به نام خدا

آزمایش هشتم: ارتعاشات پیچشی با استهلاک ویسکوز

مدرس: دکتر احسان فتحی

مدیر و موسس آموزشگاه آزاد فنی و حرفه‌ای فتحی

Telegram & Instagram: *@FathiTrainingGroup*

Website: *FathiTrainingGroup.com*

Email: *ehsanfathi_eh@yahoo.com*

Tel: *09386249330, 05191012910*

فهرست مطالب

- هدف آزمایش
- تئوری آزمایش
- شرح دستگاه آزمایش
- روش انجام آزمایش
- جدول داده‌های آزمایشگاهی
- خواسته‌های آزمایش

هدف آزمایش

- تعیین ضریب استهلاک یک دمپر در یک سیستم پیچشی

تئوری آزمایش

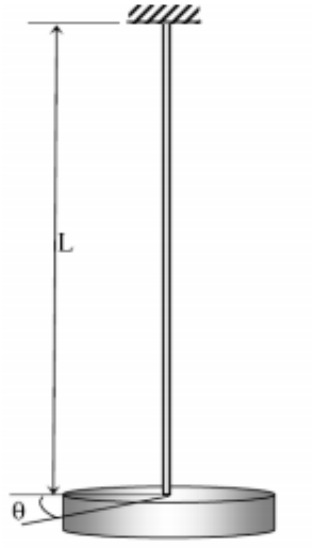
معادله حرکت نوسانی یک سیستم پیچشی با یک درجه آزادی همراه با استهلاک ویسکوز به صورت زیر می‌باشد:

$$I\ddot{\theta} + C_t\dot{\theta} + k_t\theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + \frac{C_t}{I}\dot{\theta} + \frac{k_t}{I}\theta = 0$$

در این رابطه C_t ضریب استهلاک پیچشی، k_t سختی پیچشی و I ممان اینرسی جرمی سیستم می‌باشد. برای تعیین تجربی مقدار ضریب استهلاک ویسکوز سیستم، می‌توان از مفهوم کاهش لگاریتمی استفاده کرد. کاهش لگاریتمی δ با دامنه اولین نوسان θ_0 و دامنه پس از n نوسان θ_n مطابق رابطه زیر می‌باشد:

$$\delta = \frac{1}{n}\ln\frac{\theta_0}{\theta_n}$$



شکل ۱: بررسی ارتعاشات پیچشی میله روتور

تئوری آزمایش

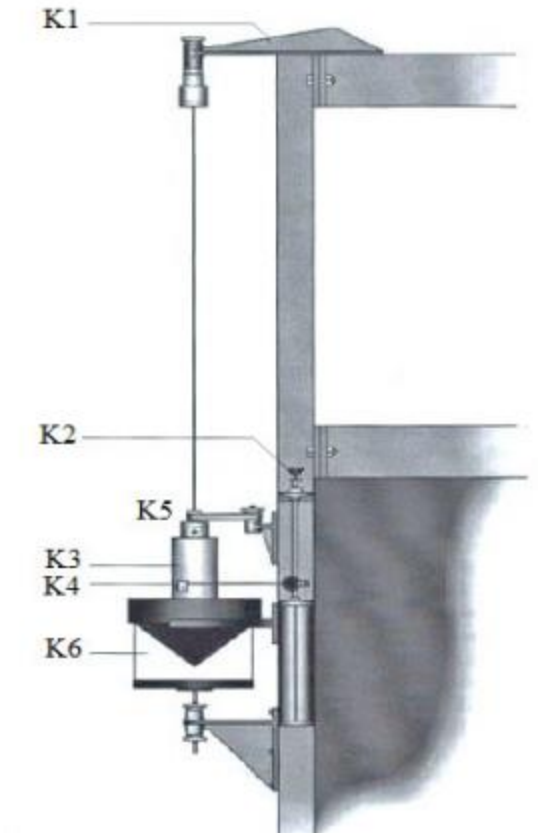
همچنین رابطه دیگری نیز وجود دارد که کاهش لگاریتمی را به ضریب استهلاک ویسکوز سیستم، ممان اینرسی و پریود نوسانات آزاد میرایی سیستم مرتبط می‌سازد:

$$\delta = \frac{C_t}{2I}\tau_d$$

در این رابطه I ممان اینرسی روتور و τ_d زمان نوسانات آزاد میرایی سیستم است. با بهره‌گیری از دو رابطه قبل می‌توان با ثبت دامنه نوسانات سیستم، مقدار ضریب استهلاک را به صورت تجربی بدست آورد.

شرح دستگاه آزمایش

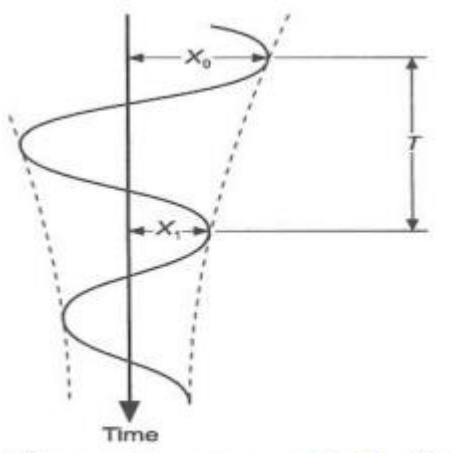
سیستم ارتعاش کننده از یک روتور مخروطی سنگین K3 تشکیل شده است که می‌توان بوسیله پیچ تنظیم K2 ظرف K6 حاوی روغن را به بالا و پایین برده و مقدار استهلاک را تغییر داد. راهنمای کنترل K5 نیز از حرکت جابجایی روتور مخروطی جلوگیری می‌کند. در قسمت بالایی روتور مخروطی، استوانه K3 تعبیه شده است که می‌توان اطراف آن کاغذ پیچیده و توسط قلم K4 نمایش حرکت دورانی را روی کاغذ ثبت کرد. قلم K4 چنان طراحی شده است که با سرعت آهسته ارتفاع استوانه K3 را از بالا به پایین طی می‌کند. بر روی روتور مخروطی، نوارهای سفیدی کشیده شده است که برای سنجش مقدار فرورفتگی مخروط روتور در روغن به کار می‌روند.



شکل ۲: شماتیکی از دستگاه آزمایش

روش انجام آزمایش

جهت انجام آزمایش، ابتدا باید سیستم را به صورت آزاد (بدون استهلاک) به نوسان در آورده و پریود نوسانات را اندازه گیری نمود و با استفاده از رابطه $\tau = 2\pi\sqrt{I/K_t}$ مقدار ممان اینرسی روتور مخروطی را تعیین کرد. سپس، بوسیله مهره تنظیم زیر مخزن روغن، می‌توان مخزن استوانه‌ای را آنقدر بالا برد تا اولین نوار سفید روتور مخروطی داخل روغن فرو رود. با توجه به آنکه سرعت قلم از رابطه v=x/t بدست می‌آید، با رهاکردن قلم از یک موقعیت مشخص، زمان لازم برای طی مسافت معین، اندازه‌گیری شده و در نتیجه سرعت آن محاسبه می‌شود. حال، روتور مخروطی را به اندازه ۲۰ درجه از حالت تعادل خارج کرده، سپس قلم و روتور مخروطی را همزمان رها ساخته تا نوسان مشابه شکل مقابل بر روی کاغذ ثبت شود. این کار باید برای دومین، سومین تا آخرین نوار سفید تکرار شود. با استفاده از منحنی‌های ارتعاشی و اندازه گیری‌های انجام شده برای هر حالت C_t را بدست آورده و جدول پیوست را کامل کنید.



شکل ۳: شماتیکی از دستگاه آزمایش

جدول داده های آزمایشگاهی

$d = 4\ mm$ $L = 0.85\ m$ $G = 80\ GPa$

R(mm)	تعداد سیکل n	θ_0	θ_n	$\frac{1}{n}\ln\frac{\theta_0}{\theta_n}$	τ_d(s)	$\frac{C_t}{I}$	$\frac{C_t}{\frac{N.m.s}{rad}}$	A (mm^2)	$A.r_m$
12.5									
37.5									
62.5									
87.5									

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \quad k_t = \frac{GJ}{I} \quad I = \frac{\tau^2}{4\pi} k_t \quad \delta = \frac{1}{n}\ln\left(\frac{\theta_0}{\theta_n}\right) \quad \tau_d = \frac{t}{n} \quad \frac{C_t}{I} = \frac{2\delta}{k_t} \quad A = \pi r l \quad l = \sqrt{r^2 + h^2}$$

خواسته های آزمایش

۱- منحنی نمایش $\frac{C_t}{I}$ را بر حسب Ar_m رسم کنید.

۲- رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{IL}{JG}}$ را اثبات کنید.

۳- نشان دهید که گشتاور مقاوم در هر حالت استهلاک از رابطه زیر بدست می آید.

$$T = \frac{2\pi}{3}\mu\left(\frac{\tan^3\alpha}{\cos\alpha}h^3\right)\dot{\theta}$$

۴- ثابت کنید نسبت انرژی پتانسیل در هر سیکل به انرژی اولیه برابر است با:

$$\frac{\Delta u}{u} = 2\delta$$

پیامبر اکرم (ص):

فقری سخت تر از نادانی و ثروتی بالاتر از خردمندی و عبادتی والاتر از تفکر نیست.