

IZBOR PROIZVODA ZA KONTROLU VIBRACIJA I NJIHOVA PRIMENA

Naredne strane predstavljaju kratku analizu izbora najefikasnijeg sistema za kontrolu vibracija i njegove primene. Princip opisan u tekstu ispod važi kako za postavljanje tako i vešanje mašina, cevovoda,...itd na neki od sistema za kontrolu vibracija.

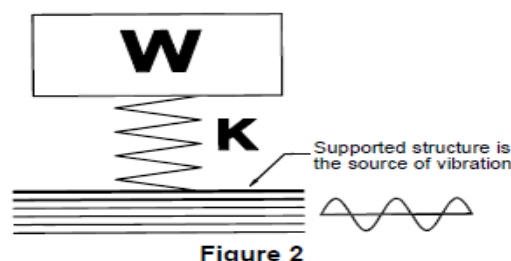
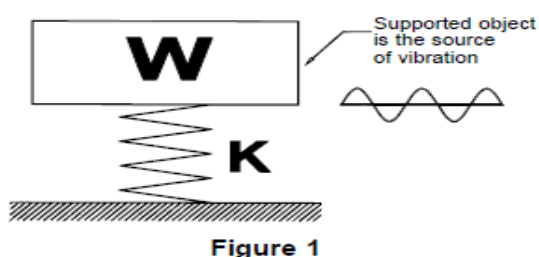
U sledećem odeljku predstavljen je kratak uvod u teoriju vibracija:

Vibracija

Ovaj prikaz osnovne teorije vibracija nudi pojednostavljen pristup primene i izbora veličine amortizera koji će omogućiti projektantima da izaberu odgovarajući tip u cilju smanjenja negativnih efekata vibracija.

Očigledno je da su situacije u životu složenije nego što ovaj jednostavan način prikazuje. Vibracija se definiše kao amplituda (sila, pomak ili ubrzanje) koja oscilira oko referentne tačke. Vibracija se obično predstavlja kao frekvencija, ciklus na sekund, ili Herc (Hz). Problemi vibracija se generalno mogu svrstati u dve kategorije:

1. Generisana sila: amortizer se koristi za zaštitu oslonca od sila koje generiše masa koja se podupire (videti skicu 1). Primer je upotreba vešanja motora u automobilu.



2. Pomicanje strukture oslonca: amortizer se koristi za zaštitu mase koja se podupire od poremećaja strukture oslonca (skica 2).

Primer je upotreba nosača ispod mašine za koordinatno merenje. Prirodna frekvencija je frekvencija vibracije koja će se javiti ukoliko se sistem izbací van svog normalnog položaja i dozvoli da slobodno vibrira. Za naše potrebe, prirodna frekvencija se može definisati kao funkcija mase i iznosa elastičnosti opruge. Ukoliko je iznos elastičnosti opruge linearan onda je kriva **opterećenje-ugibanje** prava linija (Skica 3).

Load versus Deflection

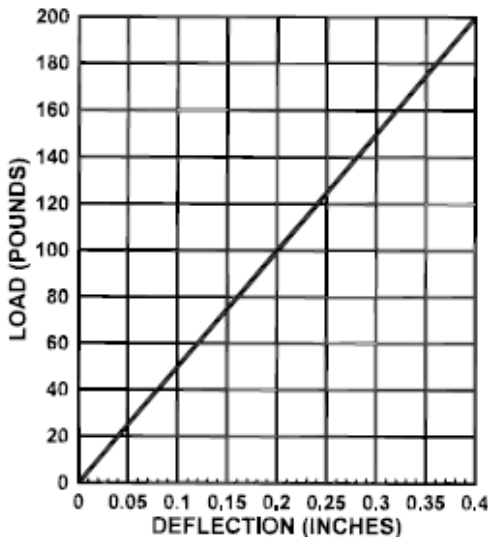


Figure 3

Na primer, opterećenje od 100 funti će izazvati ugibanje od 20 inči. Čvrstina opruge će onda biti:

$$K = \frac{W}{D} = \frac{100}{0.20} = 500 \text{ lbs/inch}$$

Gde je: K=Čvrstina (funta po inč-u)
W=Težina opterećenja(funta)
D=Ugibanje (inč)

Ako pretpostavimo da je deo koji se podupire čvrsto telo, sistem će imati dobro definisanu Prirodnu Frekvenciju(f_n):

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Kg}{W}}$$

Gde je: W=Težina opterećenja(funta)
g=Ubrzanje zemljine teže (386 in./sec.2)
 $\pi=3.1416$

Typical Transmissibility For Viscous Damping

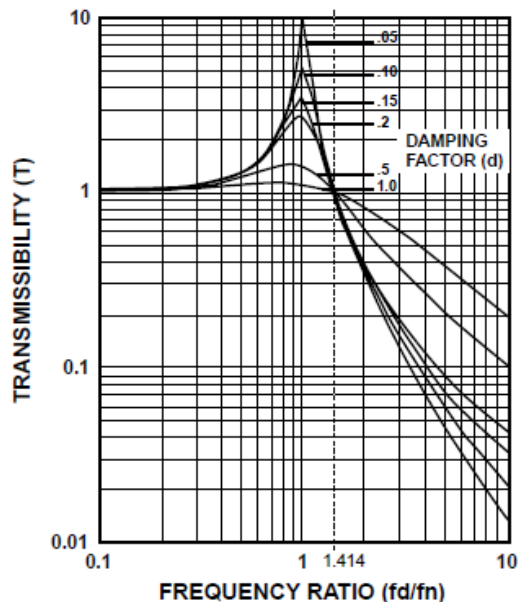


Figure 4

Ako je frekvencija ulazne vrednosti vibracije od koje se izoluje (sila frekvencije) definisana kao f_f , može se videti da će pomicanje izolovanog dela na osnovu izabrane opruge biti manje od sile frekvencije, ako je:

$$\frac{f_f}{f_n} > \sqrt{2}$$

Ovo je osnova što se tiče izolovanja vibracija (Skica 4). Ipak, ako je:

$$\frac{f_f}{f_n} < \sqrt{2}$$

pomak izolovanog dela će biti veći od sile frekvencije. Ovo je područje faktora pojačavanja. (Skica 4) Pošto je prenosivost (T) definisana kao odnos učinka i sile frekvencije:

$$T = \frac{\text{output}}{\text{input}}$$

maksimalna prenosivost se uvek javlja kada se sila frekvencije (f_f) i prirodna frekvencija (f_n) podudaraju. Tačka podudaranja ove dve frekvencije se naziva rezonantna tačka. Ukoliko je prenosivost T veće od 1, javlja se faktor pojačavanja. Medjutim, ako je T manje od 1 javlja se izolovanost - amortizovanje. Skica 4 predstavlja tipičnu krivu prenosivosti za različite uslove prigušenja.

Prigušenje (d) se definiše kao rasipanje energije pretvaranjem u toplotu. Prigušenje utiče na amplitudu reakcije. Tabela 5 nam daje faktore prigušenja za neke standardne materijale.

Skica 4 pokazuje da dok maksimalna prenosivost varira sa prigušenjem, za niže vrednosti prigušenja, prelazna tačka je uvek: $f_n\sqrt{2}$

Tri vrste prigušenja koja se obično susreću su: trenje, strukturalno (histereza) i viskozno prigušenje. Prigušenje trenjem karakterišu klizne površine. Histereza je prigušenje koje spada u prirodno svojstvo materijala. Viskozno prigušenje karakteriše proporcionalan odnos između sila i brzina, npr. kretanje tela kroz tečnost.

Prenosivost je odnos učinka i sile frekvencije. Ukoliko je amplituda sile frekvencije 10 inči, a učinka 0,25 inči, onda će prenosivost (T) biti:

$$T = \frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{0.025}{0.100} = 0.25$$

Procenat izolacije se može izraziti kao:

$$\% \text{ Izolacije} = (1-T) \times 100$$

ili u ovom slučaju:

$$\% \text{ Izolacije} = (1-0.25) \times 100 = 75\%.$$

Typical Damping Factors

Material	d
Natural Rubber	.05
Neoprene	.05
Felt and cork	.06
Butyl	.10
Highly damped silicone	.13+
Friction damped spring	.30+

Figure 5

Load vs. Deflection (Typical Mount)

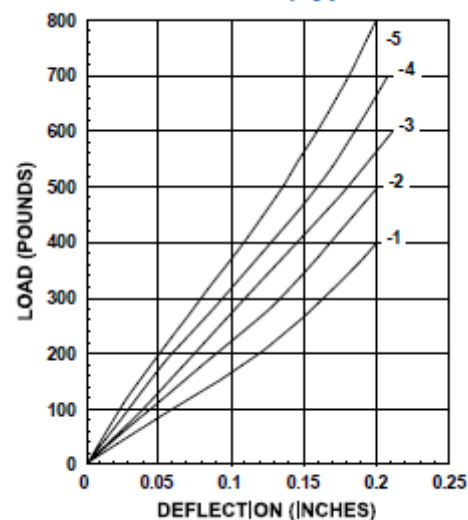
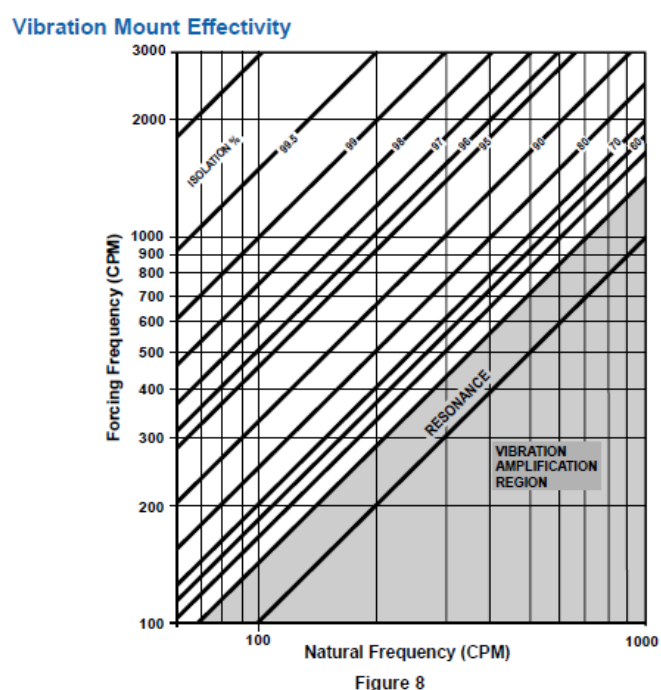
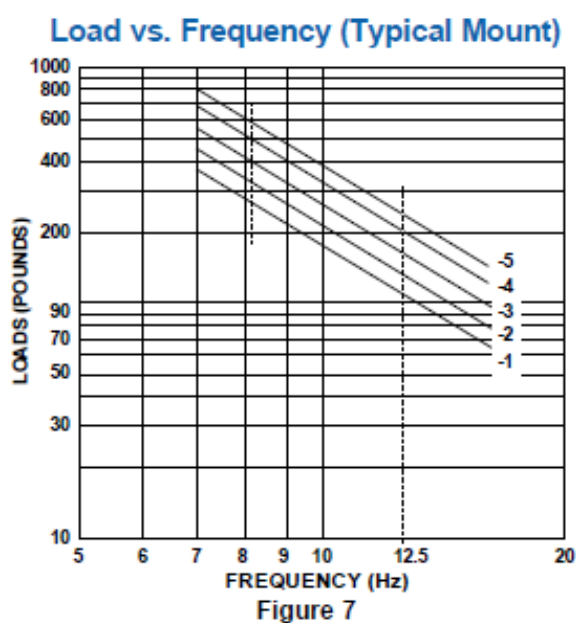


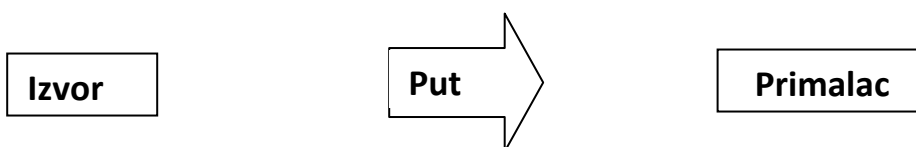
Figure 6

Veoma često je važna amplituda pojačavanja vibracija (rezonantna tačka). Ova tačka maksimalne prenosivosti je isključivo određena iznosom prigušenja u izolatoru – amortizeru koje se obično kreće u rasponu od 06 do 20. Pojednostavljen izraz maksimalnog pojačanja (Q) za niže vrednosti prigušenja dat je jednačinom:

$$Q = \frac{1}{2d}$$



Imajući to u vidu, da bi rešili problem vibracija potrebno je identifikovati način njihovog prenošenja



Obično je izvor vibrirajuća/rotaciona mašina.

Primalac je osoba/mašina koja oseća efekat vibracija.

Put prenosa je element-struktura preko koje se vibracije prenose.



Postavljanje – vešanje proizvoda za kontrolu vibracija

Najčešće su u pitanju razni elementi i uređaji kao što su cevi, čileri, pumpe, generatori AHUs, FCUs, CNC mašine,... itd.

Metodologija koju treba pratiti je sledeća:

- 1) Da li je urađena studija akustičnosti. Ukoliko jeste, potrebno je samo pratiti uputstva i specifikacije pomenute studije.
- 2) Ukoliko nije, da li postoje zahtevi za nekim određenim parametrima kao što su tip anti-vibro materijala (guma ili opruga), ugibanje ili prirodna frekvencija, efikasnost kontrole vibracija (%).
- 3) Do ovog trenutka bi trebalo da imamo ideju u kom pravcu bi trebalo ići

Opružni ili gumeni amortizeri ?

Opruge

Opruge su elastični elementi koji dopuštaju najveća statička ugibanja i time doprinose stvaranju veoma niskih frekvencija. Ovi elementi sa druge strane imaju veoma malo prigušenje. Suprotno ustaljenom verovanju, opruge se mogu koristiti da priguše buku zbog njihove niske frekvencije.

Elastomeri

Elastomeri imaju tu prednost da su otporni na istezanje, pritisak i mogu smanjiti naprezanje-opterećenje. Frekvencije ispod 1Hz se pak veoma teško postižu.

Njihovu radnu čvrstinu je teško predvideti, jer nemaju linearan odnos **opterećenje-ugibanje** i zbog njihove dinamičke čvrstine koja je veća od statičke dobijene od statičkog opterećenja - krive ugibanja. Ovaj efekat je poznat kao **“dinamičko ojačanje”**, a faktor dinamičkog ojačanja može ići do vrednosti 2.

Standardne mane elastomera su:

- osetljivost na atmosferske faktore, razređivače, ulja, masnoće,...itd.
- zavisnost od temperaturnih uslova.

Međutim, veštom upotrebom dostupnih tehnologija, naši proizvodi mogu da izađu na kraj sa većinom problema.

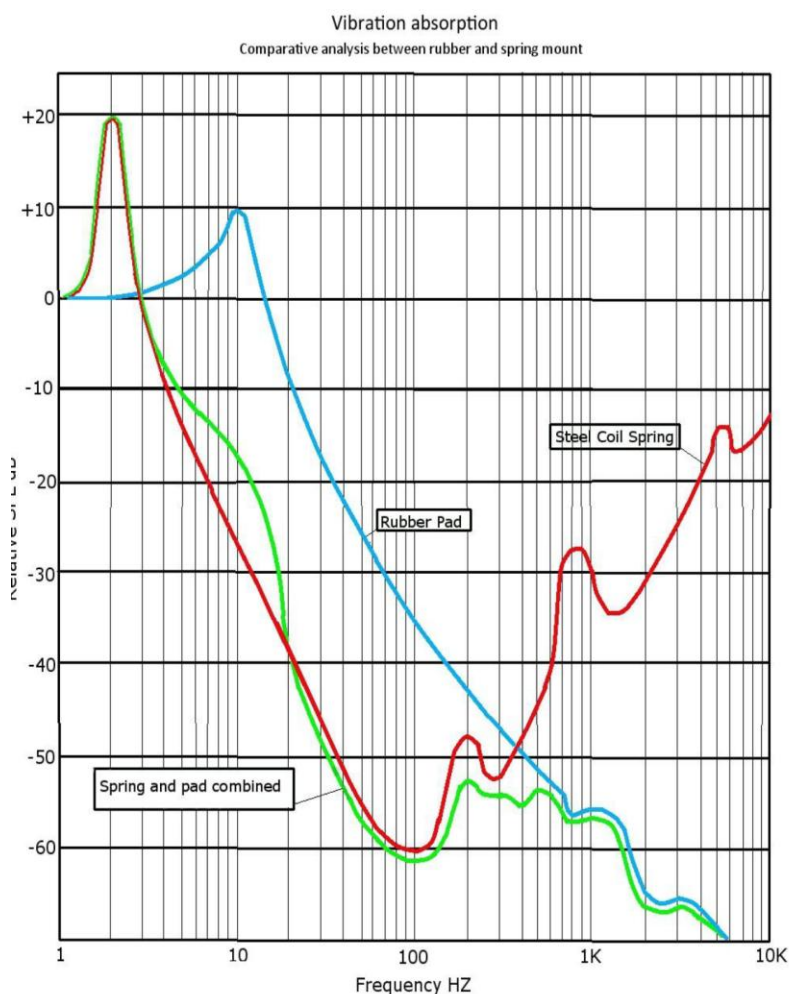
Pri prirodnoj frekvenciji od približno 3 Hz, ugibanje opruge iznosi 25mm, dok pri prirodnoj frekvenciji od približno 10 Hz ugibanje gumene podloge iznosi 2.5mm

Kombinacijom oba elementa (opruga+guma) omogućavamo izolovanje viših frekvencija koje će verovatno proći kroz namotaj opruge, a dostupne su ljudskom uhu.

Po pravilu, opruge nude bolju kontrolu vibracija, ali zauzimanju više prostora i skuplje su od gumenih podložaka.

Opruge se koriste za generisane frekvencije od 10 Hz pa do 2000 Hz.

Gumeni amortizeri se koriste za generisane frekvencije iznad 2000 Hz



4) Da bi tačno odredili koji tip amortizera nam je potreban i da bi mogli da izračunamo tačnu efikasnost, potrebno je da znamo sledeće podatke:

- Tip mašine
- Ukupna težina (kg)



- Broj tačaka oslonca (ako je u pitanju osnova, potrebno je da znamo njene dimenzije da bi odredili radno/stvarno područje
- Težinu po amortizeru (kg): Ukupnu težinu / Broj tačaka oslonca-vešanja
- Generisana frekvencija (o/min) $f_e = \text{obr.} / 60$

Sve ove podatke unosimo u odgovarajući program, ili radimo proračun iz dinamičkih karakteristika proizvoda, a rezultat je:

- Ugibanje (mm)
- Prirodna frekvencija (Hz)
- Amortizovana teorijska vrednost vibracija (%) Theoretical vibration isolation (%)

Oblast primene

Ista mašina se može opremiti sa različitim proizvodima za kontrolu vibracija, u zavisnosti od zahteva primene. Najzahtevniji slučajevi se postavljaju na krovove ili osetljiva mesta uopšteno. Na primer, ukoliko se čiler koji se obično postavlja na amortizer sa oprugama, postavi na mesto koje nije previše zahtevno, takođe se mogu koristiti i gumeni amortizeri.

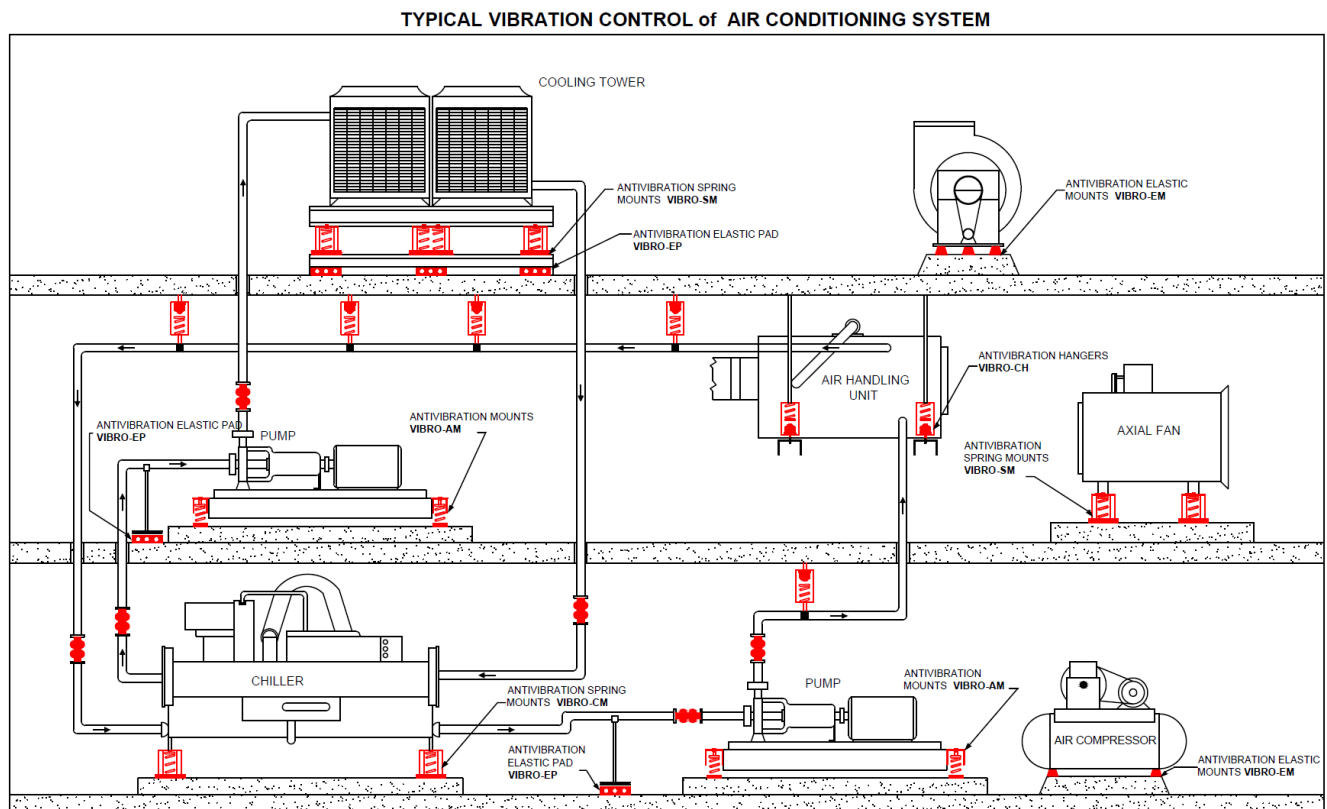
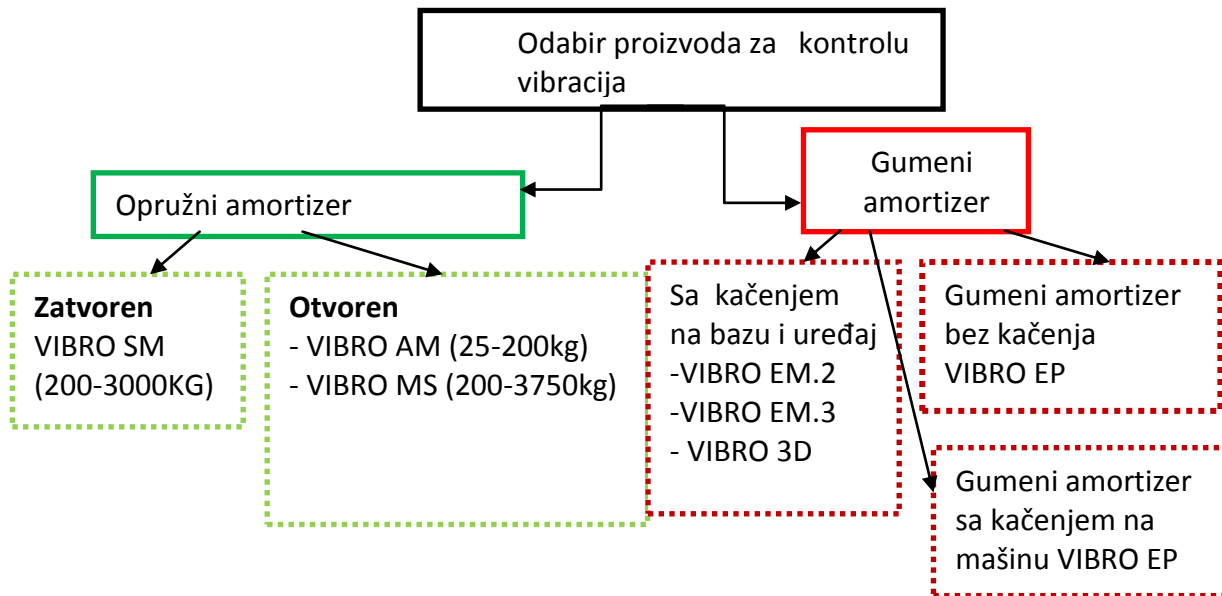
Raspored težine

Obično mašine nemaju podjednako raspoređenu težinu i zato je potrebno da imamo podatak o težini na svakom mestu oslonca-vešanja, npr. čileri imaju kompresor na jednoj strani.

Vremenski uslovi

Prirodna guma (na primer Vibro-EP Sivi/Plavi/Crveni) nema povećanu otpornost na vremenske uslove, stoga u našoj ponudi imamo *podloške od neoprena* koje su otpornije na dejstvo UV zračenja i ulja.

Kada imamo podatak o težini dobijen od proizvođača, trebalo bi uvek da dodamo **+ 20 %** kao faktor sigurnosti, jer vrlo često postoji razlika između stvarne i nazivne težine.





Primer Pogledajte primer ispod. Sledeći podaci se unose u program za izbor

SPRING ANTIVIBRATION PRODUCT SELECTION PROGRAM

DATE	13/6/2013
EMPLOYER	21dB
PROJECT	Example

MACHINE TYPE	Centrifugal Fan
--------------	-----------------

FREQUENCIES

EXCITATION FREQUENCY	740	rpm
	12,33	Hz

LOADS

NUMBER OF MOUNTS	4	Mounts
TOTAL WEIGHT	1000	Kg
LOAD PER MOUNT POINT	250	Kg/Mount
DAMPING FACTOR	0	

ΕΠΙΛΟΓΗ ΓΛΩΣΣΑΣ - LANGUAGE SELECTION

☐ ΕΛΛΗΝΙΚΑ

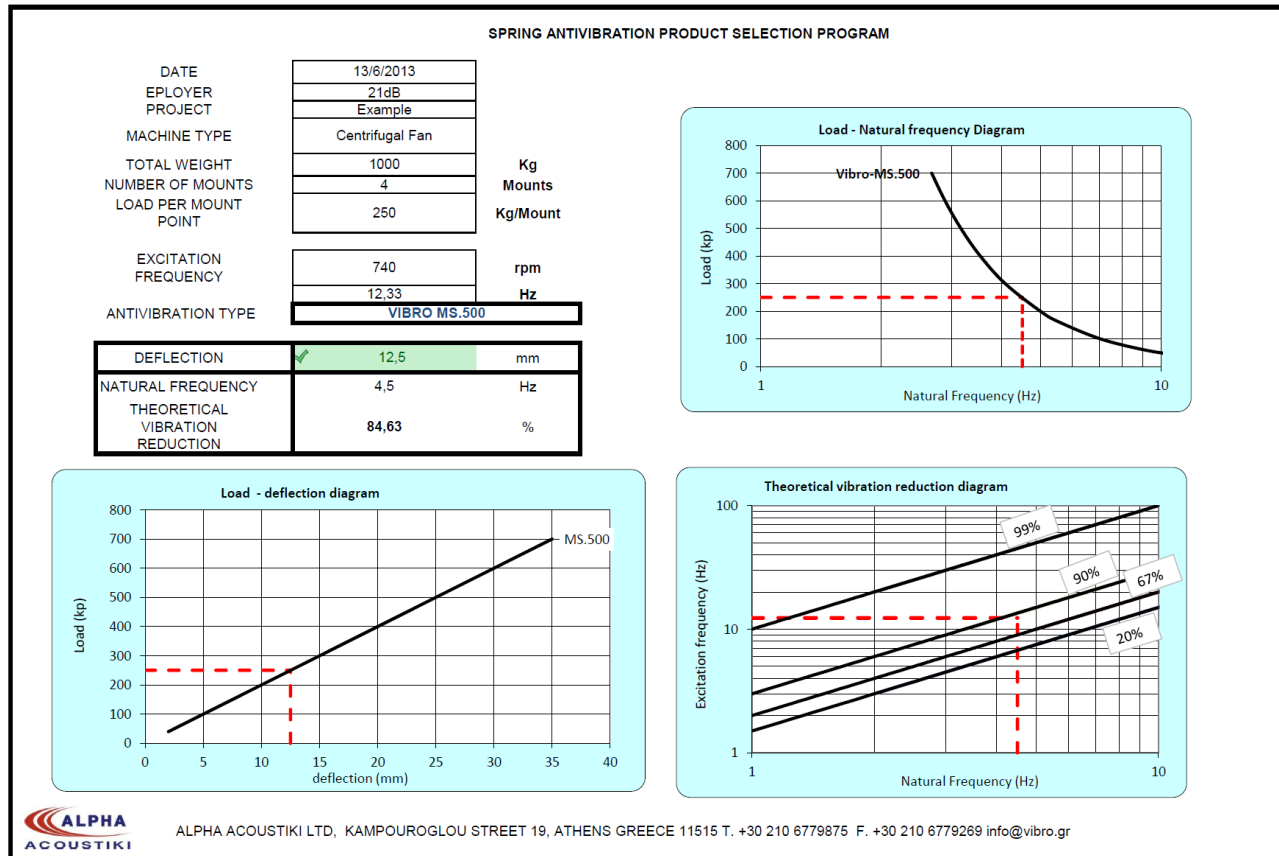


☒ ENGLISH



RECOMMENDED ANTIVIBRATION PRODUCT	Vibro MS.300 or SM.250
-----------------------------------	------------------------

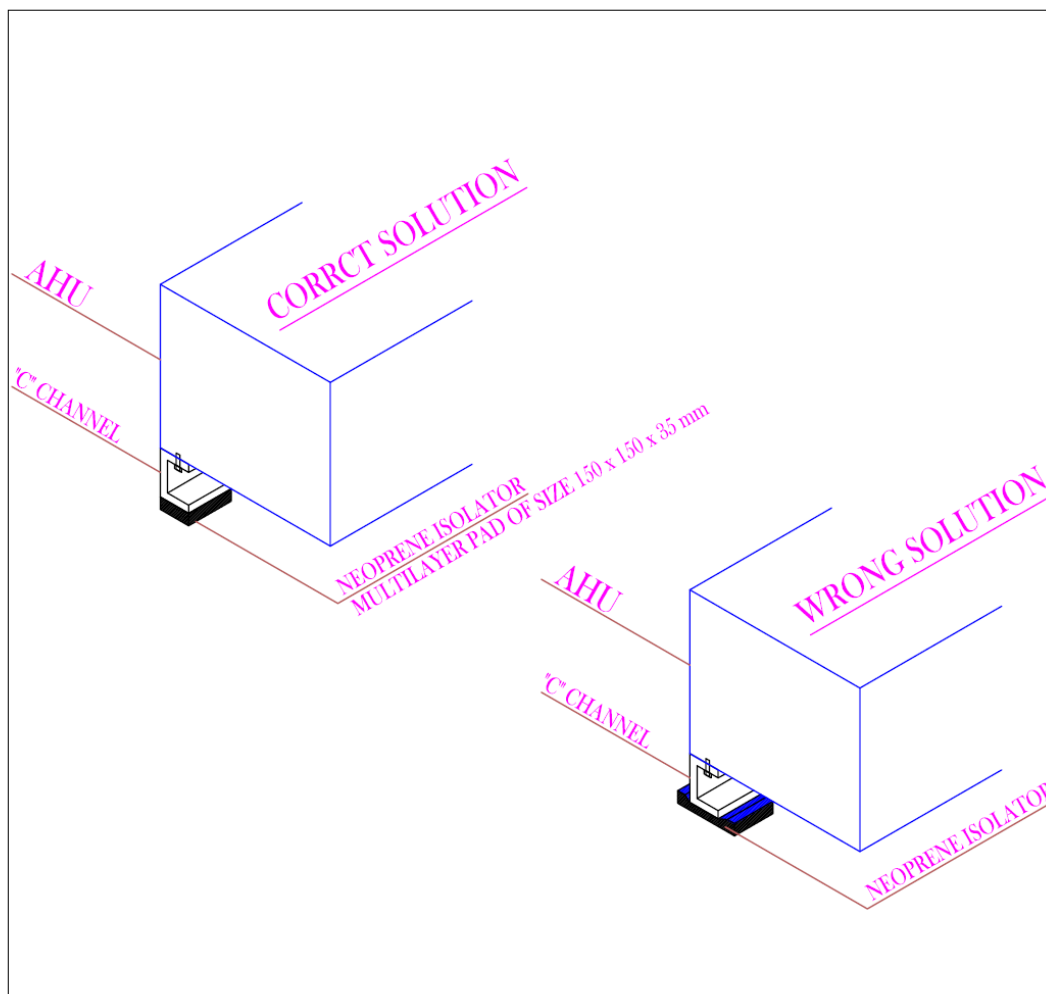
Rezultati



Isti rezultati se mogu predstaviti i dinamičkim karakteristikama amortizera

Napomena!

Kada koristimo amortizere kao što je Vibro-EP treba napomenuti da se težina raspoređuje na celu površinu amortizera, što je i predstavljeno na sledećoj skici.



Betonska osnova

U nekim slučajevima potrebno je postaviti, nepokretnu osnovu koja se obično pravi od betona.

Ključne koristi od upotrebe baze su:

- Ograničava i sprečava pomeranje koje nastaje kao posledica vibracija
- Spušta centar težišta
- Ponaša se kao zvučna barijera
- Umanjuje bočna pomeranja
- Ravnomerno raspoređuje težinu mašine



Betonska baza sa Vibro-AM opružnim amortizerima

Težina osnove se može lako proračunati na sledeći način:

Dužina x širina x visina (m) x 2400 kg/m³ (specifična težina betona) = težina osnove (kg)

Obratite pažnju da u slučaju upotrebe metalnih greda, treba uzeti u obzir i njihovu težinu.



Jedini dostupni sistem za kačenje na zid je VIBRO 3D. Za jedinice težine preko 20Kg statičkog opterećenja proračuni će zavisiti od udaljenosti između centra mase VIBRO 3D i centra mase uređaja koji se kači (zahvaljujući momentu sile koji tom prilikom nastaje). Kao primer bi mogli uzeti sistem cevi.

Predhodni tekst je samo kratka prezentacija. Kompleksniji zahtevi i projekti će biti razmatrani i analizirani zajedno ukoliko ih pošaljete na naš e-mail info@clivere.com.