دهد.

خ) وجود صدا

وجود صدا در محیط کار یا وسیله مرتعش، اثر ارتعاش را تشدید می‌کند. اثرات توأم صدا و ارتعاش بیش از جمع اثر هرکدام به تنهایی است. لذا باید در مطالعه اثر هر یک، اثر توأم دیگری نیز مورد ملاحظه قرار گیرد.

۲- عوامل فردی

الف) طرز قرارگیری بدن در حین کار

حالات غیرطبیعی اندام می‌تواند به تسریع اثرات ارتعاش کمک کند.

ب) وضعیت کششی بدن (ماهیه‌ها)

هرچه کشیدگی یا سفتی عضلات در هنگام کار با وسایل بیشتر باشد، اثرات ارتعاش بیشتر خواهد بود.

پ) چگونگی عکس‌العمل بدن به ارتعاش

پاسخ بدن انسان به تمام ارتعاشات یکسان نیست و در برخی فرکانس‌ها حساسیت کمتر می‌باشد.

ت) خصوصیات جسمانی، فردی و ارثی

ارتعاش اثرات یکسانی بر افراد ندارد. خصوصیات بدنی، نژاد و آمادگی جسمانی در ایجاد عوارض ارتعاش نقش دارند.

اثرات ارتعاش تمام بدن

این ارتعاشات از وسایل نقلیه زمینی، هوایی، دریایی، زنراتورهای نیروگاهها و... به بدن انسان وارد می‌شوند. مهم‌ترین اثرات:

۱. اختلال در اندام‌ها، مخصوصاً ستون فقرات؛

۲. اختلالات گوارشی (سرگیجه، عدم تمرکز و تهوع)؛

۳. اثرات عصبی و عمومی؛ ترشح هورمون‌ها زیاد شده و باعث تحریک عصبی می‌گردد. افزایش فشار خون و نبض.

اثرات ارتعاش دست - بازو

۱- سندروم ارتعاش دست - بازو

اختلال در خون‌رسانی به دست عمدتاً به دلیل عکس‌العمل رفلکسی عروق، به صورت تنگی ظاهر شده و باعث اختلال در تغذیه و اکسیژن‌رسانی شده و می‌تواند باعث پدیده انگشت سفید (انگشت مرده) ناشی از ارتعاش گردد.

۲- تغییر شکل استخوان‌ها و مفاصل انگشتان

خون‌رسانی ناکافی و صدمات مکانیکی ناشی از ارتعاش موجب می‌گردد که مفاصل انگشتان تغییر شکل داده و حجیم گردند.

۳- عوارض استخوان‌های میچ و کف دست

اختلال در خون‌رسانی و تغذیه بافت‌ها، استخوان‌های کف دست را تحت تأثیر ارتعاش قرار داده، نرم و شکننده نموده و حتی در برخی موارد دچار نکروز می‌کند. صدمات مکانیکی ناشی از ارتعاش وسایل برقی و بادی به دست، سبب کننده شدن قطعات مرزی از این استخوان‌ها می‌شود؛ ضایعات میچ و مفصل آرنج از این عوارض است.

مقررات

۱- حدود مواجهه ارتعاش

ماده ۱- از آنجا که مقادیر توصیه شده برای مواجهه مجاز با ارتعاش متفاوت است، برای ارزیابی و اظهارنظر در مورد تعیین حدود، لازم است یکی از توصیه‌های حدود مجاز انتخاب گردد.

ماده ۲- کارکنان نباید با ارتعاش بیش از حدود مواجهه شغلی تعیین شده در کتابچه "حدود تماس شغلی" وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در تماس باشند.

ماده ۳- شرکت باید اطمینان حاصل نماید که هیچ‌یک از کارکنان در معرض ارتعاش بیش از حدود مواجهه مشخص شده در کتابچه معرفی شده در ماده ۲ نمی‌باشند.

۲- استانداردهای ارتعاش تمام بدن

ماده ۴- استاندارد ISO-2631(1985)؛ این استاندارد مورد قبول ACGIH و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی می‌باشد و در مورد ارتعاشات سراسری بدن سه معیار اصلی را جهت ارزیابی ارتعاشات وارد شده به تمام بدن مشخص کرده است.

۱-۲- مرز افت راحتی یا کاهش آسایش

این مرز برای حفظ راحتی افرادی است که با وسایل نقلیه مسافرت می‌کنند و گذر از این مرز، انجام فعالیت و تحمل عادی سفر را دچار مشکل می‌کند. حد نهایی این مرز برای یک دقیقه مواجهه حدود ۱۱۹ dB یا $\frac{m}{s^2}$ ۰/۹ است. مواجهه بالاتر از این محدوده برای مسافرت قابل قبول نیست.

۲-۲- مرز کاهش مهارت و خستگی

مواجهه با مقادیر بیشتر از این مرز باعث خستگی و کاهش بازدهی می‌گردد. حد نهایی این مرز برای یک دقیقه مواجهه حدود ۱۲۹ dB یا $\frac{m}{s^2}$ ۲/۸ است. مواجهه بالاتر از این محدوده باعث می‌شود که مهارت فرد بر اثر خستگی کاهش یابد و ایمنی شاغل دچار اشکال گردد.

۲-۳- حد مجاز مواجهه (حداکثر مجاز)

رعایت این حد از شتاب برای پیشگیری از اختلال فیزیولوژیک ضروری است. حد نهایی این مرز برای یک دقیقه مواجهه حدود ۱۳۵ dB یا $\frac{m}{s^2}$ ۵/۶ است.

ماده ۵- استاندارد ISO-2631(1997)، با استفاده از منحنی، مطابق توصیه جدید سازمان بین‌المللی استاندارد، مقدار شتاب مجموع محاسبه می‌گردد.

ماده ۶- استاندارد BS-6841(1987)، مشابه استاندارد ماده ۵، با استفاده از منحنی است، زمان مواجهه به ثابیه و شتاب مواجهه با دو معیار $m.s^{-2}$ و $m.s^{-1.75}$ آمده است. حد فاصل بین دو مرز به عنوان محدوده مجاز و احتیاط ذکر می‌شود.

۳- استانداردهای ارتعاش دست - بازو

به خاطر اهمیتی که دست و بازو در انجام کار دارند و همچنین ذکر این نکته که بروز ضایعات در دست بیشتر ظاهر می‌گردد، استانداردهای دست و بازو از تمام بدن مجزا ذکر شده است. برای اعلام حدود مجاز مواجهه با ارتعاش دست - بازو، سازمان‌های بین‌المللی و مراجع رسمی کشورهای مختلف الگوهایی را بنا به ضرورت اعلام کرده‌اند.

ماده ۷- توصیه مجمع دولتی بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH-2002)؛ این توصیه به عنوان حد آستانه مجاز TLV در جدول ذیل آمده است و مورد پذیرش وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نیز می‌باشد.

جدول ۱: مقادیر حد تماس شغلی مواجهه دست با ارتعاش در هر یک از جهات X,Y,Z

مقادیر شتاب مجاز مواجهه روزانه ** rms		مقادیر مجاز ساعات مواجهه *
g	$\frac{m}{s^2}$	
۰/۴	۴	۴ ساعت و کمتر از ۸ ساعت
۰/۶۱	۶	۲ ساعت و کمتر از ۴ ساعت
۰/۸۱	۸	۱ ساعت و کمتر از ۲ ساعت
۱/۲۲	۱۲	کمتر از ۱ ساعت

* منظور کل زمانی است که شاغل در روز به طور متناوب یا مداوم با ارتعاش مواجه است.
** مقادیر برای محور اصلی ورود ارتعاش یا محوری که مقادیر در آن بیشتر است، عنوان گردیده است. در صورتی که در بیش از یک محور مقادیر از حد مجاز بالاتر باشد TLV کاهش خواهد یافت.

تبصره ۱: مقادیر توزین فرکانس برای دست - بازو در فرکانس‌های بالاتر از ۱۶ هرتز اهمیت زیادی ندارد. مگر اینکه محدوده ارتعاش دستگاه مولد ارتعاش بالاتر از آن باشد.

تبصره ۲: مواجهه‌های حاد با مقادیر مؤثر شتاب که بالاتر از TLV ذکر شده در این جدول بوده و مدت زمان آن کوتاه می‌باشد (مثلاً یک روز در هفته یا چند روز در یک دوره چند هفته‌ای) اغلب مخاطره‌زا نیست.

تبصره ۳: مواجهه‌های حاد با مقادیر مؤثر شتاب سه برابر TLV ذکر شده منجر به اثراتی شبیه به اثرات ارتعاش پس از ۵-۶ سال مواجهه با TLV است.

تبصره ۴: موارد پیشگیری از اثرات، شامل معاینات قبل از استخدام، دوره‌ای سالیانه و اختصاصی برای جدا نمودن افراد حساس به ارتعاش است.

تبصره ۵: برای به حداقل رساندن اثرات مواجهه با ارتعاش باید به شاغل آموزش داده شود که به ازای هر ساعت کار ۱۰ دقیقه استراحت کنند.

تبصره ۶: نحوه چنگش صحیح وسیله و سایر مراقبت‌ها باید به شاغل آموزش داده شود. در این آموزش، شاغل حتی الامکان وسیله را آزاد در دست گرفته (چنگش ضعیف) و در طول زمان مواجهه دست‌ها را گرم نگه دارد (استفاده از دستکش ضد ارتعاش این مقصود را عملی می‌کند).

تبصره ۷: نحوه به کارگیری شتاب‌سنج برای اندازه‌گیری ارتعاش باید مناسب و متصل به دست بوده و ملاحظات مربوط به نسبت وزن شتاب‌سنج و حساسیت آن در نظر گرفته شود.

تبصره ۸: استفاده از شتاب‌سنج کریستالی، برای وسایل پنوماتیک (به علت دامنه جابه‌جایی بزرگ و ارتعاش ضربه‌ای) در معرض خطای اندازه‌گیری است. برای اصلاح خطا باید یک فیلتر مکانیکی با برش فرکانسی ۱۵۰۰ هرتز یا بالاتر در مسیر دریافت‌کننده قرار گیرد.

تبصره ۹: مدل دستگاه و کارخانه سازنده باید در ثبت نتایج گزارش گردد. همچنین محورهای خصوصاً محور اصلی در ثبت نتایج اندازه‌گیری مشخص شود.

ماده ۸- استاندارد انگلیسی BS-1975؛ این استاندارد براساس مواجهه‌های متناوب یا مداوم، ۱۵۰، ۲۷۰ و ۴۰۰ دقیقه‌ای و در فرکانس‌های مرکزی یک اکتاو باند، حد مجاز مواجهه با ارتعاش دست - بازو را بیان نموده و بیشترین حساسیت را به محدوده فرکانس‌های ۱۶-۶/۳ هرتز معطوف نموده است. برای فرکانس‌های مهم و مواجهه روزانه، مداوم یا متناوب ۱۵۰ دقیقه شتاب مؤثر $10 \frac{m}{s^2}$ مجاز است. برای ۲۷۰ دقیقه مواجهه $2/5 \frac{m}{s^2}$ و برای ۴۰۰ دقیقه $0/95 \frac{m}{s^2}$ مجاز اعلام شده است.

ماده ۹- استاندارد ISO-5349؛ این استاندارد رئوس کلی چگونگی اندازه‌گیری و ارزیابی ارتعاش دست - بازو را اعلام نموده است. مهم‌ترین ویژگی این استاندارد معرفی حد اثرگذاری ارتعاش دست - بازو است. در تعیین حد اثرگذاری باید ابتدا شتاب مؤثر ۴ ساعته محاسبه، سپس اثر تجمعی مواجهه با ارتعاش به صورت درصد افراد مبتلا به عوارض عصبی و عروقی محاسبه گردد.

۴- اندازه‌گیری و ارزیابی ارتعاش

ماده ۱۰- برای اندازه‌گیری و نهایتاً ارزیابی ارتعاش، شناخت کامل نسبت به روش‌های اندازه‌گیری، خصوصیات محیط کار و چگونگی مواجهه کارکنان اهمیت دارد. مهم‌ترین نکاتی که باید قبل از اقدام به اندازه‌گیری و ارزیابی در نظر گرفته شود شامل موارد زیر است:

۱. هدف اندازه‌گیری؛

۲. گردآوری اطلاعات دقیق از کارگاه؛

۳. گردآوری اطلاعات درباره نحوه مواجهه شاغلان؛

۴. وسیله اندازه‌گیری؛

۵. کالیبراسیون؛

۶. استاندارد مواجهه شاغلان.

ماده ۱۱- قبل از اقدام به اندازه‌گیری باید هدف کار معلوم گردد. زیرا برای دستیابی به هر هدف، روش، دستگاه و نحوه ارزیابی متفاوت می‌باشد. اندازه‌گیری ارتعاش می‌تواند به منظورهای زیر انجام شود:

تبصره ۱۰: اندازه‌گیری برای اهداف صنعتی (مثلاً عیب‌یابی و یا بازرسی فنی دستگاه‌ها).

تبصره ۱۱: اندازه‌گیری برای مشخص نمودن میزان مواجهه شاغلان.

تبصره ۱۲: اندازه‌گیری برای آنالیز فرکانس.

تبصره ۱۳: اندازه‌گیری برای کنترل ارتعاش.

ماده ۱۲- قبل از هرگونه اقدام به اندازه‌گیری و ارزیابی ارتعاش، باید اطلاعات مورد نیاز برای این کار از کارگاه و نحوه مواجهه شاغل جمع‌آوری گردد. در این مرحله:

تبصره ۱۴: نقشه ساده محیط کار که دارای مقیاس و محل نصب دستگاه‌ها، خصوصاً دستگاه‌های مولد ارتعاش است، ترسیم گردد.

تبصره ۱۵: اطلاعات مربوط به محل‌های توقف شاغلان معلوم گردد.

تبصره ۱۶: ساعات مواجهه هر گروه از شاغلان با ارتعاش مشخص گردد.

تبصره ۱۷: اوقات تغییر شیفت معلوم گردد.

تبصره ۱۸: اطلاعات مدیریتی مهم، مانند اضافه‌کاری، کار گردشی و مرخصی‌ها ثبت گردد.

تبصره ۱۹: در صورت لزوم (اهداف کنترل ارتعاش مدنظر باشد) مشخصات فنی سازه‌های بنای کارگاه و مشخصات فنی فونداسیون محل نصب دستگاه‌ها باید به فهرست اطلاعات اضافه گردد.

ماده ۱۳- وسیله مناسب؛ برای هر هدف معین باید از یک وسیله مناسب استفاده کرد و از قبل، روش کار و محدودیت‌های دستگاه، مورد مطالعه قرار گیرد.

ماده ۱۴- کالیبراسیون؛ قبل از هر بار اندازه‌گیری باید از صحت و دقت کار دستگاه اندازه‌گیری ارتعاش مطمئن شد. برای اطمینان از صحت کار دستگاه باید آن را با وسیله یا روش استاندارد کالیبره نمود. ساده‌ترین روش، صفر کردن دستگاه در مکانی است که ارتعاش وجود ندارد.

ماده ۱۵- به علت اینکه مقادیر توصیه شده برای مواجهه مجاز متفاوت است، برای ارزیابی و اظهارنظر در مورد تعیین حدود، لازم است یکی از توصیه‌های حدود مجاز انتخاب گردد.

ماده ۱۶- برای دستیابی به نتایج روشن و قابل استفاده براساس اهداف اندازه‌گیری و ارزیابی یکی از روش‌های زیر انتخاب گردد:

تبصره ۲۰: اندازه‌گیری برای مقاصد صنعتی.

تبصره ۲۱: اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن.

تبصره ۲۲: اندازه‌گیری ارتعاش دست - بازو.

تبصره ۲۳: ارزیابی حدود مواجهه شاغلان.

تبصره ۲۴: دزیمتری ارتعاش.

ماده ۱۷- اندازه‌گیری ارتعاش صنعتی؛ این اندازه‌گیری برای منظوره‌های مختلفی کاربرد دارد که عیب‌یابی دستگاه‌ها مهم‌ترین آن است. در این روش از شتاب‌سنج‌های صنعتی استفاده می‌شود.

ماده ۱۸- برای اندازه‌گیری ارتعاش تمام بدن، باید دستگاهی انتخاب شود که برای این کار طراحی شده و دریافت‌کننده ارتعاش باید مخصوص ارتعاش تمام بدن باشد.

تبصره ۲۵: در صورتی که شاغل در تمام طول شیفت با یک ارتعاش مواجه باشد یک اندازه‌گیری در سه جهت برای ارزیابی کافی است.

تبصره ۲۶: اگر شاغل در زمان‌های مختلف و یا در حالات مختلف با ارتعاش مواجه باشد، باید برای هر مواجهه در سه جهت (X.Y.Z) اندازه‌گیری را انجام داد. در صورتی که نیاز به آنالیز فرکانس باشد باید در هر جهت این کار را انجام داد.

تبصره ۲۷: در هنگام اندازه‌گیری باید مقادیر در هر جهت سه بار قرائت شود تا از صحت کار اطمینان حاصل گردد.

ماده ۲۰- اندازه‌گیری ارتعاش دست - بازو؛ برای اندازه‌گیری ارتعاش دست - بازو، از ارتعاش‌سنجی استفاده می‌گردد که بتواند توزین فرکانس موردنظر را برای ارتعاش دست - بازو انجام دهد.

تبصره ۲۸: شتاب‌سنج موردنظر برای این کار مینیاتوری است.

تبصره ۲۹: اگر شاغل در تمام طول شیفت با یک ارتعاش مواجه باشد یکبار اندازه‌گیری در سه جهت برای ارزیابی کافی است.

تبصره ۳۰: اگر شاغل در زمان‌های مختلف و یا در حالات مختلف با ارتعاش مواجه باشد، باید برای هر مواجهه در سه جهت (X.Y.Z) اندازه‌گیری را انجام داد. در صورتی که نیاز به آنالیز فرکانس باشد باید در هر جهت این کار انجام گیرد.

تبصره ۳۱: نتایج اندازه‌گیری را در هر جهت سه بار قرائت نموده تا از صحت کار اطمینان حاصل گردد.

تبصره ۳۲: هنگام کار با شتاب‌سنج مینیاتوری باید کمال دقت در نگهداری آن به عمل آید، زیرا این ارتعاش‌سنج و اتصالات آن بسیار ظریف می‌باشند.

ماده ۲۱- برای ارزیابی مواجهه شاغلان، پس از گردآوری اطلاعات ساعات و نحوه مواجهه آنها و اندازه‌گیری شتاب ارتعاش، به شرح زیر عمل می‌شود:

ماده ۲۲- ارزیابی ارتعاش تمام بدن؛ برای ارزیابی مواجهه شاغل با ارتعاش تمام بدن باید:

۱. شتاب مؤثر در جهات سه‌گانه اندازه‌گیری شود؛

۲. معیار مورد استفاده برای ارزیابی انتخاب گردد؛

۳. مقادیر مربوطه باید به صورت زیر متناسب گردند:

تبصره ۳۳: اگر معیار، براساس شتاب کلی باشد، باید مقادیر را ابتدا با توجه به زمان هر مواجهه طبق فرمول مربوطه به شتاب معادل کلی تبدیل کرد. چون طبق توصیه در این نوع ارتعاش برآیند شتاب در سه جهت مهم است. براساس

فرمول‌های مربوطه در استانداردها، برآیند شتاب معادل کلی در سه جهت محاسبه و با نمودارها یا جداول مربوطه مقایسه می‌شود.

تبصره ۳۴: در صورتی که استاندارد براساس مقادیر شتاب یا تراز آن در فرکانس‌های اکتاو باند باشد، در این حالت باید قبلاً مقادیر شتاب کلی محاسبه شود و سپس با نمودار استاندارد مربوطه مقایسه گردد. در صورتی که معیار موردنظر برای یک دوره ۸ ساعته کاری در روز پیشنهاد شده باشد باید شتاب یا تراز شتاب معادل ۸ ساعته محاسبه و مورد مقایسه قرار گیرد.

ماده ۲۳- ارزیابی ارتعاش دست - بازو؛ ابتدا در جهت‌های سه‌گانه شتاب مؤثر یا تراز آن اندازه‌گیری شده و با توجه به زمان هر مواجهه و به‌کارگیری فرمول مربوطه مقادیر به شتاب معادل کلی یا تراز آن تبدیل می‌گردد. آن‌گاه فقط مقادیر مربوط به جهتی که در آن دارای بیشترین مقدار باشد برای مقایسه با استاندارد به کار می‌رود. روش‌های اجرایی عبارتند از:

تبصره ۳۵: اگر کمیت معیار (استاندارد) براساس مقادیر شتاب یا تراز شتاب کلی برای یک شیفت کاری ۸ ساعته باشد، ابتدا کمیت معادل ۸ ساعت محاسبه و سپس مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

تبصره ۳۶: اگر معیار زمان مواجهه روزانه باشد، فقط مقادیر شتاب یا تراز آن به همراه ساعت مواجهه مجموع روزانه با معیار مربوطه مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

تبصره ۳۷: اگر معیار موردنظر برحسب توزیع فرکانسی باشد باید در تمام فرکانس‌های مرکزی، کمیت اندازه‌گیری شده و با توجه به ساعت مواجهه با معیار مربوطه مورد مقایسه قرار گیرد.

ماده ۲۴- شرکت باید اطمینان حاصل کند که اندازه‌گیری ارتعاش مطابق با یک روش استاندارد انجام شده است.

ماده ۲۵- کارشناس بهداشت کار/صنعتی منابع تولید ارتعاش را شناسایی کرده و اقدامات پیشگیرانه را توصیه نموده است.

ماده ۲۶- اندازه‌گیری‌ها، ارزیابی و پیشنهادات، مستند شده و به شیوه صحیح نگهداری می‌شوند.

ماده ۲۷- اگر در محیط کار نوسازی، تعمیر یا تغییری ایجاد شود و یا تجهیزات جدیدی به محیط کار آورده شود و یا فرایندی در محیط کار اصلاح شود به نحوی که بر تراز ارتعاش تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، تراز ارتعاش مجدداً اندازه‌گیری شود.

ماده ۲۸- شرکت باید اطمینان حاصل نماید که تمام نواحی دارای تراز ارتعاش بیش از حد مجاز، حداقل سالی یکبار اندازه‌گیری ارتعاش شده باشند.

ماده ۲۹- اگر ارتعاش اندازه‌گیری شده بیش از حد مجاز باشد، شرکت باید کارکنان را از مخاطرات ارتعاش و اثرات زیان‌آور آن آگاه نماید.

ماده ۳۰- اگر تجهیزاتی وجود دارند که میزان ارتعاش بیش از حد مجاز تولید می‌کنند، شرکت باید آن تجهیزات را برچسب‌گذاری نماید.

ماده ۳۱- چنانچه کارکنان در مواجهه با ارتعاش دست - بازو قرار دارند، تا حد امکان شرکت باید اطمینان حاصل نماید که دست‌ها و بازوهای افراد در موارد ذیل در مواجهه با سرما نیستند:

مواجهه در اثر کار در محیط کار سرد یا در اثر استفاده از تجهیزات سرد؛

مواجهه ناشی از تماس با اشیاء سرد.

۵- برنامه حفاظت در برابر ارتعاش

- ماده ۳۲- چنانچه مواجهه با ارتعاش بیش از حد مجاز باشد، شرکت باید یک برنامه حفاظتی ایجاد کند.
- ماده ۳۳- شرکت باید هر سه سال یکبار برنامه حفاظت در برابر ارتعاش را بازنگری نماید.
- ماده ۳۴- شرکت باید یکی از کارکنان متخصص و مطلع را به عنوان سرپرست، برای نظارت بر اجرای صحیح برنامه حفاظت در برابر ارتعاش انتخاب کند.
- ماده ۳۵- شرکت باید برنامه حفاظت در برابر ارتعاش را مدون کرده و آن را به روز نگه‌داری نماید.
- ماده ۳۶- برنامه حفاظت در برابر ارتعاش باید شامل روش‌ها و دستورالعمل‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری و ارزیابی مواجهه شغلی افراد با ارتعاش باشد.
- ماده ۳۷- برنامه حفاظت در برابر ارتعاش باید شامل انواع روش‌های استفاده شده برای کنترل ارتعاش باشد.
- ماده ۳۸- در برنامه حفاظت در برابر ارتعاش باید تهیه نقشه ساده محیط کار مد‌تظر قرار گیرد.
- ماده ۳۹- در برنامه حفاظت در برابر ارتعاش، مشخص نمودن محل‌های خطرناک با علایم هشداردهنده باید گنجانده شود.
- ماده ۴۰- در برنامه حفاظت در برابر ارتعاش، آموزش کارکنان درباره مخاطرات بیش از حد مجاز مواجهه با ارتعاش و استفاده صحیح از وسایل حفاظت در برابر ارتعاش و به‌کارگیری اقدامات کنترلی گنجانده شده و الزامی گردد.
- ماده ۴۱- در برنامه حفاظت در برابر ارتعاش، اقدامات پزشکی نظیر ارزیابی سلامت شاغل در معاینات قبل از استخدام، پایش سلامت در معاینات دوره‌ای و موردی و تشخیص زودرس عوارض باید گنجانده شود.
- ماده ۴۲- بازنگری برنامه حفاظت در برابر ارتعاش باید زمان‌بندی گردد و مطابق آن اقدامات لازم به عمل آید.
- ماده ۴۳- کلیه مستندات برنامه حفاظت در برابر ارتعاش باید ایجاد شده و به شیوه صحیح نگهداری شوند.

۶- پایش سلامتی در برابر ارتعاش

- ماده ۴۴- شرکت باید در معاینات دوره‌ای کارکنان، یک ارزیابی از سلامتی آنان برای تشخیص عوارض مواجهه با ارتعاش را الزامی نماید.
- ماده ۴۵- شرکت باید در بدو استخدام ارزیابی سلامتی در رابطه با ارتعاش را برای کارکنان انجام دهد. تأخیر در انجام آن برای این‌گونه افراد نباید بیش از شش ماه باشد.
- ماده ۴۶- شرکت باید کارکنانی را که در مواجهه با ارتعاش بیش از حد مجاز قرار دارند، شناسایی نماید و مطابق برنامه تحت مراقبت‌های خاص قرار دهد و حداقل فواصل ارزیابی را برای آنان در نظر گیرد.
- ماده ۴۷- ارزیابی سلامتی در رابطه با ارتعاش باید توسط فرد آگاه و باصلاحیت انجام شود.
- ماده ۴۸- نتایج ارزیابی سلامتی در رابطه با ارتعاش، تا پایان اشتغال فرد باید نگهداری شود.
- ماده ۴۹- نتایج ارزیابی به دست آمده باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و مطابق آن اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه به عمل آید.

۷- کنترل ارتعاش

- ماده ۵۰- تولید ارتعاش در سیستم‌های مکانیکی، جز در مواردی که ارتعاش جزو ماهیت کار آن می‌باشد، نشانگر ضعف

فناوری است. این پدیده یکی از راههای اتلاف انرژی به حساب می‌آید. کنترل ارتعاش می‌تواند منجر به کنترل صدا گردد زیرا در سیستمی که صدا تولید می‌شود ارتعاش نیز وجود دارد. به علاوه کنترل ارتعاش می‌تواند از استهلاک اضافی سیستم‌های مکانیکی جلوگیری نماید. کنترل صدا و ارتعاش از طراحی سیستم یا فرایند شروع می‌شود. هدف اصلی در کنترل صدا و ارتعاش، حفظ سرمایه‌های صنعت است که در اولویت اول حفظ سلامت و راحتی کارکنان و در اولویت دوم حفظ تجهیزات می‌باشد.

۷-۱- اهداف کنترل ارتعاش

ماده ۵۱- در کنترل ارتعاش اهداف زیر قابل دستیابی است:

تبصره ۳۸: حفاظت دستگاه‌ها و بناها از تخریب و استهلاک ناشی از ارتعاش.

تبصره ۳۹: حفاظت افراد در برابر صدمات ناشی از ارتعاش.

تبصره ۴۰: کنترل صدای ناشی از ارتعاش.

۷-۲- اصول پیشگیری و کنترل ارتعاش

ماده ۵۲- برای دستیابی به اهداف ماده ۵۱، اصول معرفی شده ذیل می‌تواند در تولید و کنترل ارتعاش به منظور کاهش مواجهه شاغل مؤثر باشد:

تبصره ۴۱: کنترل ارتعاش در موقع طراحی و ساخت دستگاه‌ها.

تبصره ۴۲: کنترل ارتعاش با استفاده از روش‌های فنی در منبع تولید.

تبصره ۴۳: نصب میراکننده در محل‌های تماس با بدن روی دستگاه.

تبصره ۴۴: کنترل دستگاه‌ها از راه دور.

تبصره ۴۵: اقدامات مدیریتی نظیر کاهش مواجهه، گردشی نمودن شغل و تغییر شغل.

تبصره ۴۶: استفاده از وسایل حفاظت فردی نظیر کفش، دستکش، زیرپایی ضد ارتعاش.

تبصره ۴۷: اقدامات پزشکی نظیر ارزیابی سلامت شاغل در معاینات قبل از استخدام، پایش سلامت در معاینات دوره‌ای و تشخیص زودرس عوارض.

۷-۳- کنترل‌های مهندسی

برای کنترل ارتعاش سه اصل مهم وجود دارد:

الف) جداسازی بخشی از دستگاه از ساختمان یا زمین که باعث انتقال ارتعاش به دیگر منابع می‌شود؛

ب) به حداقل رسانیدن انتقال ارتعاشات از یک قطعه دستگاه مرتعش به ساختمان؛

پ) کاهش حرکات ارتعاشی ناشی از ماشین‌هایی که از نظر ارتعاشی ایزوله شده‌اند.

۷-۳-۱- کنترل ارتعاش در منبع

یکی از معمولی‌ترین و مؤثرترین روش‌های کنترل ارتعاش، کنترل در منبع آن می‌باشد.

۷-۳-۲- ایزولاسیون ارتعاش

یکی از جنبه‌های مهم در کنترل ارتعاش جلوگیری از انتقال ارتعاش می‌باشد.

۷-۳-۳- کنترل ارتعاش در موقع طراحی و ساخت دستگاهها

ماده ۵۳- ارتعاش در دستگاههای صنعتی به دو دلیل ایجاد می‌گردد:

۱. ارتعاشی که به دلیل ماهیت کار بوده و جزئی از کارایی دستگاه است مانند ارتعاش میکسر (مخلوط‌کن)، چون عمل اختلاط نیاز به محیط مرتعش دارد.

۲. ارتعاشی که به دلیل اتلاف انرژی مکانیکی ایجاد می‌گردد، مثل صدا و گرما که ناشی از اتلاف انرژی دستگاه است.

ماده ۵۴- شرکت باید در هنگام طراحی، دستگاههایی را مدنظر قرار دهد که ارتعاش تولیدی آنها کمتر باشد.

ماده ۵۵- شرکت باید از کارخانجات سازنده دستگاهها بخواهد با الگوهای فنی تدابیری بیاندیشند که ارتعاش تولیدی آنها کمتر باشد.

ماده ۵۶- شرکت‌های سازنده باید نسبت به رفع معایب و کنترل ارتعاش اقدام کنند و دستگاههایی را ارائه نمایند که کمترین ارتعاش را داشته باشند.

ماده ۵۷- سازمان‌های مسئول، کارخانجات سازنده را بهتر است از نظر تجارتي، موظف نمایند تا در معرفی دستگاهها عاملی بنام ضد ارتعاش بودن وسیله را نیز مدنظر قرار دهند.

ماده ۵۸- شرکت، کنترل ارتعاش را باید اصولاً از طراحی دستگاه شروع نماید. در عمل می‌تواند از روش‌ها و دستگاههایی استفاده کند که دارای منابع ارتعاشی ضعیف‌تری باشند و یا وسایل کنترل ارتعاش قبلاً بر روی دستگاه نصب شده باشند.

ماده ۵۹- شرکت باید نوع صحیح دستگاه را متناسب با فرایند تولید، درست انتخاب نماید.

ماده ۶۰- شرکت در هنگام طراحی پروسه تولید و انتخاب نوع دستگاه، باید مشخصات ارتعاش هر دستگاه و مجموع دستگاهها در یک کارگاه را مدنظر قرار دهد و در مرحله احداث صنعت، ارتعاش دستگاهها را بررسی کند.

ماده ۶۱- اتصالات دستگاه به محل فونداسیون می‌تواند در تولید ارتعاش نقش داشته باشد و نصب نامناسب و بدون استحکام می‌تواند به عنوان عامل تولید ارتعاش مورد بررسی قرار گیرد.

۷-۳-۴- کنترل ارتعاش در مرحله نصب و بهره‌برداری

الف) روش‌های فنی در منبع تولید و نصب میراکننده:

ماده ۶۲- برای کنترل ارتعاش از سه مشخصه جرم به همراه فنریت (برای فرکانس‌های پایین) و میرایی (برای فرکانس‌های بالا) به صورت زوج یا ترکیبی استفاده می‌گردد. به‌کارگیری این اجزا در درون دستگاه و یا در محل نصب میسر می‌باشد.

ب) عایق‌ها (ایزولاتورهای ارتعاشی):

مواد یا سیستم‌هایی که برای کنترل ارتعاش به‌کار می‌روند و به نام عایق‌های ارتعاشی یا ایزولاتورهای ارتعاشی معروفند عبارتند از:

✓ ایزولاتورهای دینامیک؛

✓ فنرهای فلزی (تسمه‌ای یا حلقوی) برای فرکانس‌های ۷-۲ هرتز به شکل پایه دستگاه؛

✓ پایه‌ها و قطعات لاستیکی؛

✓ عایق‌های صفحه‌ای (لاستیکی، چوب‌پنبه، نمد)؛

✓ بالشکهای هوا برای فرکانس‌های پایین (۳ هرتز و کمتر)؛

- ✓ ایزولاتورهای ماریپیچی؛
 - ✓ کمک فنرها (ایزولاتورهای روغنی)؛
 - ✓ ایزولاتورهای قابی (کلافی)؛
 - ✓ اتصالات قابل ارتجاع.
- ایزولاتورهای دینامیک: از ایزولاتور دینامیک، برای سیستم‌های ارتعاشی، مخصوصاً برای آن دسته که در باند فرکانسی محدود تولید می‌شوند استفاده می‌گردد.
 - ایزولاتورهای فنری: قدیمی‌ترین و معمولی‌ترین نوع عایق‌های ارتعاشی، فنرها هستند. فنرها به عنوان تکیه‌گاه یا پایه برای دستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. خصوصیات اصلی فنرها، دامنه جابه‌جایی زیاد و میرایی بسیار آنها است. لذا فقط برای کنترل ارتعاش با فرکانس‌های پایین (۱۰-۱ هرتز) کاربرد دارند.
 - فنرها عملکرد خوب، عمر طولانی و تخریب مکانیکی کمی دارند. از فنر با طول مناسب باید استفاده کرد. وجود فونداسیون بتونی برای نصب پایه‌های فنری که حداقل یک‌ونیم برابر جرم دستگاه سنگین باشد لازم است.
 - ایزولاتورهای قابی (کلافی): این پایه‌های ضد ارتعاش از یک کلاف چهارگوش فولادی تشکیل شده‌اند که در زیر آن چهار فنر ماریپیچ یا بیشتر به صورت زوج قرار گرفته‌اند. کلاف‌های فولادی برای نصب آسان دستگاه روی فونداسیون بتونی پایه، مناسب بوده و در حد فاصل دستگاه و فونداسیون برای کنترل ارتعاش به کار می‌رود. این نوع، انتقال ارتعاش و استهلاک داخلی دستگاه را کاهش می‌دهد. کاربرد آن برای فرکانس‌های پایین است. در صورت نیاز داخل کلاف را از بتون پر نموده و آن را به فونداسیون متصل می‌نمایند. جرم کلاف و بتون متصل آن از یک‌ونیم برابر جرم دستگاه نباید کمتر باشد.
 - ایزولاتورهای الاستومری: این عایق‌ها به عنوان پایه یا قطعات در محل اتصال دستگاه به فونداسیون یا در محل اتصال قطعات به یکدیگر به کار برده می‌شوند. محدوده فرکانس استفاده از این نوع عایق‌ها، فرکانس‌های محدوده میانی حدود ۵۰-۴۰ هرتز بوده و پوشش فرکانس این گروه نسبتاً وسیع است. مخصوصاً برای ماشین‌های کوچک با دور زیاد استفاده می‌گردد.
 - انتخاب نوع الاستومر براساس بار وارده و جابه‌جایی استاتیکی و درجه سفتی (فشردگی) ماده سازنده است.
 - ایزولاتورهای صفحه‌ای: یکی از ساده‌ترین و پرمصرف‌ترین عایق‌های ارتعاشی، عایق‌های صفحه‌ای (بالشتکی) می‌باشند که از جنس لاستیک طبیعی یا مصنوعی، چوب‌پنبه، الیاف مختلف، نمد و پشم شیشه می‌باشند. استفاده از این نوع به دلایل زیر مناسب است:
 ۱. به راحتی زیر دستگاه نصب شده و حتی کف کارگاه را می‌توان با آن مفروش نمود؛
 ۲. به شکل صفحات دلخواه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛
 ۳. برای دستیابی به دامنه جابه‌جایی استاتیکی بیشتر، می‌توان از چند لایه از آنها استفاده کرد.
- تبصره ۴۸: انواع ایزولاتورهای صفحه‌ای؛ صفحات لاستیکی، چوب‌پنبه‌ای، نمدی، پشم شیشه.
- ماده ۶۳- در انتخاب صفحات لاستیکی، شرکت باید به میزان بار وارده و میزان انقباض الاستیکی مورد نیاز به اینچ توجه نماید. برای هر صفحه لاستیکی حداکثر بار مجاز (پوند بر اینچ مربع) $\left(\frac{lb}{in^2}\right)$ ۷۰ psi است.

۱. **صفحات چوب‌پنبه‌ای؛** چوب‌پنبه شاید یکی از قدیمی‌ترین و مناسب‌ترین عایق‌های صفحه‌ای است. معمولاً به شکل بلوک‌هایی با ضخامت ۰/۵، اینچ و ابعاد ۱۰-۶ اینچ تهیه می‌شوند.

۲. **صفحات نم‌دی؛** نم‌دهای مویی می‌توانند به عنوان ایزولاتور مناسب به کار روند. اندازه‌های تجارتي آن با ضخامت ۰/۵ تا ۳ اینچ تهیه می‌شوند، ولی اغلب دارای ضخامت یک اینچ هستند. نم‌دها از روی دانسیته تقسیم‌بندی می‌شوند؛ مانند نرم، متوسط و متراکم. نوع نرم تا بار ۵۰psi، نوع متوسط تا ۱۰۰psi و نوع متراکم تا ۲۰۰psi را به خوبی تحمل می‌کند. نم‌دها به علت اینکه از الیاف مویی و آلی است به حلال‌ها و مواد نفتی حساس می‌باشد و برای مواردی مناسب است که دارای فرکانس بالا و جابه‌جایی استاتیکی کم باشد.

۳. **صفحات پشم شیشه،** مثل نم‌دها عمل می‌کنند. این الیاف برای فرکانس کمتر از ۲۰ هرتز مناسب نبوده و به حلال‌ها، روغن‌ها و اسیدها حساس نمی‌باشند.

• **ایزولاتورهای مارپیچی:** یکی از معتبرترین پایه‌های عایق ارتعاش نوع مارپیچی است. این عایق از سیم‌های فنری تابیده فولاد ضدزنگ به شکل حلقوی بوده و دارای توان زیادی در تحمل بار است. این نوع در تجهیزات کشتی‌ها و زیر سطح باربر در کشتی‌های کانتینربری کاربرد دارد.

• **بالشتک‌های هوا؛** بالشتک‌های هوا یا ایزولاتور بادی، یک محفظه قابل ارتجاع و توخالی از جنس‌های مختلف است که نیمه مسدود بوده و به عنوان ایزولاتور ارتعاش در فرکانس پایین کاربرد دارد. شامل دو گروه می‌شوند؛ بالشتک‌های ثابت و تایرها و تیوب‌ها.

• **کمک‌فرها:** از یک سیلندر حاوی روغن ویسکوز ساخته شده که بخش ثابت آن را تشکیل می‌دهد. در بخش متحرک یک پیستون با ضخامت کم، متصل به یک دسته می‌باشد. بین سیلندر و پیستون فضای محدودی برای عبور روغن وجود دارد. ایزولاتور از دو طرف به نقاط اتکاء دستگاه متصل می‌گردد. در وسائط نقلیه از این نوع استفاده می‌شود.

• **اتصالات قابل ارتجاع:** در بسیاری از سیستم‌های ارتعاشی مانند دستگاه‌های صنعتی، انتقال ارتعاش به وسیله مجاری عبور مواد - که وظیفه آنها انتقال هوای فشرده، سیالات و سوخت می‌باشد - و رابط‌های فلزی انجام می‌گیرد. برای کنترل این نوع ارتعاش از اتصالاتی استفاده می‌گردد که ارتباط مکانیکی بخش مرتعش را با سایر قسمت‌ها قطع نماید. این ایزولاتورها را اتصالات قابل ارتجاع می‌نامند که در محل نصب این قطعات جایگزین قطعات متصل‌کننده قبلی می‌شوند. اتصالات از موادی که قابلیت ارتجاع خوبی دارند ساخته می‌شوند.

ماده ۶۴- شرکت باید نسبت به محل و نحوه استقرار دستگاه توجه نماید. زیرا محل نصب دستگاه و موقعیت آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

ماده ۶۵- شرکت باید نسبت به محکم کردن پایه ماشین‌آلات با پی ساختمان و طراحی و ساخت فونداسیون مناسب برای دستگاه‌ها اقدام نماید.

ماده ۶۶- تولید ارتعاش یکی از راه‌های اتلاف انرژی در دستگاه‌هاست و با طول عمر دستگاه رابطه دارد. لذا شرکت اقدامات زیر را باید انجام دهد:

۱. فونداسیون مناسب طراحی و ساخته شود؛

۲. دستگاه به طور صحیح روی فونداسیون نصب شود؛
۳. اتصالات قابلیت ارتجاع خوبی داشته باشند؛
۴. تعمیر و نگهداری صحیح دستگاه صورت گیرد؛
۵. قطعات متحرک به موقع تنظیم شوند؛
۶. قطعات فرسوده به موقع تعویض شوند؛
۷. بازرسی و کنترل مداوم دستگاه‌ها و ادوات ارتعاش‌زا صورت گیرد؛
۸. پیچ و مهره‌ها و اتصالات شل شده محکم شوند.

۷-۳-۵- کنترل دستگاه از راه دور

یکی از روش‌هایی که به خاطر پیشرفت تکنولوژی اخیراً مورد توجه قرار گرفته است، محدود نمودن تماس شاغل با ارتعاش به طریق کنترل از راه دور است. این کار با استفاده از سیم برای دستگاه‌های ثابت و هدایت به وسیله بی‌سیم برای وسایل متحرک طراحی می‌شود. برای وسایل راه‌سازی مثل غلتک و بولدوزر می‌توان از این روش استفاده کرد.

۷-۳-۶- کنترل ارتعاش به منظور کنترل صدا

صدا و ارتعاش، ماهیتاً از یک جنس هستند و علل مشابهی نیز برای تولید دارند. منابعی که ارتعاش دارند باعث تولید صدای هوایی می‌شوند. لذا برای کنترل صدا باید ارتعاش را کنترل کرد. در این صورت میزان کاهش صدا، وابسته به درصد ایزولاسیون ارتعاش است.

۷-۴-۴- کنترل‌های مدیریتی

۷-۴-۱- اقدامات مدیریتی، نظیر کاهش مواجهه، گردشی نمودن شغل و تغییر شغل

- ماده ۶۷- شرکت باید نسبت به اعمال روش‌های مدیریتی برای کنترل ارتعاش اقدام نماید.
- ماده ۶۸- شرکت باید از طریق نصب علائم هشداردهنده، برای کاهش تماس با ارتعاش، نسبت به آگاه‌سازی کارکنان اقدام نماید.
- ماده ۶۹- در صورت عدم کفایت اقدامات کنترلی برای کاهش مواجهه با ارتعاش تا حدود مجاز، شرکت باید زمان کار را کاهش دهد.
- ماده ۷۰- برای کاهش مواجهه، شرکت باید دفاتر کاری را از قسمت‌های دیگر کارگاه که تجهیزات ارتعاش‌زا در آنجا مستقر هستند، جدا کند.
- ماده ۷۱- شرکت باید طوری عمل نماید تا بین دستگاه‌های ارتعاش‌زا با دیگر قسمت‌های کارگاه ارتباطی وجود نداشته باشد.
- ماده ۷۲- شرکت باید نسبت به دور کردن و ایجاد فاصله دستگاه‌های ارتعاش‌زا از کارگاه برای کاهش مواجهه از قبل برنامه‌ریزی و مدیریت نماید.
- ماده ۷۳- شرکت باید گردشی نمودن و تغییر شغل کارکنانی که با ارتعاش مواجه هستند، از قبل برنامه‌ریزی و مدیریت نماید.
- ماده ۷۴- شرکت باید مدت زمان توقف شاغل در سمتی که با ارتعاش در تماس است را از قبل مشخص و مدیریت

نماید.

ماده ۷۵- شرکت باید اوقات تغییر شیفت، مرخصی و اضافه کاری و گردش کاری کارکنانی را که با ارتعاش در تماس هستند با دقت بیشتری ثبت و گردآوری نماید.

ماده ۷۶- برای کاهش تماس با ارتعاش، کار به روش مناسب انجام گیرد، به طوری که دست‌ها و بقیه بدن حین کار گرم نگه داشته شوند و همچنین انتقال ارتعاش از ابزار مرتعش به شاغل به حداقل ممکن کاهش یابد.

ماده ۷۷- میزان نیروی مصرفی برای گرفتن دسته ابزار به حداقل برسد.

۷-۴-۲- اقدامات پزشکی

ماده ۷۸- شرکت باید بداند که انجام یک برنامه مراقبت پزشکی هوشیارانه، می‌تواند عوارض ناشی از ارتعاش را حذف نماید.

۸- حفاظت فردی

استفاده از لوازم حفاظت فردی، نظیر کفش و دستکش و زیرپایی ضد ارتعاش و دیگر عایق‌هایی که مانع انتقال ارتعاش باشند، می‌تواند به همراه سایر روش‌ها اهمیت داشته باشد.

ماده ۷۹- شرکت باید توجه داشته باشد که ابزار کار به وسایل و قطعات ضد ارتعاش مجهز باشد.

