

معرفی ، مشخصات فنی و راهنمای نحوه انتخاب ویبراتورهای صنعتی



موتورهای الکترو ویبره

مقدمه و معرفی موتور ویبره

موتور ویبراتور وسیله‌ای است که برای ایجاد ارتعاشات استفاده می‌شود. ارتعاشات معمولاً از طریق یک موتور الکتریکی با بار نامتعادل بر روی یک میله متحرک ایجاد می‌شوند.

ویبراتورها بسته به نوع کاربرد می‌توانند انواع مختلفی داشته باشند. قیف‌های ارتعاشی، غربال‌های ارتعاشی و ریخته‌گری بتن از انواع مختلف ویبراتورها هستند که در صنایع مختلفی از جمله صنایع غذایی، دارویی و شیمیایی کاربرد دارند.



ویبراتورهایی که با نیروی جاذبه کار می کنند می توانند در به حرکت درآوردن ذرات مؤثرتر از روش های دیگر باشند. در این موارد ارتعاش برای چسبیدن ذرات به یکدیگر استفاده می شود.

غربال های ارتعاشی برای جداسازی مواد در مخلوطی از ذرات با اندازه متفاوت کاربرد دارد. مثلاً ماسه، گراول و سنگ های بستر رودخانه که ابعاد مختلفی دارند، با استفاده از غربال های ارتعاشی ذرات هم اندازه جدا می شوند.

فشرده سازهای ارتعاشی نیز برای چسبندگی خاک به ویژه در زیرساخت هایی نظیر جاده ها و ریل ها کاربرد دارد.

در صنعت بتن موتورهای ارتعاشی برای فشرده سازی بتن ها استفاده می شوند تا هوای به دام افتاده و آب اضافی از بتن خارج شود.

میز ارتعاشی نوع دیگری از ویبراتورهاست که برای آزمایش محصولات و سنجش مقاومتشان در برابر ارتعاش استفاده می شود. این مورد در صنایع خودرو هوافضا و صنایع دفاع کاربرد دارد.

شیوهی کار در موتورهای ویبره به این صورت است که در دو سمت شفت دوار، لنگ هایی وجود دارند که با ایجاد نیروی گریز از مرکز منجر به ایجاد ارتعاش یا لرزش می شوند.

به لحاظ ظاهری انواع موتورهای ویبره عبارت‌اند از:



موتورهای ویبره با بدنه کوچک:

این نوع از موتورهای ویبره که به آن میکرو ویبره نیز گفته می‌شود برای وارد کردن ضربات کوچک به اندازه 20 تا 30 کیلوگرم استفاده می‌شوند.

موتورهای ویبره‌ی ضد انفجار:

در این نوع ویبره‌ها جعبه برق و اتصالات الکتریکی آن‌ها کاملاً ایمن است و احتمال ایجاد اتصال و جرقه ناشی از آن به شدت کاهش می‌یابد.

موتورهای ویبره با فرکانس بالا:

این ویبره‌ها در فرکانس زیاد و به منظور تنش‌زدایی کاربرد دارد. در طراحی این ویبراتورها از یاتاقان‌هایی استفاده می‌شود که تحمل فرکانس زیاد را داشته باشند.

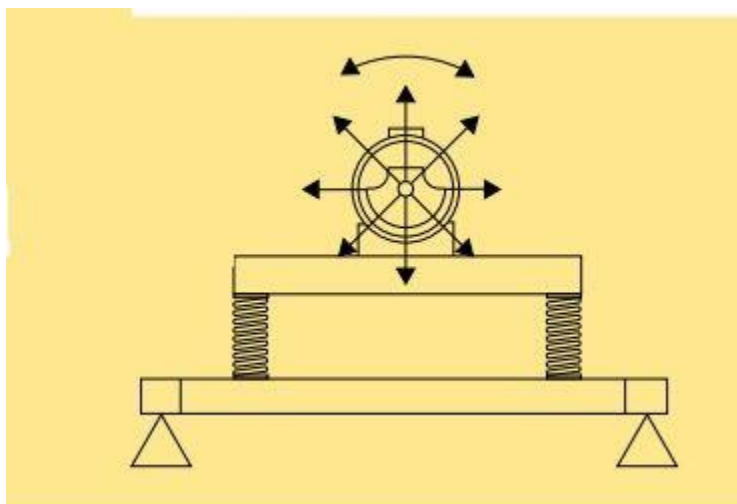
سیستم‌های الکترو ویبره را که از ارتعاش استفاده می‌کنند می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی کرد:

- سیستم نوسان آزاد چرخشی
- سیستم نوسان آزاد یک طرفه

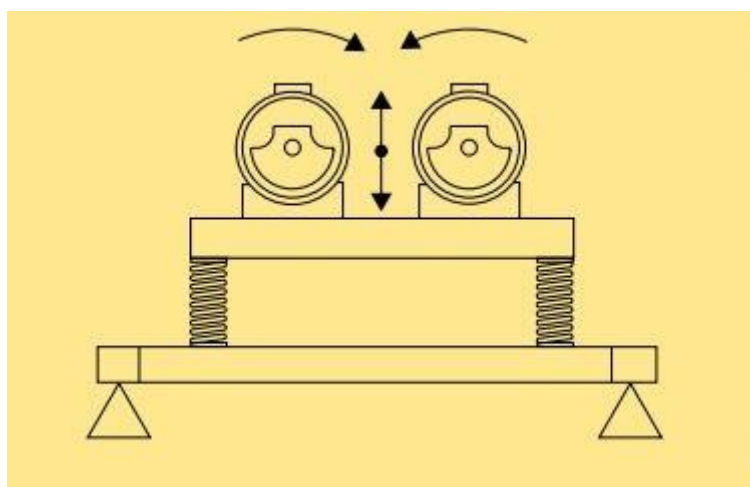
در سیستم‌های نوسان آزاد چرخشی نیروی ایجاد شده در تمام جهات 360 درجه در جهت ساعت‌گرد یا پادساعت‌گرد اعمال می‌شود که به این حالت، حالت چرخشی گفته می‌شود. در حالت دیگر نیرو در یک جهت و به شکل رفت و برگشتی متناوب اعمال می‌شود که به این نوع سیستم‌ها سیستم نوسان یک طرفه گفته می‌شود.



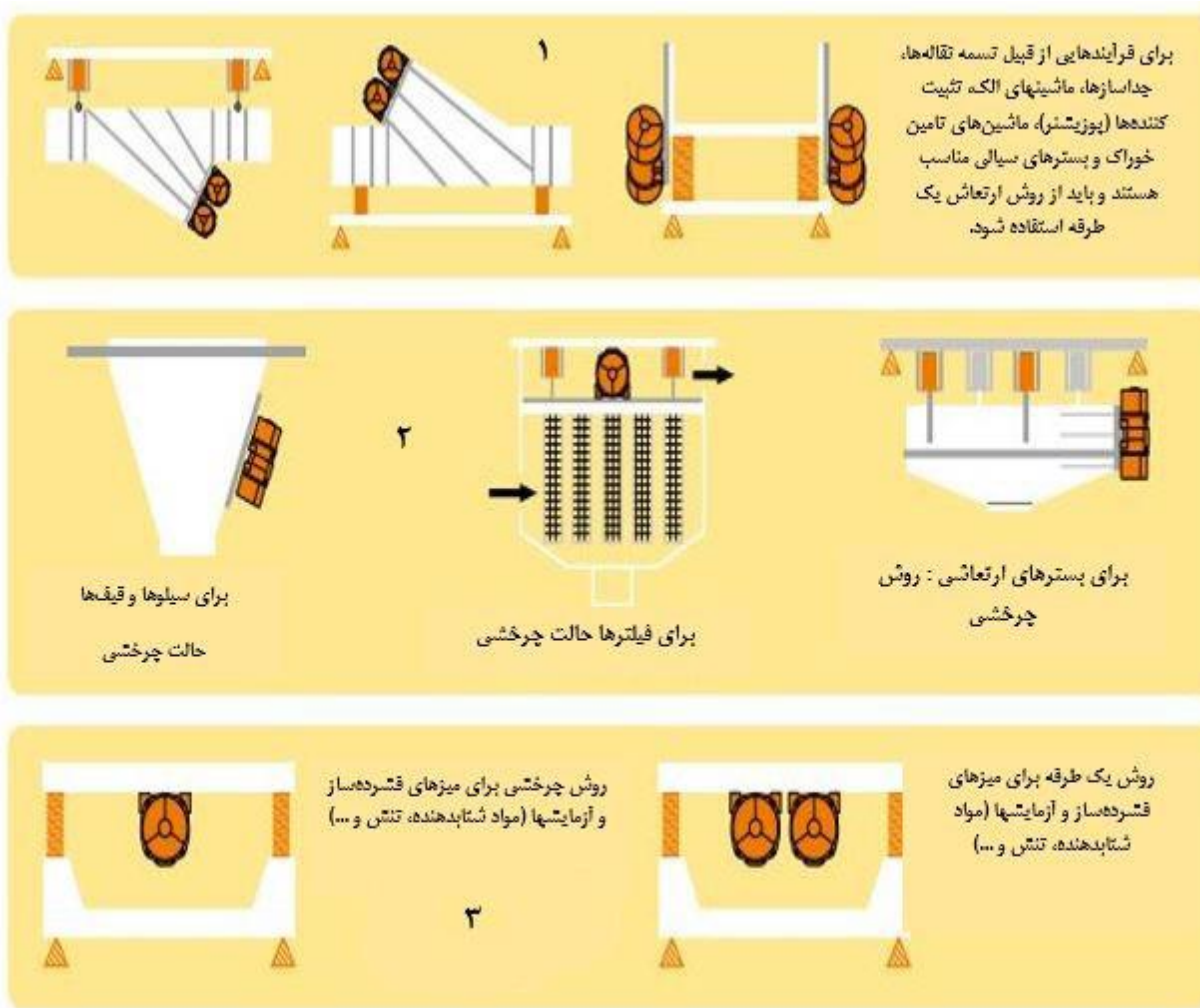
روش چرخشی ربا استفاده از یک موتور الکترو ویبره قابل دستیابی است. ولی روش یک طرفه نیاز به دو موتور الکترو ویبره و با مشخصات الکترومکانیکی مشابه دارد که این دو موتور در خلاف جهت یکدیگر باید کار کنند.



سیستم‌های نوسان آزاد چرخشی- نیروی ارتعاشی در تمام جهات منتشر می‌شود.



سیستم‌های نوسان آزاد یک‌طرفه- نیروی ارتعاشی در تمام یک جهت اعمال می‌شود.



مثال‌هایی از کاربردهای موتور الکترو ویبره در فرآیندهای مختلف

در شکل فوق مثال‌هایی از کاربرد موتورهای الکترو ویبره در فرآیندهای مختلف نشان داده شده است. در حالت 1 موتورهای نشان داده شده برای فرآیندهایی از قبیل تسمه نقاله‌ها، جداسازها، ماشین‌های الک، تثبیت کننده‌ها (پوزیشنر)، ماشین‌های تأمین خوراک و بسترهای سیالی مناسب هستند و باید از روش ارتعاش یک طرفه استفاده شود.

در حالت 2 برای سیلوها و قیفها، فیلترها و بسترهای ارتعاشی از روش چرخشی بهتر است استفاده شود. در حالت 3 نیز برای میزهای فشرده‌ساز و آزمایشها هر دو روش چرخشی و یک طرفه برای ارتعاش می‌توانند استفاده شوند.

مشخصات فنی موتورهای الکترو ویبره



1. تأمین برق

تأمین برق موتورهای الکترو ویبره می تواند به شکل تکفاز یا سه فاز باشد. محدودهی ولتاژ و فرکانس های آن نیز به نوع موتور و موقعیت مورد استفاده بستگی دارد.

2. قطبیت مغناطیسی (2، 4، 6 یا 8 قطبی)

در هر موتور الکتریکی قطب مغناطیسی وجود دارد. این قطب های مغناطیسی با رشته هایی که دور یک هسته پیچیده شده اند ایجاد می شوند. تعداد و نحوه قرارگیری این رشته سیم ها تعداد قطب ها در موتور را مشخص می کند. تعداد قطب های مغناطیسی سرعت موتور (بر حسب Rpm) را مشخص می کند. هر چه تعداد قطب ها بیشتر باشد سرعت موتور کمتر خواهد بود. با داشتن فرکانس موتور و تعداد قطب ها می توان سرعت موتور را با رابطه ی زیر محاسبه کرد:

$$v(\text{rpm})=60*f(\text{Hz})/N$$

در این رابطه f فرکانس، N تعداد قطب‌های مغناطیسی و V سرعت موتور است.

لازم به ذکر است که دورهای کمتر سبب ایجاد ضربه‌های سنگین‌تر و دورهای بالاتر دارای ضربه‌های بیشتر ولی با قدرت کمتر است.

3. نیروی گریز از مرکز :

نیروی گریز از مرکز یک شبه نیرویی است که بر یک جسم در حال حرکت در یک مسیر دایره‌ای وارد می‌شود و اندازه‌ی آن برابر نیروی مرکزگرا است. یکی از مشخصه‌های موتورهای ارتعاشی میزان نیروی گریز از مرکز است که می‌توانند ایجاد کنند. این نیرو برحسب کیلوگرم یا نیوتون بیان می‌شود و میزان گریز از مرکز از 0 تا 100 درصد قابل تنظیم است.

4. **دمای محیط :** موتورهای الکترو ویبره قابلیت کار در دماهای 20- تا 40+ درجه سانتی‌گراد را دارند.

5. **حفاظت :** در این موتورها حفاظت به روش‌های مکانیکی، آب و هوایی و نیز حرارتی انجام می‌شود.

حفاظت مکانیکی که شامل حفاظت در برابر گردوغبار و رطوبت است و بر اساس استانداردهای IEC 529, EN 60529 و EN 50102, IEC 68 انجام می‌شود.

حفاظت تروپیکی: حفاظت تروپیکی به معنای حفاظت دستگاه در برابر تغییرات و شرایط جوی از قبیل گرما، سرما، رطوبت، حملات قارچی و ... است.

عایق حرارتی :

عایق حرارتی برای موتورهای الکترو ویبره در کلاس‌های F (150 درجه) و H (180 درجه سانتی‌گراد) انجام می‌شود.

راهنمای انتخاب موتورهای الکترو ویبره

برای اینکه مشخص شود کدام نوع موتور الکترو ویبره مناسب است باید محیطی که موتور قرار است کار کند، حداکثر دما و در صورت لزوم نوع حفاظت مورد نیاز مشخص شود.

انتخاب روش ارتعاش، سرعت چرخش و فرکانس

انتخاب روش ارتعاش و فرکانس لازم برای دستیابی به بیشترین میزان بازدهی به وزن مخصوص و ابعاد مواد مورد استفاده دارد.

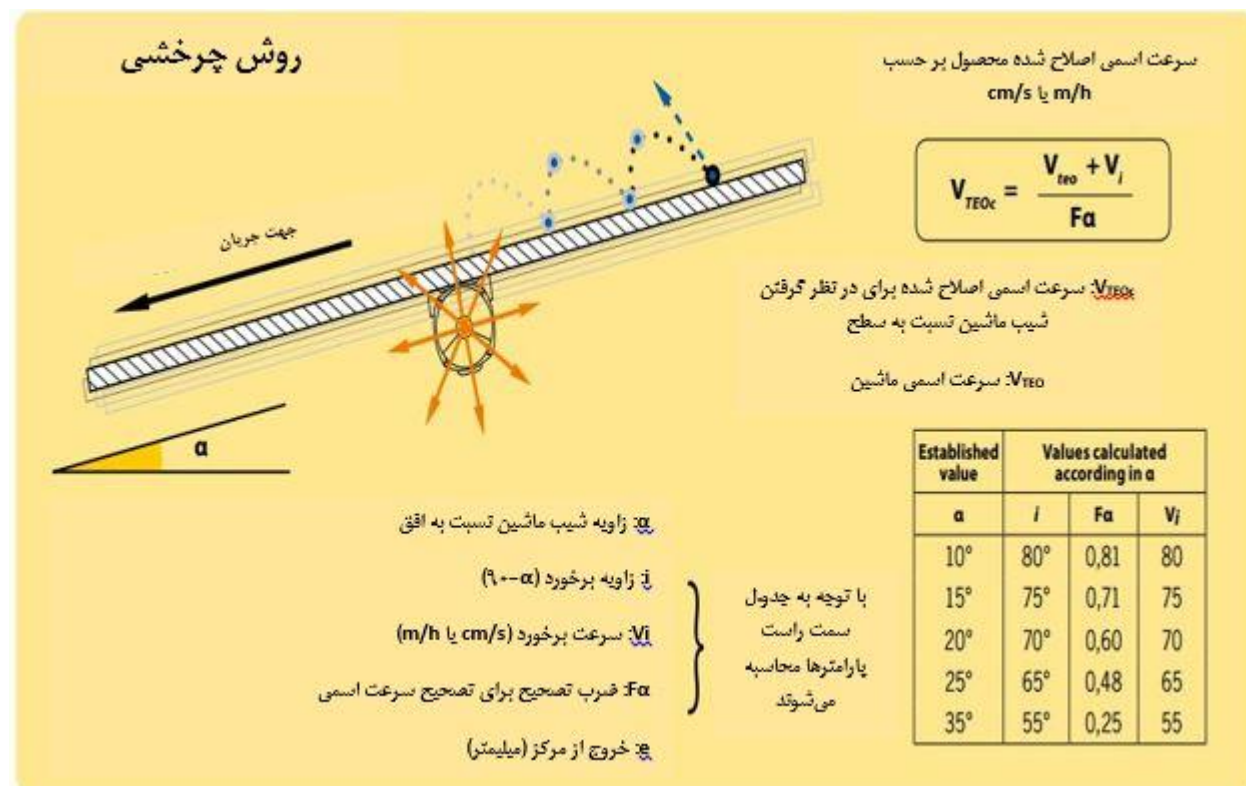
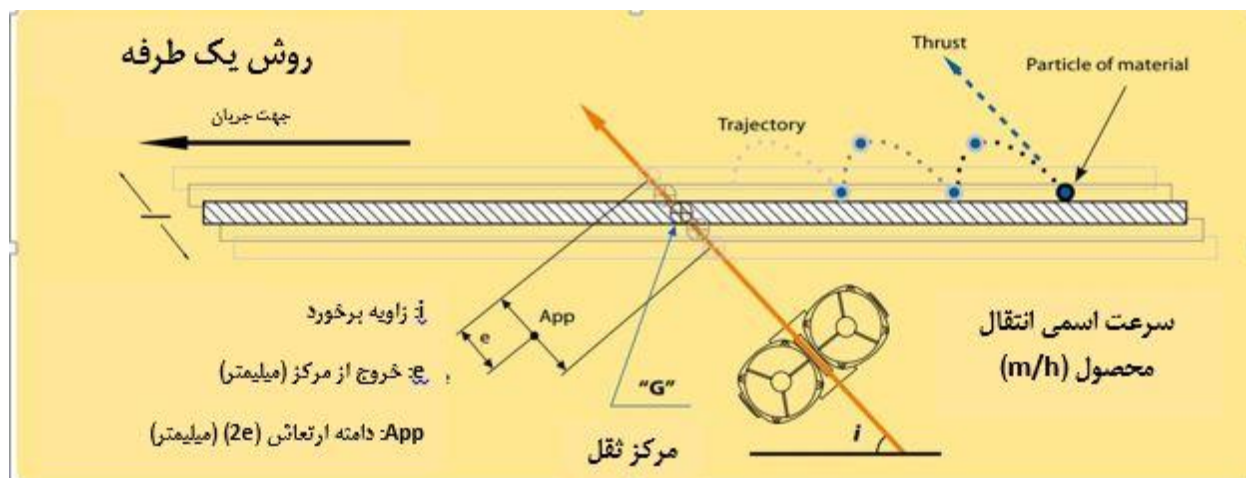
صرف نظر از روش ارتعاشی انتخابی، موتورهای الکترو ویبره را می توان بر روی یک ماشین سوار کرد به شکلی که محور آن در راستای افقی یا قائم قرار بگیرد و یا اینکه در یک زاویه ای بین این دو قرار بگیرد. زاویه برخورد (که با α نمایش داده می شود)، زاویه بین خط نیرو نسبت به صفحه افقی باید برای موتورهایی که از نوع یک طرفه هستند در نظر گرفته شوند.

مهم: خط نیرو برای هر زاویه برخوردی باید از مرکز ثقل ماشین عبور کند.

محدوده زاویه برخورد

تعیین زاویه برخورد خط نیرو به نوع فرآیند بستگی دارد و باید در محدوده ارائه شده قرار بگیرد.

کاربرد	زاویه برخورد
برای جداسازهای مخصوص	بین 6 تا 12 درجه
برای حمل و نقل، باربرداری، خوراک دادن، جایگذاری و غربالگری	بین 25 تا 30 درجه
الک کردن، رتبه بندی و جداسازی	بین 31 تا 45
بسترهای سیالی	بین 45 تا 80 درجه



نحوه انتخاب صحیح موتور الکترو ویبره برای یک فرآیند (مثال انتقال مواد)

با استفاده از شکل 1 روش ارتعاش و تعداد ارتعاش در دقیقه (فرکانس) را بسته به فرآیند و اندازه مواد تعیین کنید. اکنون با توجه به تعداد ارتعاش در دقیقه و زاویه برخورد، دیگرام متناظر را انتخاب کنید.

با استفاده از این دیاگرام، مقدار پارامتر «گریز از مرکز» (e) و مقدار دامنه ارتعاش (App) برحسب میلی‌متر مقدار سرعت اسمی (تئوری) انتقال محصول برحسب متر بر ساعت یا سانتیمتر بر ثانیه به دست می‌آید. با در نظر گرفتن ضریب کاهش (که به جنس محصول مدنظر برای انتقال بستگی دارد) سرعت واقعی انتقال به دست می‌آید. با داشتن پارامتر خروج از مرکز (e) می‌توان مقدار مومنتوم استاتیک (برحسب Kg.mm) را برای موتور الکترو ویبره محاسبه کرد. رابطه‌ی محاسبه مومنتوم به شکل زیر است:

$$Mt = e \times Pv$$

که در این رابطه Pv وزن مجموعه‌ی ارتعاش است و از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$Pv = Pc + Po$$

در این رابطه Pc وزن تجهیزات ایزوله شده و Po وزن الکترو ویبره است.

مهم: مومنتوم محاسبه شده (Mt) مومنتوم کلی دستگاه است. مثلاً اگر دستگاه دو الکترو ویبره دارد باید برای محاسبه مومنتوم استاتیک هر یک، مومنتوم کلی را بر دو تقسیم کرد.

بر اساس مومنتوم استاتیک محاسبه شده می‌توان نوع الکترو ویبره را تعیین کرد.

Type of process	Specific weight	Size	Vibrating force		Vibrations per minute								Accelerat. on the line of force a
			Rotat.	Gericht.	600 (50Hz)	750 (50Hz)	1000 (50Hz)	1500 (50Hz)	3000 (50Hz)	6000 (50Hz)	9000 (50Hz)		
					720 (60Hz)	900 (60Hz)	1200 (60Hz)	1800 (60Hz)	3600 (60Hz)	-	-		
Conveying	A	F		•				•	•				4÷9
Separating		M		•		•	•						4÷6
Sieving		G		•		•	•						3.5+4.5
Positioning	B	F		•			•						5÷7
Grading		M		•		•							4+5.5
Sizing		G		•		•	•						3.5+5.5
Extracting	A/B	F	•				•	•					2+3
Feeding		M	•					•					Note (1)
Filter cleaning		G	•					•	•				
Slackening and emptying material in silos, hoppers, etc.	A/B	F	•						•				
Fluidized beds				•		•	•						2+4
Separators (eg. for mills),				•	•	•							2+4
Vibrating beds		F	•							•			0.7+2
		M	•					•	•				
		G	•					•					
		F	•					•					
		M	•					•					
		G	•					•					
Compacting		F	•	•				•	•	•			2+6
		M	•	•				•	•	•			
		G	•	•				•	•	•			
Compacting concrete	-	-	•	•					•	•	•	1+2	
Test benches (accelerated ageing)	-	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	0.5+24	

Key: Specific weight A = high B = low
Size F = fine G = coarse M = medium

Note (1): Centrifugal force of the electric vibrator = 0.1 + 0.25 for weight of material contained in the vibrating apparatus conic part.

شکل 1- تعیین میزان فرکانس موردنیاز و شتاب با توجه به نوع فرآیندی که در آن از موتورهای الکترو ویبره استفاده می‌شود.

تأیید درستی انتخاب الکترو ویبره

برای اینکه معلوم شود موتور الکترو ویبره انتخاب شده نیاز ما را برطرف خواهد کرد، ابتدا نیروی گریز از مرکز موتور را با توجه به کاتالوگ به دست می‌آوریم و پس از آن با استفاده از رابطه‌ی زیر پارامتر شتاب را تعیین می‌کنیم:

$$a = \frac{Fc}{Pv}$$

با استفاده از این رابطه پارامتر شتاب در راستای خط نیرو محاسبه می‌شود. این عدد باید در محدوده‌ی مشخص شده در شکل 1 باشد.

توجه: اگر روش ارتعاش انتخاب شده «یک‌طرفه» باشد، مقدار FC باید دو برابر مقدار به‌دست‌آمده از کاتالوگ باشد زیرا در این روش دو الکترو ویبره استفاده می‌شود.

کانال انتقال

دبی و سرعت محصول
Flow rate and speed of product

$Q = V_p \times L \times S$

$V_p = V_{teo} \times K_f$

Q: دبی (m³/h)

V_p: سرعت محصول (m/h)

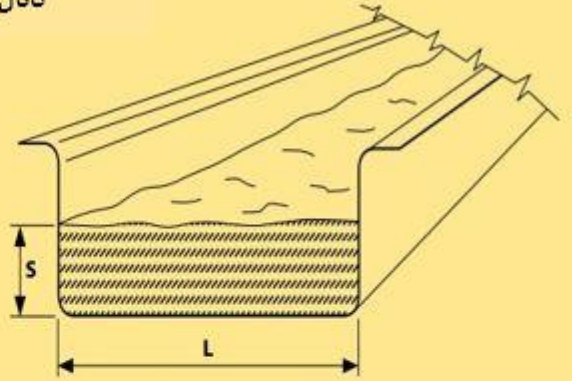
L: عرض کانال (m)

S: عمق محصول در کانال

V_{teo}: سرعت اسمی محصول (در صورت شیب‌دار بودن کانال V_{teo})

K_f: ضریب کاهش با توجه به محصولی که در کانال حمل می‌شود. این ضریب برای برخی از مواد در زیر ارائه شده است:

سیزیجات برگ‌دار	0,70	تراشه چوب یا دانه‌های PVC	0,75+0,85
مغزول	0,95	ماسه	0,70
قطعات کوچک زغال	0,80	شکر	0,85
قطعات بزرگ زغال	0,85	تمک	0,95



حفاظت مکانیکی تجهیزات ارتعاشی از سیستم یاتاقان و سیستم الاستیک

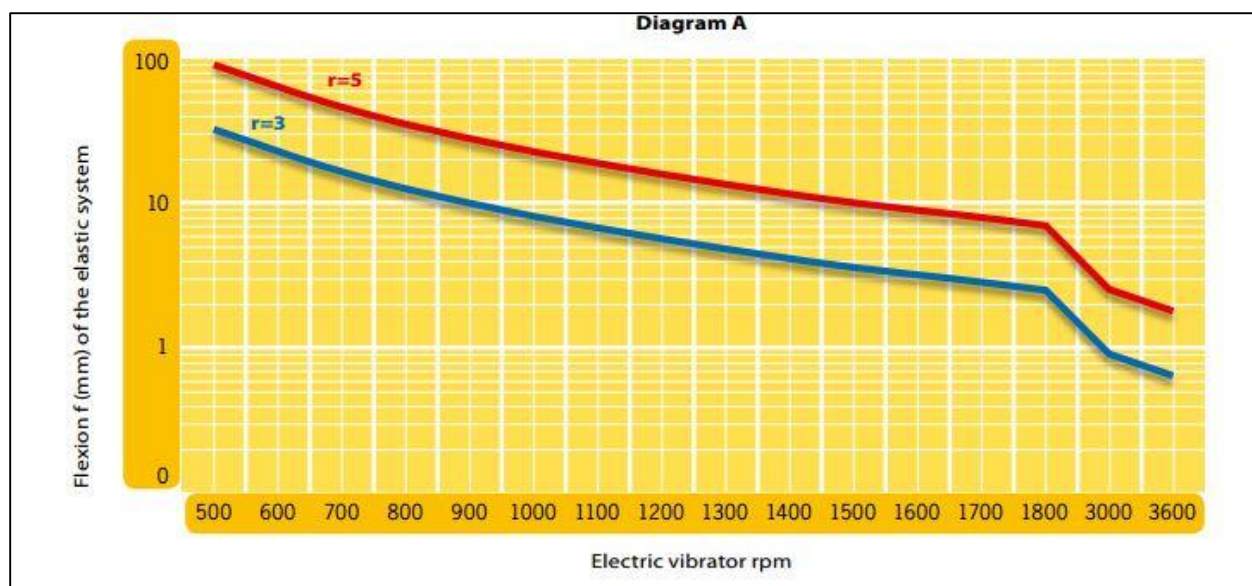
اگر سیستم ارتعاش آزاد استفاده می‌شود، توصیه می‌شود از پایه‌های ضد ویبره استفاده شود (مانند فنرهای فولادی ماریپیچی، محافظ پلاستیکی یا پیستون پنوماتیکی) تا ماشین ویبره بتواند آزادانه در تمام جهات حرکت کند.

برای سیستم‌های ارتعاش آزاد از میله‌های اتصالی، فنرهای ورقه‌ای یا پهن استفاده نکنید.

بخش غیر ارتعاشی ماشین باید ظرفیت کافی داشته باشد تا وزنی معادل وزن کلی (مجموع وزن الاستیک ماشین و وزن موتورهای الکترو ویبره و یاتاقان‌ها) را تحمل کند. برای ایمنی مجموع وزن در یک ضریب بین 2 تا 2/5 ضرب می‌شود؛ بنابراین ظرفیت قسمت الاستیک برابر است با:

$$Q(kg) = \frac{Pv + Ps}{N} \times 2.5$$

در این رابطه Pv وزن مجموعه ارتعاشی است و Ps وزن قسمت استاتیک ماشین و N تعداد پایه‌های ضد ارتعاش است. اکنون باید میزان خمش قسمت الاستیک محاسبه شود. بسته به میزان فرکانس ارتعاش (دور در دقیقه موتور الکترو ویبره) و با در نظر گرفتن نسبت رزونانس (بین فرکانس ارتعاش قسمت ویبره و فرکانس قسمت الاستیک) بین 3 تا 5 از دیگرام زیر می‌توان میزان خمش را محاسبه کرد.



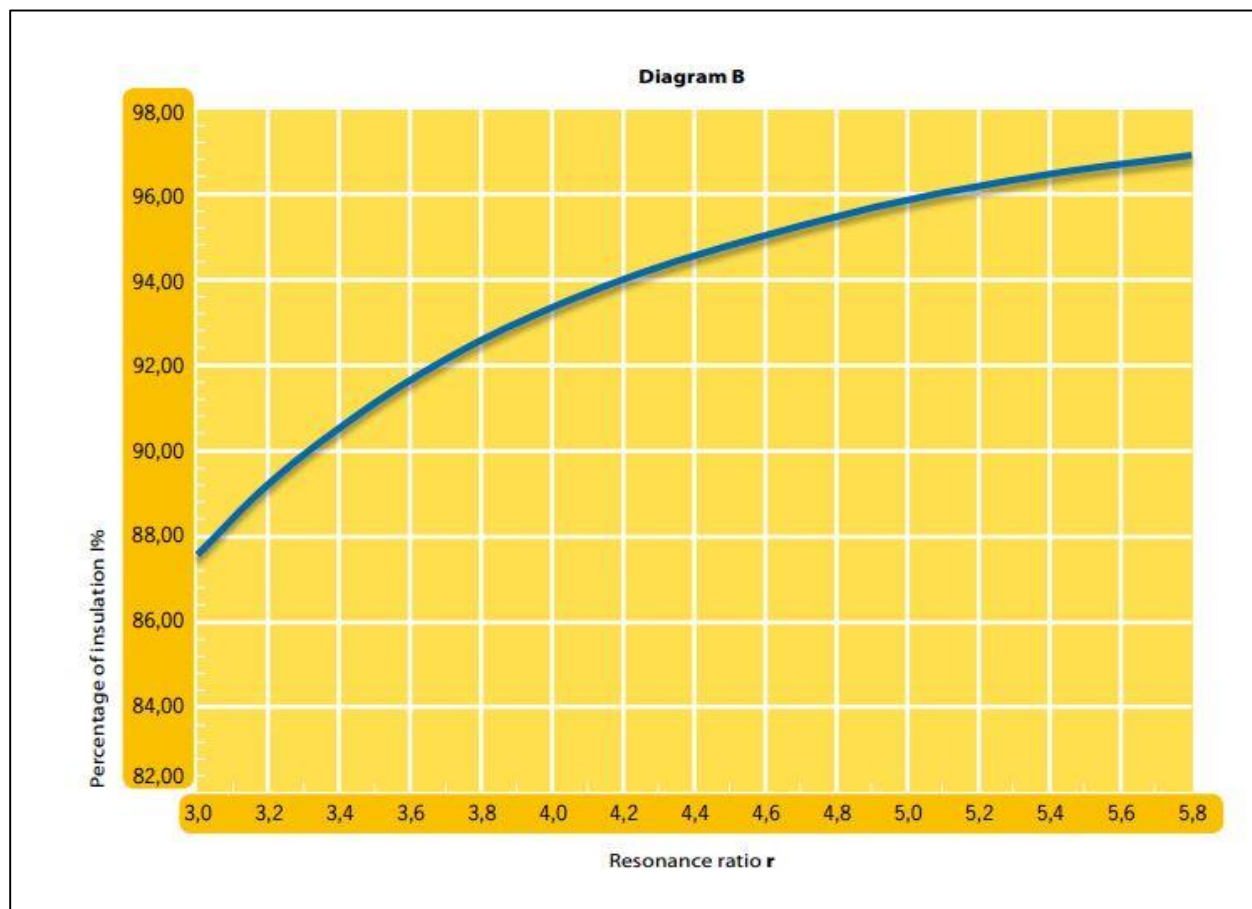
محاسبه نسبت خمش با استفاده از دور در دقیقه موتور و نسبت رزونانس

با محاسبه نسبت خمش می‌توان ثابت الاستیک پایه‌های ضد ویبره را محاسبه کرد

$$K_{kg-mm} = \frac{Pv}{f \times N}$$

که در این رابطه Pv و N به ترتیب وزن مجموعه ارتعاشی و تعداد پایه‌های ضد ارتعاش هستند. با داشتن ظرفیت وزنی Q و ثابت الاستیک K می‌توان پایه‌های ضد ویبره را در بازار انتخاب کرد.

ضروری است که وزن قسمت ارتعاشی به شکل یکنواخت روی قسمت الاستیک توزیع شود. شکل زیر درصد محافظت قسمت الاستیک بین قسمت‌های ارتعاشی و تکیه‌گاه بسته به نسبت رزونانسی ۲ نشان می‌دهد.



درصد محافظت برحسب نسبت رزونانس

پایه‌های ضد ارتعاش باید به شکلی قرار گیرند تا میزان خمش برای تمامی اجزا یکسان باشد تا تعادل دستگاه حفظ شود.

مهم: قسمت تکیه‌گاه که بر روی آن پایه‌های ضد ویبره و قسمت ارتعاشی سوار می‌شوند باید اتصال محکمی با زمین داشته باشد و یا به یک تکیه‌گاه محکم دیگری بدون داشتن اجزای ضد ویبره متصل گردد.

معرفی سیستم‌های کنترلی برای موتورهای الکترو ویبره:

سیستم‌های کنترلی الکترونیکی

این سیستم‌های پیشرفته بسته به نصب آن‌ها، قادر به تغذیه 6 الی 72 موتور الکترو ویبره هستند. با توسعه این سیستم تا 864 موتور را نیز می‌توان شارژ کرد.

با داشتن یک پنل مخصوص سیستم‌های کنترل الکترونیکی، یک ترمینال (پایانه) تعاملی برای تفسیر مرتب‌سازی و نمایش فرمول‌های ارتعاش دارند. این سیستم‌ها قابلیت کنترل از راه دور نیز دارند.

یکی از ویژگی‌های خاص این سیستم VIBRAVAR یا مبدل الکترونیکی فرکانس ارتعاش و نیز VINRALOGIC یا مدار PLC (ابزار دقیق) برای مدیریت محاسباتی وضعیت ارتعاش است. این سیستم را می‌توان با قابلیت کنترل از راه دور VIBRATEL، سیستم انعکاس لیزر VIBRALASER و نرم‌افزار مدیریتی VIBRAGEST مجهز کرد.

سیستم‌های CFV با کنترل الکترومکانیکی

این سیستم شامل یک پنل تغذیه می‌شود که دارای VIBRAVAR الکترونیکی برای تبدیل فرکانس و چندین پنل کوچک برای کنترل ویبراتورها و فرکانس ارتعاش آنها است.

پنل تغذیه این سیستم قادر است 10 زیر پنل (پنل کوچک) را بسته به نوع آنها، تغذیه کند. هر کدام از این پنل‌های کوچک با یک سوکت یا خروجی از نوع hitch به ویبراتورها متصل می‌شوند و 4 الی 10 ویبراتورها را می‌توانند کنترل کنند.

هر کدام از این پنل‌ها همچنین 7 فرکانس ثابت ارتعاشی و 1 فرکانس متغیر دارند.

برد CFV می‌تواند به شکل مستقیم 11 ویبراتور را تغذیه کند (در این مورد CFV بهتر است همراه با محافظ‌ها و به شکل تمرینی برای موتورها تست شود). همچنین این برد می‌تواند تا 10 برد دیگر را تغذیه کند.

سیستم‌های کنترل الکترومکانیکی MULTIVAR

سیستم MULTIVAR ابزاری مناسب برای تعویض سیستم‌های مبدل الکترومکانیکی مرسوم هستند که با یک فرکانس ثابت کار می‌کنند چراکه قادر هستند با فرکانس و نیروی گریز از مرکز متغیر کار کنند.

این سیستم برای تولیدکنندگان اجزای کوچک بتنی و یا تولیدکنندگان بتن پیش‌ساخته برای تولید اجزایی که به فرم‌های عادی قابل تولید نیست، گزینه‌ای مناسب است.

MULTIVAR با تجهیزات کنترلی و حفاظتی کاملی همراه است و لذا می‌تواند به شکل مستقیم به موتورهای الکترو ویبره متصل شود.

برند Italvibras موتورهای الکترو ویبره

 **italvibras**
g.silingardi



شرکت Italvibras یک شرکت ایتالیایی است با قدمت طولانی و دارای تجربه بسیار زیادی در زمینهی موتورهای الکترو ویبره است. رشد و توسعه ی پیوسته این شرکت باعث شهرت جهانی آن شده است و اکنون این شرکت در کشورهای فرانسه، آلمان، اسپانیا و آمریکا نمایندگی دارد.



توانایی طراحی و تولید طیف متنوعی از محصولات توسط خود شرکت، تمرکز بر کیفیت و تجربه زیادی که در طول زمان به دست آمده است، این شرکت را تبدیل به یک الگو در جهان صنعت کرده و خود را برندی متمایز شناسانده است.



شرکت تکنوتاو نیز در راستای تامین برترین و باکیفیت ترین تجهیزات صنعتی ، در بخش موتورهای ویبره ، برند ایتال وایبره را از بین برندهای مطرح، برگزیده است .