به نام خدا

آزمایش چهارم: پیچش

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
- وسایل انجام آزمایش
- دستگاه آزمایش
- روش انجام آزمایش
- جدول داده های آزمایش و مقادیر تئوری
- رسم منحنی‌های تجربی و تئوری
- خواسته‌های آزمایش
- روش گزارش‌کار نویسی

اهداف آزمایش

- تأیید قوانین پیچش و به دست آوردن ضریب ارتجاعی برشی نمونه آزمایش
- محاسبه تنش برشی ماکزیمم

تئوری آزمایش

- **تنش برشی الاستیک:**

تنش برشی الاستیک اعمال شده در یک قطعه، در اثر پیچش خالص را می‌توان با استفاده از رابطه زیر به دست آورد:

$$\tau = \frac{Tc}{J}$$

- **زاویه پیچش در محدوده الاستیک:**

در محدوده الاستیک، رابطه زاویه پیچشی در قطعه تحت پیچش به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\varphi = \frac{T.L}{G.J}$$

در روابط فوق T گشتاور پیچشی، G مدول برشی، L طول قطعه در حال پیچش و J گشتاور اینرسی قطبی سطح می‌باشد.

تئوری آزمایش

برای یک نمونه مشخص توسط این رابطه می‌توان مقدار G را به صورت زیر استخراج نمود:

$$G = \frac{\Delta T}{\Delta \varphi}\left(\frac{L}{J}\right)\left(\frac{180}{\pi}\right)$$

با فرض آنکه φ بر حسب درجه سنجیده می‌شود در این رابطه $\frac{\Delta T}{\Delta \varphi}$ معرف شیب منحنی $T - \varphi$ در محدوده رفتار ارتجاعی می‌باشد. بنابراین، می‌توان نوشت:

مدول ارتجاعی برشی = شیب منحنی (گشتاور پیچشی – زاویه) * L/J * ۵۷.۲۹۶

وسایل انجام آزمایش

- تراز
- نیروسنج
- جعبه دنده
- اهرم سفت کننده
- صفحه مدرج برحسب درجه
- نمونه استاندارد آزمایش پیچش

نمونه آزمایشگاهی

شکل ۱: انواع نمونه های استفاده شده در آزمایش پیچش

وسایل انجام آزمایش

شکل ۲: معرفی وسایل آزمایش

روش انجام آزمایش

ابتدا جنس و ابعاد نمونه آزمایش را یادداشت نمایید و سپس دو سر نمونه را در گیره‌های دو نظام قرار دهید. به کمک آچار مخصوص دو نظام، دو انتهای نمونه را در فک محکم کنید. نیروسنج و زاویه‌سنج را روی صفر تنظیم کنید. اکنون با گرداندن چرخ بارگذاری، نمونه را به اندازه ۰/۵ درجه بپیچانید. پس از اینکه نمونه پیچیده شد، تراز از حالت افقی خارج می‌شود. با استفاده از پیچی که در بالای نیروسنج قرار گرفته است تراز را به حالت افقی برگردانید. سپس مقدار نیروی نشان داده شده توسط نیروسنج را یادداشت کرده و مجددا نیروسنج را روی صفر تنظیم کنید. این عدد همان تغییرات نیرو می‌باشد. مجددا چرخ بارگذاری را چرخانده و تراز را به حالت افقی تنظیم کنید و تغییرات نیرو را بخوانید. این عمل را تا زمانی که زاویه پیچش به ۱۰ درجه برسد تکرار کنید. واضح است جسم تا گشتاور معینی حالت ارتجاعی خود را حفظ می‌کند و اگر گشتاور وارده از آن حد گذشت جسم نیز از حالت ارتجاعی خارج شده و خمیری خواهد شد. در این صورت با گرداندن چرخ تغییرات زیادی در نیرو ایجاد نمی‌شود. که به معنی ورود جسم به ناحیه پلاستیک است. در این حالت نیروسنج را به طرف مقابل بسته و در خلاف جهت چرخ بارگذاری را بچرخانید تا زاویه مجددا به صفر برسد. در ادامه به چرخش چرخ بارگذاری ادامه دهید تا نمونه شکسته شود.

محاسبه مقادیر تئوری

طبق آن چه در تئوری آزمایش بدست آورده شد، فرمول لازم برای محاسبه مقادیر تئوری هر مرحله عبارتند از:

$$G = \frac{\Delta T}{\Delta \varphi}\left(\frac{L}{J}\right)\left(\frac{180}{\pi}\right)$$

- **توجه**: اگر با افزایش زاویه تغییرات نیرو ثابت باشد می‌توان تشخیص داد جسم در حالت الاستیک است. اما چنانچه با افزایش زاویه تغییرات نیرو به تدریج کم شود به معنای این است که نمونه آرام آرام در حال ورود به ناحیه پلاستیک است. بنابراین، نتایج ثبت شده در این حالت برای محاسبه مدول صلبیت قابل استفاده نیست.

محاسبه درصد خطای آزمایشگاهی

نحوه محاسبه درصد خطای آزمایشگاهی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{درصد خطای آزمایشگاهی} = \frac{\text{مقدار عملی} - \text{مقدار تئوری}}{\text{مقدار تئوری}} \times 100$$

جدول داده‌های آزمایش و نتایج تئوری

$$J = \frac{\pi}{32} d^4 \qquad G = \frac{\Delta T}{\Delta \varphi}\left(\frac{L}{J}\right)\left(\frac{180}{\pi}\right) \qquad \tau = \frac{Tc}{J}$$

مرحله اول: افزایش زاویه تا ۱۰ درجه

$G = 37\ \text{GPa}, L = 40\ \text{mm}, d = 6\ \text{mm}, a = 123\ \text{mm}$

$\Delta\varphi$	φ	ΔF (kg)	ΔF (N)	ΔT (N.mm)	G (Gpa)	T (N.mm)	τ_{max} (MPa)
۰.۵	۰			-	-	0	0
	۰.۵			985	35.48	985	23.22
	۱			985	35.48	1970	46.44
	۱.۵			985	35.48	2955	69.67
	۲			985	35.48	3940	92.89
	۲.۵			985	35.48	4925	116.12
	۳			985	35.48	5910	139.34
	۳.۵			985	35.48	6895	162.57
	۴			985	35.48	7880	185.79

جدول داده‌های آزمایش و نتایج تئوری

$\Delta\varphi$	φ	ΔF (kg)	ΔF (N)	ΔT (N.m)	G (Gpa)	T (N.m)	$\tau\ (\frac{N}{m^2})$
۰.۵	۴.۵			593	-	8473	-
	۵			317	-	8790	-
	۵.۵			275	-	9065	-
	۶			216	-	9281	-
	۶.۵			137	-	9418	-
	۷			91	-	9509	-
	۷.۵			77	-	9586	-
	۸			77	-	9663	-
	۸.۵			69	-	9732	-
	۹			49	-	9781	-
	۹.۵			46	-	9827	-
	۱۰			44	-	9871	-

جدول داده‌های آزمایش و نتایج تئوری

مرحله دوم: کاهش زاویه تا ۰ درجه

$\Delta\varphi$	φ	ΔF (kg)	ΔF (N)	G (Gpa)	ΔT (N.m)	T (N.m)
-۰.۵	۹.۵				-985	8886
	۹				-983	7903
	۸.۵				-985	6918
	۸				-985	5933
	۷.۵				-985	4948
	۷				-985	3963
	۶.۵				-985	2978

جدول داده‌های آزمایش و نتایج تئوری

$\Delta\varphi$	φ	ΔF (kg)	ΔF (N)	G (Gpa)	ΔT (N.m)	T (N.m)
۰.۵-	۶				-985	1993
	۵.۵				-985	1008
	۵				-985	23
	۴.۵				-985	-962
	۴				-985	-1947
	۳.۵				-985	-2932
	۳				-985	-3917
	۲.۵				-985	-4902
	۲				-985	-5887
	۱.۵			-	-892	-6779
	۱			-	-535	-7314
	۰.۵			-	-350	-7664
	۰			-	-342	-8006

خواسته های آزمایش

- **پس از انجام این آزمایش مطلوب است:**

۱- تکمیل جداول داده‌های آزمایش و نتایج تئوری

۲- ترسیم منحنی گشتاور بر حسب زاویه پیچش

۳- محاسبه مدول صلبیت با استفاده از منحنی قبل

۴- محاسبه ضریب ارتجاعی برشی با استفاده از جداول و مقایسه با مقدار اصلی

روش گزارش کار نویسی

- **گزارش کار باید شامل بخش های زیر باشد:**

۱- صفحه اول: عنوان آزمایش، شماره آزمایش، تاریخ انجام آزمایش

۲- صفحه دوم: فهرست مطالب

۳- سایر صفحات: اهداف آزمایش، تئوری آزمایش، وسایل انجام آزمایش، روش انجام آزمایش، ثبت نتایج، ترسیم منحنی‌های خواسته شده، محاسبه درصد خطا، بررسی عوامل خطا، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

گروه آموزشی فتحی

توماس ادیسون:

بسیاری از ناکامی‌ها ناشی از این است که هنگام تسلیم شدن نمی‌دانید که تا چه حد به موفقیت نزدیکید.