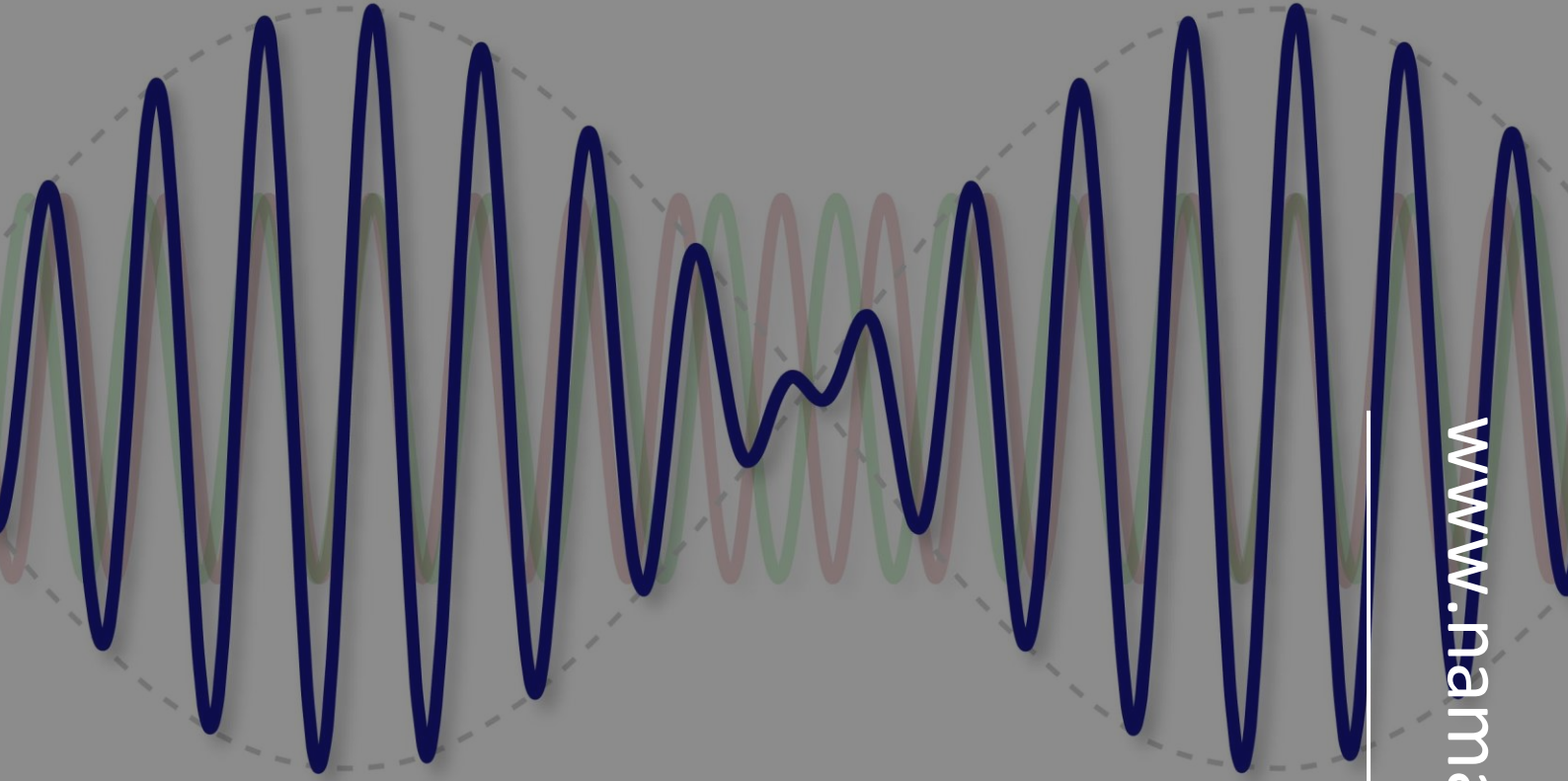




**Namatek**  
True Education



[www.namatek.com](http://www.namatek.com)

# Mechanical Vibration

ارتعاشات مکانیکی

## فهرست مطالب

۱. ارتعاش مکانیکی چیست؟
۲. جایگاه ارتعاشات مکانیکی در زندگی روزمره
۳. انواع ارتعاشات مکانیکی

ارتعاشات مکانیکی یکی از مباحث بسیار مهم در مهندسی مکانیک و عمران به شمار می رود. ارتعاشات جزء سرفصل هایی است که بیشتر به دلیل وقوع حوادث تلخ در دنیای مهندسی اهمیت پیدا کرده است. به عنوان مثال می توان به حوادثی مانند تخریب پل تاکوما در سال ۱۹۴۰ تنها چند ماه بعد از افتتاح آن اشاره کرد.

اتفاقی که به دلیل اعمال ارتعاش به پل از طریق نیروی خارجی باد آن هم تنها با سرعت ۶۰ کیلومتر در ساعت رخ داد. اگر کنجکاو هستید که با مفهوم ارتعاشات آشنا شوید، در ادامه با ما همراه باشید.

## ارتعاش مکانیکی چیست؟ (Mechanical Vibration)

هر جسم فارغ از اینکه چه نوع طراحی و اندازه ای دارد، از موقعیت یا نقطه تعادل برخوردار است. هرگونه حرکت نوسانی که باعث می شود این جسم از موقعیت تعادل خود خارج شود و مجدد به سمت آن بازگردد، ارتعاش نامیده می شود.



این ساده ترین تعریفی است که می توان برای مفهوم ارتعاشات مکانیکی برشمرد. معمولا برای طرح مثال از این مفهوم نیز به سراغ یک سیستم فنر جرمی می روند. فنری را در نظر بگیرید که وزن جسم یا سیستمی روی آن قرار دارد.

در حالت عادی و بدون حرکت، این سیستم مکانیکی در نقطه تعادل قرار دارد. به محض اینکه ضربه ای به آن وارد شود، شروع به ارتعاش کرده و از موقعیت تعادل خارج می شود.

در طول حرکت ارتعاشی سیستم دائما حرکت رفت و برگشتی را به سمت موقعیت تعادل خود تجربه می کند. انرژی جنبشی و پتانسیل در این حرکت نوسانی دائما به یکدیگر تبدیل می شوند.

البته در این بین اصطکاک هوا نیز باعث می شود همواره بخشی از انرژی سیستم به صورت حرارت تلف شود. به این ترتیب دامنه جابه جایی سیستم در هر سیکل کمتر از قبل می شود. بسته به نوع سیستم ممکن است که گاهی اوقات ارتعاشات آن تا مدت ها ادامه پیدا کند یا خیلی زود به نقطه تعادل بازگردد و متوقف شود.

به طور کلی باید توجه داشته باشید که برای توصیف هر حرکت ارتعاشی از چهار پارامتر استفاده می شود که عبارت اند از:

- فرکانس (Frequency با نماد  $f$ )
- جابه جایی (Displacement با نماد  $D$ )
- سرعت (Velocity با نماد  $V$ )
- شتاب (Acceleration با نماد  $A$ )

در این بین فرکانس را می توان به نوعی مبنای اندازه گیری ارتعاشات در نظر گرفت. همان طور که می دانید فرکانس نشان دهنده تعداد دفعات ارتعاش یک سیستم در ثانیه است و واحد اندازه گیری آن نیز هرتز (Hz) است.

## جایگاه ارتعاشات مکانیکی در زندگی روزمره

بد نیست نگاهی به جایگاه ارتعاشات مکانیکی در زندگی روزمره خود بیندازیم. تقریباً هیچ ماشین مکانیکی در صنعت یافت نمی شود که بدون ارتعاش کار کند.

به عنوان مثال موتورهای احتراقی در اثر حرکت دوره ای پیستون ها، نوسان را تجربه می کنند. دستگاه های دوار همواره نوسانات ارتعاشی ناهمواری را رقم می زنند.

حتی وقتی سوار بر خودرو در حال حرکت در سطح معابر هستی، ناهمواری جاده باعث ارتعاش ماشین می شود. حرف زدن انسان ها محصول ارتعاش تارهای صوتی آنها است. جریان الکتریکی متناوب در اثر نوسانات دوره ای بارهای الکتریکی به وجود می آید؛ موضوعی که باعث ایجاد ارتعاش مکانیکی در سیستم های الکتریکی می شود.



همه این مثال‌ها نشان می‌دهند که ارتعاشات مکانیکی یکی از مهم‌ترین مفاهیم فیزیکی در زندگی ما به شمار می‌روند. هر چند نمی‌توان ارتعاشات سیستم‌ها را به طور کامل از بین برد؛ اما باید برای جلوگیری از بروز خسارت، همواره ارتعاشات در محدوده خاصی حفظ شوند.

در غیر این صورت ممکن است خسارت‌های مادی و بعضاً جانی خطرناکی را به دنبال داشته باشند. گاهی اوقات ارتعاشات منجر به تولید آلودگی صوتی بیش از حد در سیستم‌های مکانیکی می‌شوند. در مواقعی نیز تشدید ارتعاشات، باعث خرابی سیستم‌ها می‌گردد. از طرفی عدم کنترل ارتعاشات در سیستم‌ها باعث می‌شود که نتوانند وظیفه خود را به درستی انجام دهند.

## انواع ارتعاشات مکانیکی

ارتعاشات مکانیکی را بر اساس فاکتورهای مختلفی دسته‌بندی می‌کنند. یکی از اصلی‌ترین فاکتورها برای دسته‌بندی ارتعاشات روی منبع اعمال نیرو برای حرکت نوسانی سیستم‌ها تمرکز می‌کند. بر این اساس ارتعاشات را می‌توان در دو دسته اصلی تقسیم‌بندی کرد که عبارت‌اند از:

### ارتعاشات آزاد یا طبیعی (Free vibration)

اگر در تداوم ارتعاش یک سیستم ردپای نیروی خارجی برای به نوسان در آوردن آن به چشم نخورد، با ارتعاشات آزاد یا طبیعی سروکار داریم. به کلمه تداوم دقت داشته باشید.

اساسا برای ایجاد ارتعاش مکانیکی در هر سیستم نیاز به نیروی خارجی وجود دارد. آنچه در ارتعاشات آزاد موضوعیت پیدا می کند، ادامه پیدا کردن نوسان سیستم بعد از حذف نیروی اولیه است. به عنوان مثال تارهای گیتار را در نظر بگیرید. نوازنده یکبار انگشتان خود را روی تارها حرکت می دهد. ارتعاشی که پس از وارد شدن این نیرو در تارها به وجود می آید و پس از مدتی از بین می رود، از نوع ارتعاش آزاد یا طبیعی است.



شاید در وهله اول ارتعاش آزاد چندان موضوع مهمی به شمار نرود؛ اما جالب است بدانید اساسا آنچه باعث تخریب پل تاکوما یا حوادثی از این دست می شود، کاملا با ارتعاش طبیعی در ارتباط است.

هر سیستم به صورت ذاتی یک محدوده نوسانی تحت عنوان فرکانس طبیعی یا رزونانسی دارد.

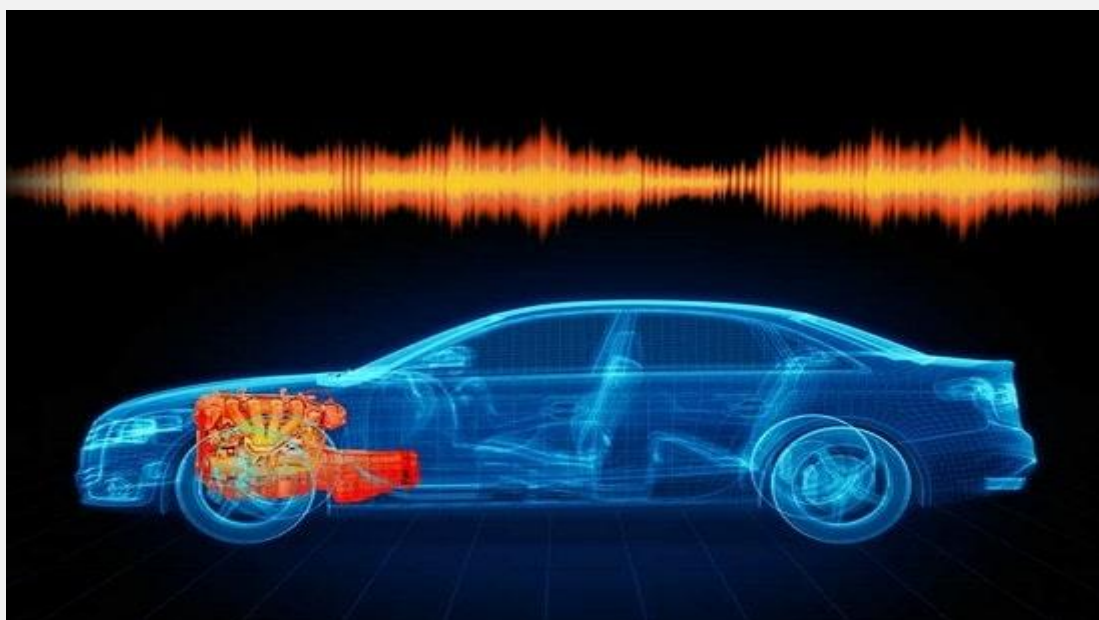
اگر فرکانس نیروی خارجی وارد شده به سیستم دقیقا معادل فرکانس طبیعی آن باشد، حرکت نوسانی تشدید می شود. این پدیده تا جایی ادامه پیدا می کند که نوسانات از کنترل خارج شده و باعث آسیب دیدن جدی سیستم می گردد.

بنابراین یکی از موضوعات کلیدی در مهندسی مکانیک و عمران، جلوگیری از رخ دادن پدیده تشدید رزونانسی در سیستم ها است.

## ارتعاش اجباری (Forced vibration)

در ارتعاش آزاد، نیروی خارجی یکبار به سیستم اعمال شده و پس از آن سیستم شروع به نوسان می کند. اگر نیروی خارجی دائما به سیستم وارد شود، این اتفاق باعث می شود که نوعی منبع انرژی برای تداوم ارتعاشات مکانیکی را شاهد باشیم.

مادامی که نیروی خارجی به سیستم وارد می شود، ارتعاش آن نیز ادامه پیدا می کند. به عنوان مثال خودرو شما تا زمانی که روشن است، ارتعاش را تجربه می کند. کار کردن موتور، کمک فنرهای ماشین و همچنین ناهمواری های سطح جاده، جزء منابع تامین کننده نیروی ارتعاش ماشین به شمار می روند.





ارتعاش اجباری یکی از عوامل جدی فرسایش و آسیب دیدن سیستم هاست. هر چند محدود کردن ارتعاشات مکانیکی هزینه نسبتاً زیادی به دنبال دارد؛ اما در عین حال طول عمر سیستم ها را افزایش می دهد. ضمن اینکه نیاز به تعمیر و نگهداری آن ها را نیز تا حدی کمتر می کند.