دستور کار دستگاه آزمون ارتعاش پیچشی

SVT-300

شرکت طراحی مهندسی سنتام

تهیه و تنظیم : واحد پشتیبانی سنتام

www.santamco.com

SANTAM

ENG.DESIGN CO.LTD.

کارخانه:تهران کیلومتر ۵ جاده قدیم کرج،خیابان صنایع فلزی ، بلوار ۱۷شهریور،پرسی گاز شمالی،نبش کوچه وزین،پ۱۲

صندوق پستی : ۱۳۸۶۵/۴۳۶

تلفن: (۹۸۲۱+) ۶۶۸۰۶۳۹۷-۶۶۸۱۴۴۹۷-۶۶۸۱۴۴

فاکس:(۹۸۲۱+)۶۶۸۱۶۵۸۱

پست الکترونیک:info@santamco.com

وب سایت:www.santamco.com

(حق چاپ و کپی برداری محفوظ و مخصوص شرکت سنتام میباشد)

(فهرست)

بخشهای اصلی دستگاه ۴

مشخصات محاسباتی دستگاه ۶

آزمایش نخست ۷

آزمایش دوم ۱۱

مقدمه

نوسانات پیچشی در بعضی سیستم ها وجود دارد که گاهی نمی توان آن را نادیده گرفت لذا طراحی سازه ها و سیستم های دینامیکی که در آن ها نوسانات پیچشی وجود دارد باید با درنظر گرفتن سرعت های بحرانی و شرایط موجود انجام پذیرد. در این آزمایش نیز به دنبال بررسی و یافتن راهی جهت بدست آوردن ضرایب میراکننده و سرعت های بحرانی هستیم. دستگاه موجود برای این آزمایش شامل قسمت های مختلفی بوده که نوسانات پیچشی آزاد را به همراه میراکننده ویسکوز بررسی می نماید و نتایج را به ما می دهد.

بخشهای اصلی و شرح دستگاه

بخشهای اصلی دستگاه بشرح زیر میباشد:

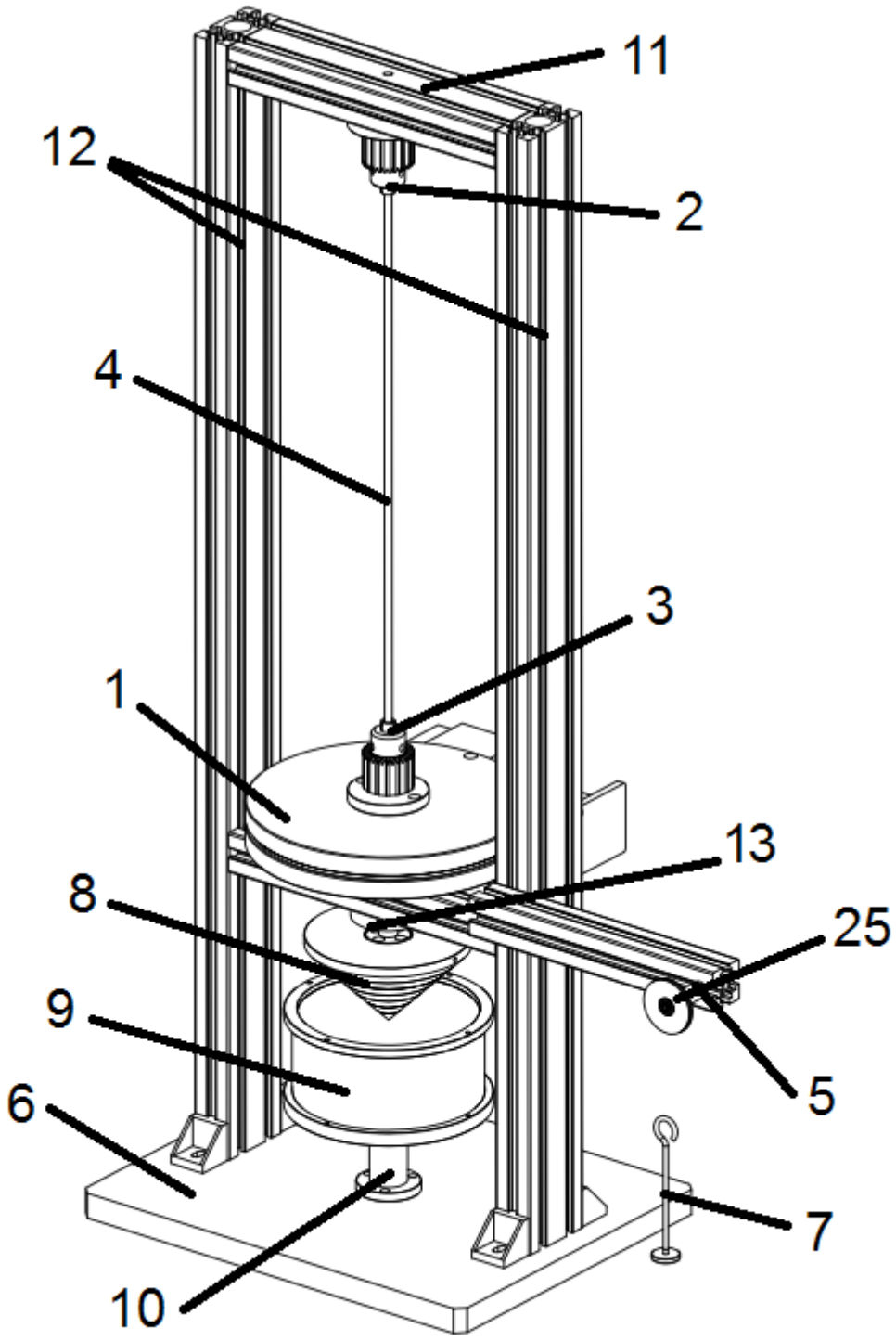
۱- فلایویل نوسان کننده
۲-سه نظام بالا
۳-سه نظام پایین
٤-نمونه پیچش
٥-مکانیزم آویز
٦-شاسی دستگاه
۷- آویز
۸-مخروط میراکننده
۹-کاسه روغن
۱۰-پیچ کاسه
۱۱-بلوک دستگاه
۱۲- پایه های دستگاه
۱۳-مهره ی اتصال دمپر
۱٤-نشیمنگاه توپی کاغذ
۱٥-میز رسم گراف
۱٦-نگهدارنده مداد

۱۷-فنر توپی کاغذ

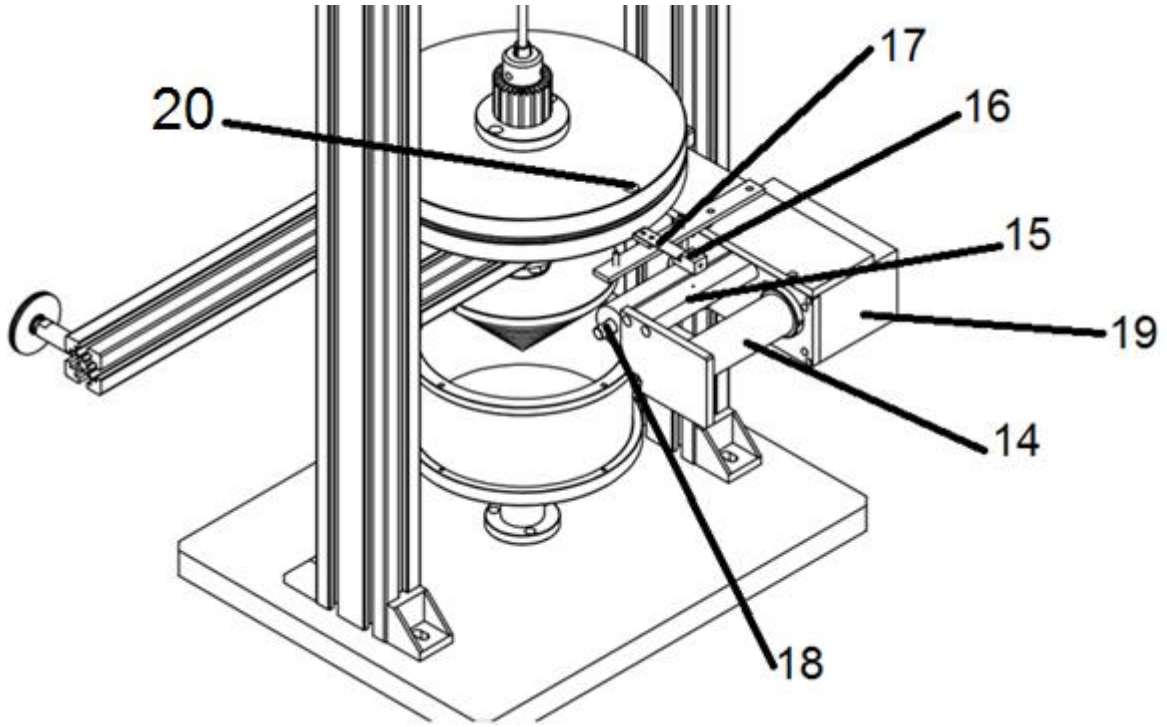
۱۸-غلطک کاغذ

۱۹-جعبه برق

۲۰- پین فلایویل



شکل ۱



شکل ۲

مشخصات محاسباتی دستگاه

۱- ممان اینرسی فلایویل = 4.6 Kg

۲-جرم بلوک بهمراه دمپر = 4.85 Kg

۳-ویسکوزیته سینماتیکی روغن دمپر= 64 Cst

٤-دانسیته روغن دمپر=900 Kg/m^3

٥-سرعت چرخش غلطک کاغذ = 10 rev/min

٦-قطر غلطک کاغذ = 40 mm

۷-زاویه مخروط = 45 درجه

۸-فاصله خطوط روی مخروطی = 12.5 mm

۹-قطر نمونه = با کولیس اندازه گیری شو

آزمایش نخست : تعیین ممان اینرسی دیسک دوار با سقوط وزنه

تئوری آزمون

روابط لازم برای محاسبه ممان اینرسی فلاویل بشرح پایین میباشد:

۱-رابطه سینماتیک برای جرمی که با شتاب a در جهت y در حرکت میباشد.

$$y = \frac{1}{2} * a * t^{2} \qquad (a)$$

وزنه ای متصل به طناب که با شتاب a جابجا میشود داریم :

$$m * g - T = m * a \quad \rightarrow T = m(g - a) \qquad (b)$$

محاسبه شتاب زاویه ای فلایویل α داریم:

$$a = \alpha * r \rightarrow \alpha = \frac{a}{r}$$

ممان اینرسی را میتوان از رابطه زیر بدست آورد ،که در آن :

$$\sum M_o = I_0 * \alpha \rightarrow T * r = I_0 * \alpha \rightarrow I_0 = \frac{T*r}{\alpha}$$

نکته: برای بدست آوردن دقیق K از رابطه بالا نیاز به اندازه گیری قطر مفتول فنر و قطر بیرونی فنر با استفاده از کولیس میباشد.

روش انجام آزمون:

نخست قرقره به شاسی دستگاه مطابق شکل زیر بسته میشود سپس با آچار سه نظام نمونه از روی سه نظامها باز شده و کنار گذاشته میشود . همچنین بخش قلم گیر ثبات میبایست بکمک پیچ مربوطه از روی فلایویل جدا گردد .در اینجا حلقه ریسمان بدور پین فلایویل انداخته شده و چند دور اطراف سطح جانبی فلایویل پیچانده میشود . حال سر دیگر ریسمان از روی قرقره وزنه میگذرد سپس وزنه ای بر روی آن اعمال میگردد . با توجه به قرار گیری دستگاه بر روی میز ، وزنه را از ارتفاعی مشخص رها کرده تا در اثر نیروی وزن خود باعث چرخش فلایویل گردد. در اینجا زمان رسیدن وزنه بر زمین

بوسیله یک کرنومتر ثبت میشود . لازم بذکر است در این آزمون مخروط هیچگونه تماسی با سطح روغن ندارد و کاملا بدون استهلاک ویسکوز میباشد.

با توجه به رابطه مقدار a بدست میآید که در آن y ارتفاع وزنه از زمین و t زمانیست که وزنه طول میکشد که توسط کورنومتر ثبت میگردد تا این ارتفاع را سقوط نماید.حال مقدار a در رابطه جایگذاری میگردد تا کشش ریسمان Tبدست آید .

M(kg)	F(N)	X(mm)	K تئوری	K عملی
۱				
۱.۵				
۲				
۲.۵				
۳				
۳.۵				
۴				

پرسشها:

۱- در صد خطا و اختلاف میان نتایج K تئوری و تجربی با توجه به گزارش جدول چقدر میباشد؟

۲-مقدار K تجربی و تئوری برای فنر بلند تر چقدر میباشد و نتیجه آن با فنر قبلی مقایسه گردد.

نحوه کار با ثبات:

به منظور رسم گراف نوسان نیاز است نخست یک عدد توپی کاغذ درون نشیمنگاه کاغذ نصب شود سپس زبانه کاغذ از روی میز گراف عبور داده میشود و با نوار چسب به سطح غلطک کاغذ چسبانده میشود.با این کار هنگام روشن شدن موتور، کاغذ بدور غلطک پیچیده شده و با یک سرعت خطی یکنواخت کاغذ نسبت به میز جابجا میشود.برای آنکه گراف نوسان رسم شود نیاز است که یک مداد بر روی بخش مداد گیر درست روبروی میز رسم دستگاه بسته شود .

برای انجام این کار نخست تیغه فنری مداد گیر کمی بکمک دست از سطح کاغذ دور شده و سپس پیچ مداد گیر بر روی مداد بسته میشود تا پس از رها کردن تیغه کمی فشار جهت تماس پیوسته مداد با سطح کاغذ بوجود آید.برای آغاز آزمون کلید موتور غلطک کاغذ زده میشود تا غلطک نوار کاغذ را به حرکت در آورد سپس با دست بلوک نوسان کننده بهمراه وزنه به سوی پایین کشیده میشود و رها میگردد .در نتیجه پس از رها سازی بلوک ،مداد دستگاه شروع به رسم گراف مینماید و بدلیل وجود اصطکاک پس از چند نوسان بلوک متوقف شده و گراف مربوطه به آن جرم پایان میابد(لازم بذکر است کلیه قطعات نامبرده در بالا در شکل۱ و ۲ معرفی کامل شده است).

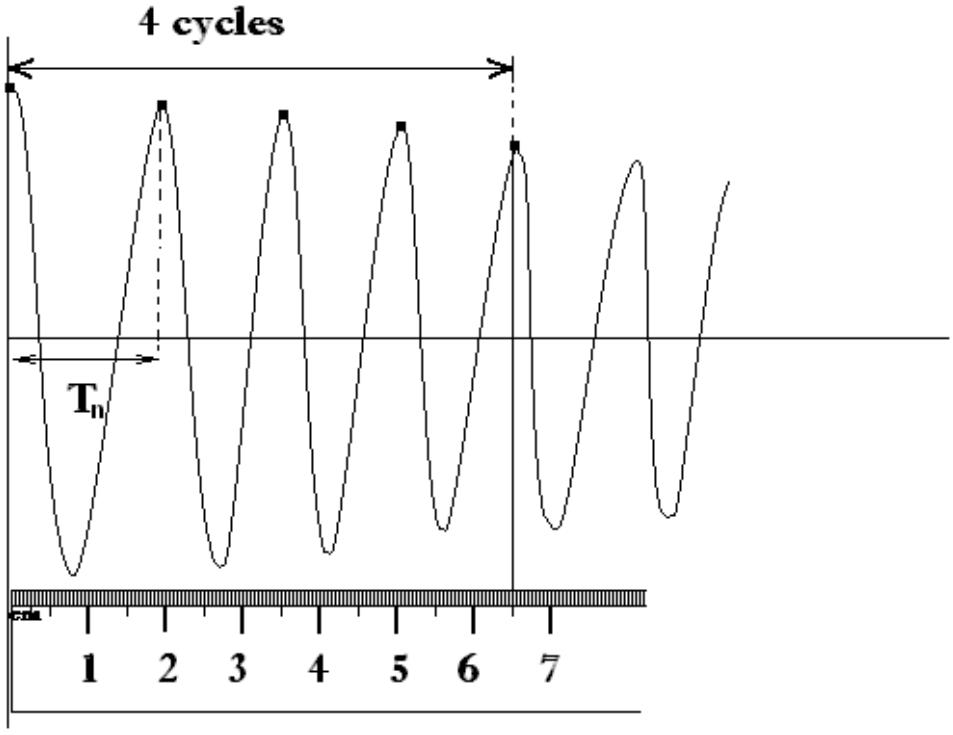
روش محاسبه فرکانس طبیعی تجربی:

با توجه به آنکه سرعت دورانی غلطک کاغذ ۱۰ دور بر دقیقه و قطر غلطک کاغذ ٤٠ میلیمتر میباشد . بنابراین سرعت خطی کاغذ میشود:

$$V = 2\pi * r * \omega \rightarrow V = 6.28 * 20 * 10/60 \rightarrow V = 20.93(\frac{mm}{s})$$

که در رابطه بالا r شعاع غلطک کاغذ به (mm) ،ω سرعت دورانی غلطک کاغذ (Rev/s)،V سرعت خطی (mm/s) میباشد.در این شرایط هر ۲۰.۹۳ میلیمتر بر روی کاغذ گراف معرف ۱ ثانیه از آزمون میباشد . بنابراین با شمارش تعداد نوسانات از روی کاغذ و اندازه گیری محور افقی گراف به میلیمتر میتوان فرکانس طبیعی را محاسبه نمود.

به عنوان مثال : یک وزنه مشخص بر روی بلوک قرار داده و با تحریک سیستم گرافی مطابق شکل٦ رسم میگردد.



شکل ۶

همانطور که از شکل مشخص میباشد اندازه ی ٤ سیلکل بر روی کاغذ گراف معادل ٦٥ میلیمتر میباشد .با توجه به آنکه هر ۲۰.۹۳ میلیمتر معادل یک ثانیه لذا دوره تناوب و فرکانس طبیعی تجربی برابر است با:

$$T_n = \frac{65/4}{20.93} = 0.78s$$

$$\omega_n = \frac{2\pi}{0.78s} = 8.09$$

پس از محاسبه فرکانس طبیعی تجربی برای هر جرم این مقادیر با مقادیرتئوری مقایسه شده و بصورت جدول پایین گزارش میگردد .

M(kg)	ω_nتجربی	ω_nتئوری
۱		
۱.۵		
۲		
۲.۵		
۳		
۳.۵		
۴		

پرسش ها

۱-درصد خطا میان فرکانس طبیعی تئوری و تجربی چقدر میباشد.

۲-دلایل اختلاف مقادیر تئوری و تجربی در چیست؟

۳-چرا با آنکه سیستم دمپر ندارد دچار افت دامنه میشود؟

آزمایش دوم

در ارتعاشات آزاد پیچشی با استهلاک ویسکوز انرژی در هر سیکل از سیستم خارج شده تا در نهایت نوسانگر از حرکت بایستد. بدین منظور میبایست به معادلات ارتعاش ویسکوز پارامتر $F=-c\dot{\theta}$ اضافه گردد. بنابراین خواهیم داشت:

معادله حرکت حاکم بر نوسانات پیچشی میله و روتور مخروطی مورد آزمایش به صورت زیر است:

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

که در آن I ممان اینرسی روتور مخروطی، c_t ضریب استهلاک پیچشی، k_t ثابت فنریت میله و θ نیز میزان زاویه چرخشی میله است.

رابطه نوسانات پیچشی را به صورت زیر نیز می توان نوشت:

$$\ddot{\theta} + 2\omega_n\dot{\theta} + k_t\zeta\theta = 0$$

در اینجا داریم:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k_t}{I}}$$

$$\zeta = \frac{c_t}{c_{tc}} = \frac{c_t}{2\sqrt{k_t I}}$$

با حل معادله نوسانی داریم:

$$\theta = Ce^{-\zeta\omega_n t}sin(\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n t + \gamma)$$

برای کاهش دامنه نوسانات که به صورت لگاریتمی است داریم:

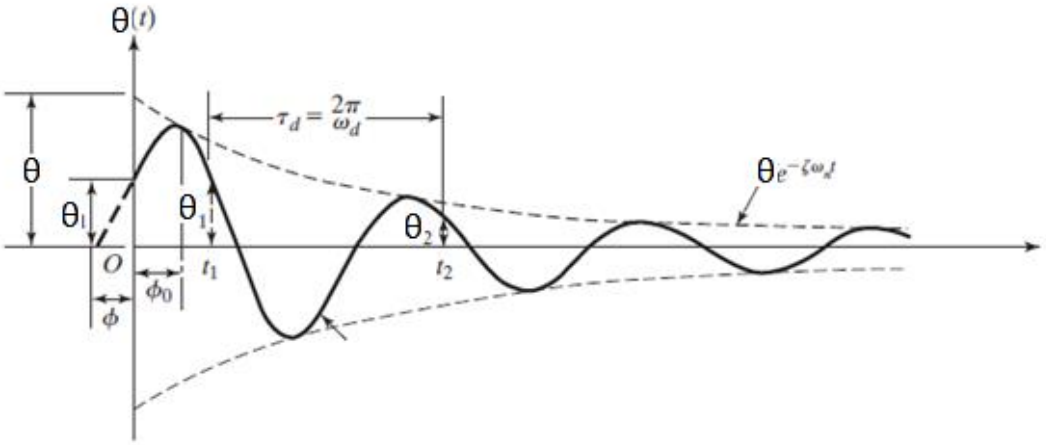
$$C_{\mathrm{t}} = 2\sqrt{km}$$

$$\xi = \frac{C}{C_{\mathrm{t}}}$$

با توجه به آنکه آزمایش برای حالت $\xi \geq 1$ میباشد، خواهیم داشت:

$$\theta(t) = \theta_0 e^{-\xi\omega_n \mathrm{t}}\cos(\sqrt{1-\xi^2}\,\omega_n t - \Phi)$$

$\omega_{d=}\sqrt{1-\xi^2}\omega_n$ و گراف مربوط مطابق شکل زیر میباشد که در این رابطه فرکانس میرایی بصورت تعریف میگردد .



شکل ۸

در این حالت برای دامنه های گراف خواهیم داشت:

$$\delta = \ln\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{2\pi}{\omega_d} * \frac{C}{2m}$$

برای محاسبه ی C تئوری یا همان ضریب دمپینگ مخروطی از رابطه (r) استفاده میشود که همانطوردر شکل ۹ میبینید α زاویه مخروط ،h ارتفاع فرو رفته در روغن و *پیستون و* μ ویسکوزیته روغن میباشد.

$$C = \frac{2\pi}{3}\mu\left[h^3\frac{\tan\alpha^3}{\cos\alpha}\right] \qquad (r)$$

در مرحله بعد موتور غلطک کاغذ با زدن کلید مستقر بر روی جعبه برق روشن شده و شروع به جمع کردن کاغذ مینماید سپس در این شرایط فلایویل مقداری پیچانده شده و رها میگردد. در نتیجه فلایویل نوسان کننده بدلیل اضافه شدن بخش دمپر در تعداد سیکل کمتر متوقف میگردد. هنگامی که تغییرات

دامنه نوسان ثابت شد حرکت دورانی غلطک کاغذ با زدن دکمه مربوطه متوقف شده و اپراتور با بریدن کاغذ گراف آن را از بخش رسم گراف بیرون میآورد.

برای بدست آوردن نسبت دامنه $\frac{x_1}{x_2}$ گراف نیاز است با استفاده از خط کش دامنه اول x_1 و دوم x_2 مطابق شکل از روی گراف بدست آمده اندازه گیری شود. همچنین مقدار فرکانس میرایی ω_{d} تجربی میبایست از روی گراف مانند روش محاسبه ω_n در دو آزمایش قبلی بدست آید تا در نهایت با جایگذاری در رابطه مقدار C تجربی بدست میآید.

لازم بذکر است بدلیل وجود هوا و اصطکاک در محیط میبایست مقدار کاهش دامنه در حالت بدون ویسکوز از دامنه گراف در حالت با ویسکوز لحاظ شود. در پایان میبایست مقدار C تئوری (طبق فرمول) با C عملی مطابق جدول پایین مقایسه شوند .

M(kg)	K(N/mm)	$x_1(\mathrm{mm})$	$x_2(\mathrm{mm})$	C تجربی	C عملی

پرسشها

۱-اختلاف و در صد خطا مقدار تئوری C و عملی C چقدر میباشد؟

۲-دلایل تفاوت نتایج را ذکر کنید؟