دستورکارآزمایش فنرمرتعش

هدف آزمایش: بررسی برهمنهی امواج طولی در فنر مرتعش و اندازه گیری سرعت انتشار در فنر

وسایل آزمایش: پایه زمینی بزرگ قابل تنظیم , بدنه ندرج دستگاه شامل: (موتور مولد موج , سیستم تعلیق موتور , فنر ارتعاشی , تکیه گاه ثابت , تکیه گاه متحرک وراهنمای مربوطه وسیم های رابط) , سیگنال ژنراتور جریان بالای فنر مرتعش

تئوری آزمایش

امواج ایستاده در فیزیک به برهمنهی دو موج که با بسامد، سرعت ودامنه یکسان در دو جهت مخالف حرکت می کنند اطلاق می شود، به عنوان مثال می توان از امواج صوتی و امواج منتشره در جامدات و مایعات نام برد. در امواج طولی هر ذره در راستای انتشار اندکی پیرامون وضعیت ایستای خود نوسان می کند، اگر موج در جهت $x+$منتشر شود و فاصله هر ذره نسبت به وضعیت ایستای خود u_x باشد خواهیم داشت:

$$u_x = A\sin(\omega t - kx + \phi) \qquad \textbf{(۱)}$$

که در آن A بیشینه حرکت نوسانی، ω بسامد زاویه ای، k عدد موج، ϕ فاز اولیه و x مکان ذره نسبت به مبدا انتخابی است که می تواند یک انتهای فنر درحال تعادل باشد.

برهمنهی امواج ایستاده فرض کنیم دو موج با معادلات زیر با یکدیگر در نقطه x تلاقی کنند.

$$u_{1x} = A_1 \sin(\omega_1 t - k_1 x)$$
$$u_{2x} = A_2 \sin(\omega_2 t + k_2 x)$$

وضعیت نوسانی نقطه x برابر با مجموع دو معادله فوق خواهد بود

$$u_x = A_1 \sin(\omega_1 t - k_1 x) + A_2 \sin(\omega_2 t + k_2 x) \quad \textbf{(۲)}$$

یکی از راه های ایجاد برهمنهی در امواج مختلف برهمنهی آنها با بازتابشان از موانع می باشد اگر این امواج به مانعی که چگالی آن کمتر از محیط انتشار موج است برخورد نمایند بازتاب آنها موجی مانند u_{2x} است که تنها تفاوت آن با u_{1x} در این است که راستای انتشار آن کاملا معکوس شده است، اما اگر چگالی مانع بیشتر از چگالی محیط انتشار باشد نه تنها راستای موج بازتابی معکوس می شود که فاز آن نیز به اندازه $\pm\pi$ تغییر می کند. در اینجا ما تنها حالت اول یعنی بازتاب از مانع سخت را درنظر می گیریم در این حالت داریم:

$$A_1 = A_2 \quad , \quad \omega_1 = \omega_2 \quad , \quad k_1 = k_2$$

بنابراین معادله (۲) به شکل زیر در می آید:

$$u_x = A\sin(\omega t - kx) + A\sin(\omega t + kx) = 2A\cos(kx)\sin(\omega t) \quad \textbf{(۳)}$$

رابطه فوق توصیف کننده یک موج ایستاده است که در آن هر نقطه دلخواه x دامنه ای برابر با $2A\cos(kx)$ دارد که با زمان به صورت $\sin(\omega t)$ تغییر می کند، با کمی دقت متوجه می شویم که نقاطی در محیط وجود دارند که دامنه نوسانی آنها همواره برابر صفر است یعنی هیچ نوسانی نمی کنند این نقاط برابرند با:

$$2A\cos(kx) = 0 \quad \Rightarrow \quad kx = (2m+1)\frac{\pi}{2} \quad , \quad m = 0,1,2,... \quad \textbf{(۴)}$$

این نقاط گره نامیده می شوند و فاصله هر دو گره متوالی (d) برابرست با:

$$kd = \pi \quad \Rightarrow \quad d = \frac{\lambda}{2} \quad \textbf{(۵)}$$

بنابراین d وابسته به طول موج است و با اندازه گیری آن می توان طول موج را بدست آورد از طرفی داریم:

$$v = f\lambda \quad \textbf{(۶)}$$
$$v = 2fd$$

که درآن v سرعت انتشار موج در محیط فنر و f بسامد است. بنابراین می توان با اندازه گیری فاصله هر دو گره متوالی سرعت انتشار موج در محیط را بدست آورد.

روش آزمایش

سیستم فنرمرتعش متشکل از یک مولد فرکانس با دامنه متغیر، یک نوسانگر و فنر تنظیم آن و فنر مرتعش است.

با استفاده از سیم های رابط مولد فرکانس را به نوسانگر متصل کنید، یک انتهای فنر مرتعش را به نوسانگر و سمت دیگر آن را به تکیه گاه ثابت متصل نمایید و به همین ترتیب فنر تنظیم را نیز به نوسانگر و تکیه گاه متحرک بالایی آن وصل کنید.فرکانس را برروی کمترین مقدار تنظیم کنید و مولد فرکانس را روشن نمایید چنانچه سیستم پایا نبود با جابجا کردن تکیه گاه متحرک پایینی آن را تنظیم کنید به نحوی که بتوانید گره ها را در طول فنر مشاهده نمایید، برای اندازه گیری d بهتر است فاصله دو

گره نامتوالی را اندازه گیری کرده وعدد بدست آمده را برتعداد بازه های بین این دو گره تقسیم نمایید. برای انجام این کار از شاخص ها استفاده نمایید.

درمرحله بعد طول فنرمرتعش را تغییر دهید اما بسامد را تغییر ندهید مجددا سیستم را طوری تنظیم کنید تا بتوانید درآن گره ها را مشاهده کنید، d را اندازه گیری کنید و سرعت را بدست آورید، این مرحله را باردیگر با طولی دیگر از فنر انجام دهید و سرعت را محاسبه کنید. بین سرعت های بدست آمده میانگین گیری کنید و سرعت بدست آمده را به عنوان سرعت انتشار موج طولی در فنر گزارش کنید. دقت شود در جریان انجام آزمایش، فنر کشیده تر نشود.آزمایش فوق را برای پنج بسامد مختلف تکرار نمایید آیا تغییری در سرعت بدست آمده مشاهده می کنید؟ علت را توضیح دهید.