دستورکارآزمایش گشتاورلختی

هدف: اندازه گیری گشتاور لختی با حرکت نوسانی

وسایل لازم:زمان شمار دیجیتال(count timer) بدنه دستگاه , سه پایه رومیزی بزرگ , دیسک گشتاور لختی , میله نوسانی و محور و وزنه های گشتاورلختی , استوانه توپر گشتاورلختی , استوانه توخالی گشتاورلختی , نیروسنج 2.5N , متر ,کرنومتر

تئوری آزمایش

مجموع حاصلضرب های جرم ذرات در مجذور فاصله شان از محور دوران را با I نشان می دهیم و آن را اینرسی دورانی یا گشتاورلختی جسم نسبت به محور دوران موردنظر می نامیم.

$$I = \sum mr^2$$

اینرسی دورانی یک جسم به محور دوران خاصی که حول آن می گردد وهمچنین به شکل و نحوه توزیع جرم جسمی بستگی دارد. اینرسی دورانی دارای ابعاد ML^2 است ومعمولاً برحسب $kg.m^2$ بیان می شود.

اینرسی دورانی نمایانگر مقاومت یک جسم در مقابل تغییر حرکت دورانی، حول یک محورمعین می باشد. اگر شکل ظاهری و ابعاد جسم به گونه ای باشد که جرم خیلی نزدیک به محور دوران باشد , کمیت r برای ذرات تشکیل دهنده جسم نسبتاً کوچک است. به همین دلیل گشتاور دورانی برای یک استوانه توپر که محور دوران آن همان محوراستوانه است کوچکترازگشتاور دورانی برای یک دیسک هم جرم با استوانه توپرمی باشد.

اینرسی دورانی ازرابطه $I = \int r^2 dm$ بدست می آید که درآن انتگرال را روی تمام جسم می گیریم.

درزیر فرمول گشتاور را برای چند جسم می آوریم:

استوانه توپر حول محورش: $I = \frac{MR^2}{2}$ (R شعاع استوانه)

استوانه توپر حول قطری که از مرکز آن می گذرد: $I = \frac{MR^2}{4} + \frac{M\ell^2}{12}$ (ℓ طول استوانه)میله باریک حول محوری که از مرکز آن می گذرد و برمیله عمود است: $I = \frac{M\ell^2}{12}$

استوانه توخالی حول محورش: $I = MR^2$

برای ایجاد حرکت نوسانی از فنرحلزونی تخت استفاده می کنیم که از قانون هوک پیروی می کند.

برای پیچش های کوچک، گشتاوربازگرداننده با جابجایی زاویه ای متناسب است به طوری که داریم:

$$\tau = -D\theta \qquad (۱)$$

ضریب D یک کمیت ثابت است که به خواص فنر بستگی دارد و ضریب بازگردان زاویه ای نامیده می شود. علامت منفی نشان می دهد که گشتاوردرجهت مخالف جابجایی زاویه ای است.

τ گشتاورنیرو و θ جابجایی زاویه ای است.

معادله حرکت چنین دستگاهی عبارت است از:

$$\tau = I\alpha = I\frac{d\omega}{dt} = I\frac{d^2\theta}{dt^2} \qquad (۲)$$

با توجه به روابط (۱) و (۲) برای معادله حرکت جسم خواهیم داشت:

$$-D\theta = I\frac{d^2\theta}{dt^2} \rightarrow \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{D}{I}\theta = 0 \qquad (۳)$$

با توجه به تشابه میان معادله اخیر و معادله حرکت نوسانی ساده خطی، زمان تناوب بدست می آید.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{D}} \qquad (۴)$$

اگر D را بدانیم و T را اندازه بگیریم، می توانیم گشتاوردورانی هرجسم صلب نوسان کننده را حول محوردوران، تعیین کنیم.

اگرI رابدانیم وT را اندازه بگیریم می توانیم ضریب بازگردان زاویه ای نمونه فنررا تعیین کنیم.

روش آزمایش

هرحرکتی که درفاصله های زمانی برابر تکرارشود حرکت تناوبی نامیده می شود.اگر ذره ای که حرکت تناوبی دارد روی مسیر واحدی رفت و برگشت کند، حرکت را نوسانی می نامیم. دراین آزمایش با استفاده ازحرکت نوسانی ساده چند جسم که عبارتند از

دیسک، استوانه توپر، استوانه توخالی و میله، گشتاورلختی آنها راحول محور نوسانشان بدست می آوریم. با توجه به رابطه (۴) اگرD معلوم باشد با اندازه گیری زمان تناوب حرکت نوسانی اجسام بوسیله شمارنده دیجیتال، I بدست می آید. پس ابتدا D فنر را بدست می آوریم برای اینکار ابتدا میله فلزی را روی محور فنر قرار داده، سپس نیروسنج را درفاصله دلخواه و معینی از محور (d) به میله متصل کنید.

حال بوسیله نیروسنج و بطورعمود برمیله، به میله نیرو وارد کرده و میله را تا زاویه های مختلف بچرخانید با عددی که نیروسنج درهربارنشان می دهد جدول زیر را پر کنید.

θ	
F	
$\tau = Fd$	

با رسم نمودار T برحسب θ، D که شیب خط است بدست می آید.

اکنون اجسام مختلف را روی محور فنر قرار دهید و زمان ۲۰ الی ۳۰ نوسان آنها را اندازه گرفته سپس با بدست آوردن زمان تناوب آنها گشتاور لختی هر کدام را با توجه به رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{D}}$ و یا $I = \frac{T^2 D}{4\pi^2}$ بدست آورید.