



راهنمای دستگاه پیچش پلاستیک (STS – 50)

شرکت طراحی مهندسی سنتام

تهیه و تنظیم: واحد پشتیبانی

پاییز ۱۳۹۴

www.santamco.com

معرفی شرکت

شرکت سنتام ، عرضه کننده دستگاه تست پیچش پلاستیک، یکی از معتبرترین شرکت های فنی و مهندسی در سطح ایران و عرصه ملی است که تولیدات خود را به بازارهای معتبر جهانی نیز عرضه نموده است. این شرکت پس از جوابگویی کامل به نیاز صنایع مادر در ایران ، از جمله صنایع لاستیک ، پلاستیک و متالوژی و چرم و همچنین صنایع ترکیبی مانند خودروسازی ، صنایع بسته بندی و کابل سازی و تجهیز مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی درصدد برآوردن احتیاجات فنی آزمایشگاهی و تحقیقاتی دیگر کشورهای متقاضی نیز می باشد .

خط مشی شرکت سنتام ، طراحی و تولید دستگاه های مربوط به تست خواص مکانیکی مواد می باشد که در کنار آن نسبت به طراحی و عرضه دیگر دستگاه های مورد نیاز در لابراتورها و آزمایشگاه های فنی و کارخانجات و دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی همواره پیشرو بوده و هست .

از مهمترین تولیدات شرکت سنتام که کلیه مراحل تحقیقاتی ، طراحی و ساخت آن در ایران و توسط متخصصین و کادر ورزیده و مجرب این شرکت انجام گرفته می توان به دستگاه های ذیل اشاره نمود:

۱. تست کشش و فشار (Tensile & Compression) با تناژهای مختلف از ۵۰۰ کیلوگرم تا ۲۰۰

تن (دارای انواع مختلف سرو و الکتریکال و هیدرولیک)

۲. رئومتر (Rheometer) برابر با استاندارد های ASTM و قابل قیاس با نتایج ODR 2000

مونسانتو ALHPHA 2000

۳. تست جهندگی (Resilience)

۴. تست خستگی (Fatigue)

۵. تست پیچش و تابندگی (Torsion & Twist)

۶. تست چسبندگی یا ویسکوزیته (Viscometer)

۷. تست خزش و رهایش (Creep & Relaxation)

۸. تست ضربه (Impact)

۹. تست سایش (Abrasion)

۱۰. تست اندیس جریان مذاب (MFI)

۱۱. سختی سنج (Hardness)

۱۲. دستگاه های تجهیز آزمایشگاه مقاومت مصالح

و تعداد زیادی تولیدات دیگر در زمینه بررسی و اثبات قوانین فیزیک دینامیک جهت دانشگاهها و مراکز آموزشی.

فهرست

۴	(۱) هدف کلی آزمایش.....
۴	(۲) شرح دستگاه.....
۵	(۳) آزمایش ۱.....
۶	(۴) آزمایش ۲.....
۶	(۵) آزمایش ۳.....
۶	(۵-۱) تئوری آزمایش.....
۸	(۶) معیارهای مختلف برای شروع منطقه پلاستیک.....
۸	(۶-۱) روش ترسکا.....
۸	(۶-۲) روش ون میسز.....
۱۰	(۷) نمونه اطلاعات یک آزمایش انجام شده.....

مقدمه

در این آزمایش به دنبال یافتن ویژگی های ماده در ناحیه پلاستیک هستیم، در این ناحیه که بعد از عبور از ناحیه الاستیک ماده شاهد آن هستیم خواهیم دید که روابط خطی حاکم در الاستیک دیگر برای ناحیه پلاستیک صادق نخواهد بود. در این آزمایش با اعمال گشتاورهای پیچشی متفاوت زاویه چرخشی ماده را به دست می آوریم و نمودارهای مربوط به آن را رسم می نماییم.

(۱) هدف کلی آزمایش : بررسی رابطه بین گشتاور پیچشی و زاویه پیچش و محاسبه مدول برشی

(۲) شرح دستگاه :

دستگاه از دو فک یکی ثابت و یکی متحرک ، یک جعبه دنده ۱/۶۰ جهت اعمال گشتاور ، دو نقاله جهت سنجش مقدار زاویه پیچش ، یک گشتاور سنج و یک سیستم متعادل کننده تشکیل شده است . نمونه آزمایش بین دو فک قرار گرفته و گشتاور اعمالی باعث تغییر زاویه نمونه آزمایش و گشتاور سنج می شود . مقدار تغییر زاویه گشتاور سنج از حالت اولیه به کمک فلکه سمت راست دستگاه قابل تصحیح است . بدین ترتیب تغییر زاویه نمونه آزمایش به کمک نقاله ها با دقت 0.1 درجه قابل خواندن خواهد بود .

در زیر نمای کلی دستگاه آورده شده است.



شکل ۱ : نمای کلی از دستگاه

۳) آزمایش ۱ :

نمونه ها را بعد از اندازه گیری قطر و طول موثر آنها ، بدستگاه متصل کنید . به کمک پیچ تنظیم صفر ، گشتاور سنج را صفر کنید . قاب ساعت سیستم متعادل کننده را بچرخانید تا عقربه ساعت روی عدد صفر تنظیم شود . با چرخاندن فلکه جعبه دنده گشتاور را اعمال کرده و مقادیر M و $\emptyset$ را یادداشت نمائید . جدول زیر را تکمیل کنید .

نمونه فولادی

گشتاور M	2 N.m	4 N.m	8 N.m	10 N.m
$\emptyset$ تجربی				
$\emptyset$ تئوری				

جدول ۱

همین آزمایش را برای نمونه های مختلف با جنسهای متفاوت تکرار نموده و جدول زیر را کامل کنید .

	M N.m	τ	$\emptyset$	مدول برشی		تنشهای اصلی		
				G	G_m	σ_1	σ_2	
برنج	2							
	4							
	6							
آلومینیوم	1.5							
	3							
	4.5							

جدول ۲

سوال ۱- با توجه به رابطه بین تنشهای اصلی و τ در پیچش ، رابطه بین γ و E و G را بدست آورید ؟

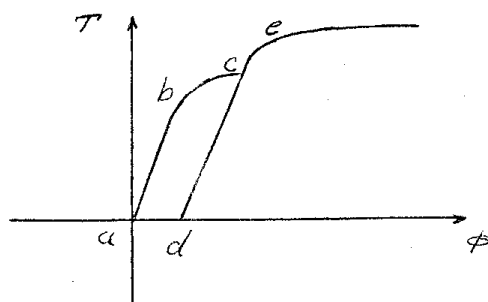
سوال ۲- برای یکی از حالات فوق دایره موهر رسم نموده و از روی آن تنشهای اصلی و جهات آنرا تعیین کنید ؟

سوال ۳- منحنی τ در مقابل γ را برای فولاد رسم کنید ؟

۴) آزمایش ۲ :

هدف آزمایش : بررسی تنش باقیمانده و رسم منحنی آن

روش آزمایش : پس از اندازه گیری قطر و طول مؤثر نمونه ، آنرا بین فکهای دستگاه قرار دهید و بتدریج شروع به اعمال گشتاور نمائید . گشتاور را تا حدی اضافه کنید که به خط گشتاور ثابت برسید . مطابق شکل زیر از منطقه الاستیک ab به منطقه پلاستیک bc رسیدیم . اکنون بار وارده را از جسم بر می داریم تا به نقطه d برسیم . مقدار کرنش پیچشی باقیمانده برابر ad می باشد .



شکل ۲: نمودار تنش-کرنش برشی

سوال ۴- مقدار زاویه پیچشی باقیمانده را برای شعاع خارجی میله بدست آورید ؟

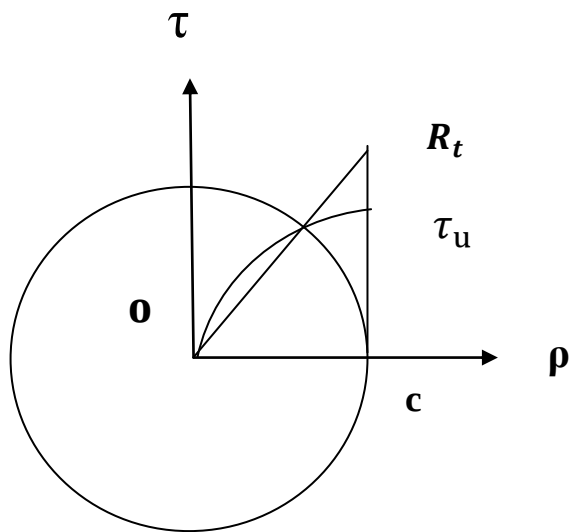
سوال ۵- مقدار G را برای منطقه ab و cd بدست آورده و با هم مقایسه کنید ؟ توضیح دهید که چرا این دو خط با هم موازی هستند ؟

۵) آزمایش ۳ : (ادامه آزمایش ۲)

هدف آزمایش : بررسی تنش تسلیم در جسم تحت پیچش

با اضافه کردن گشتاور مقادیر θ و T را ثبت کنید تا جایی که نمونه گسیخته شود .

۵-۱) تئوری آزمایش : هنگامی که به منطقه پلاستیک می رسیم یعنی در قسمتی از محور که از مقاومت تسلیم تجاوز گردد یا ماده ی به کار رفته ماده ای ترد با نمودار تنش-کرنش برشی غیرخطی باشد، روابط خطی پیچش اعتبار خود را از دست می دهند. که در شکل زیر حالت غیر خطی منحنی را شاهد هستیم.



شکل ۳: منحنی تنش برشی-شعاع

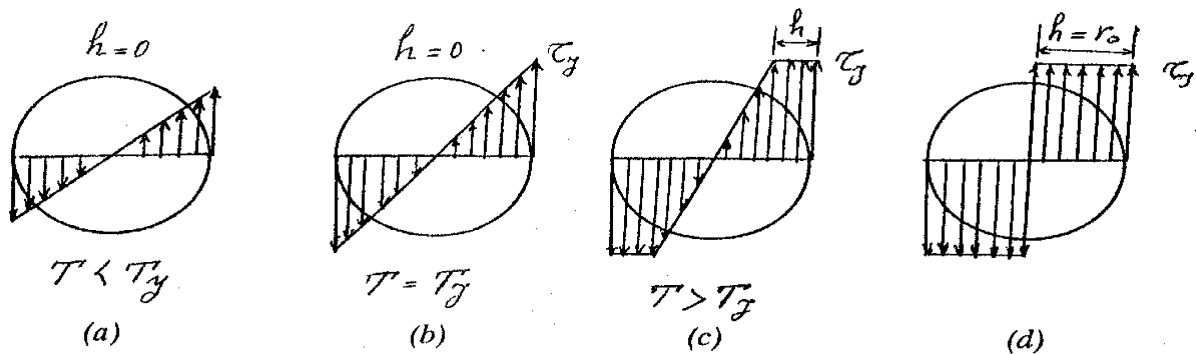
مساحت زیر هر دو منحنی برابر می باشند.

در شکل بالا می توان دید که مدول گسیختگی R_t همیشه بزرگ تر از تنش برشی نهایی واقعی τ_u است.

با در نظر گرفتن حالت ایده آل یک محور دایروی ساخته شده از ماده الاستیک پلاستیک منحنی جسم را به شکل زیر در نظر می گیریم. این منحنی برای اجسام Elastic-Perfectly Plastic صادق است. یعنی مقاومت زیادی بعد از نقطه تسلیم از خود نشان نمی دهند.

اگر قسمتی از جسم (حد فاصل r_0 تا r_y) وارد منطقه پلاستیک شده باشد، خواهیم داشت:

$0 < r < r_y$	منطقه الاستیک	$\tau = \tau_y \frac{r}{r_y}$
$r_y < r < r_0$	منطقه پلاستیک	$\tau = \tau_y$



شکل ۴: نمایش تنش بر حسب شعاع برای اجسام Elastic-Perfectly Plastic

با در نظر گرفتن گشتاور اعمال شده با تنشهای داخلی ایجاد شده ، داریم :

$$T = \int_{r_0}^{r_y} r \left(\frac{r}{r_y} \tau_y \right) 2\pi r dr + \int_{r_y}^{r_0} r \tau_y 2\pi r dr$$

$$T = \frac{2}{3} \pi \tau r_0^3 \left[1 - \frac{1}{4} \left(\frac{r_y}{r_0} \right)^3 \right]$$

با توجه به روابط فوق داریم :

$$T = \frac{4}{3} T_y \left[1 - \frac{1}{4} \left(\frac{r_y}{r_0} \right)^3 \right]$$

سوال ۶- رابطه فوق را با توجه به روابط قبلی و فرمولهای اساسی پیچش استخراج نمائید ؟

سوال ۷- در مقابل چه مقدار از T تمام جسم وارد منطقه پلاستیک می شود ؟

سوال ۸- منحنی T و Ø را برای آزمایش ۲ و ۳ رسم نمائید ؟

۶) معیارهای مختلف برای شروع منطقه پلاستیک

۱-۶) روش ترسکا (Terasca) : بیان می کند که هرگاه $\frac{\sigma_y}{2} = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$ باشد ، جسم وارد منطقه پلاستیک می شود .

$\sigma_{\max}$ و $\sigma_{\min}$ مقدار تنشهای اصلی و σ_y نقطه تسلیم در آزمایش کشش است .

۲-۶) روش ون میسز (Von Mises) : که شرط ورود جسم به منطقه پلاستیک را رابطه زیر می داند .

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

که σ_1 و σ_2 و σ_3 تنشهای اصلی هستند .

با توجه به این دو رابطه داریم :

$$\tau = 0.5 \sigma_y \quad \text{روش ترسکا}$$

$$\tau = 0.577 \sigma_y \quad \text{روش ون میسز}$$

که بیانگر حد تنش برای ورود به منطقه پلاستیک می باشد .

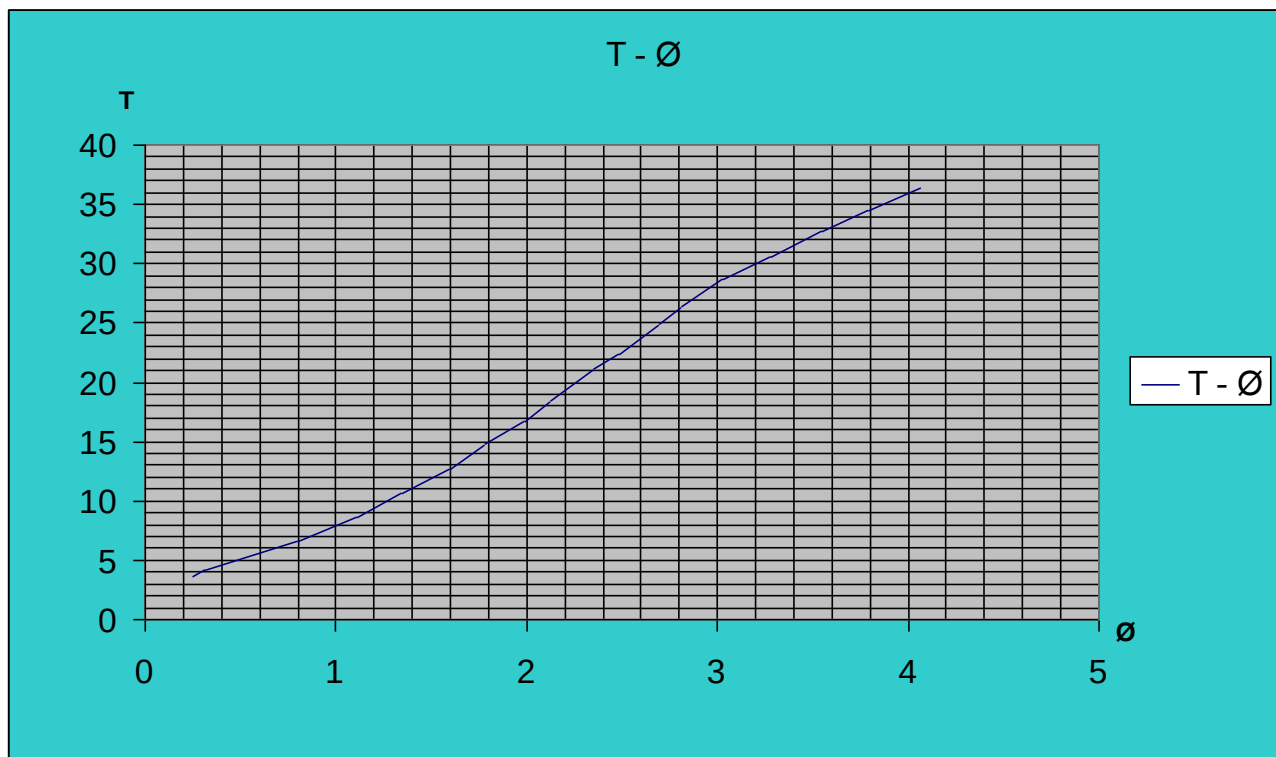
سوال ۹- درمورد روشهای الف و ب و اساس معیارهای فوق توضیح دهید و همچنین روابط $\tau = 0.5 \sigma_y$ و $\tau = 0.577 \sigma_y$ را بدست آورید .

سوال ۱۰- از روی منحنی T- $\emptyset$ مقادیر T_y و $\emptyset_y$ را بدست آورید و از آنجا τ_y را محاسبه کنید و با مقادیر بدست آمده از روشهای تئوری (ترسکا و ون میسز) مقایسه نمائید ؟ (از نتایج آزمایش کشش و یا کتب برای σ_y استفاده کنید .)

۷) نمونه اطلاعات یک آزمایش انجام شده

جدول و نمودار شقی (stiffness) دستگاه پیچش پلاستیک :

T	$\emptyset$
3.6	0.25
4.2	0.32
6.6	0.8
8.6	1.11
10.7	1.35
12.7	1.6
14.8	1.78
16.7	1.99
18.5	2.13
21.1	2.35
22.3	2.49
24.9	2.7
26.4	2.81
28.7	3.03
30.6	3.28
32.7	3.55
34.5	3.79
36.4	4.07



شرایط نگهداری دستگاه :

درجه حرارت مناسب (15°C تا 40°C)

رطوبت 90° تا 10° بدون تقطیر

حتماً در جای مسقف قرار گیرد و از بارش باران و برف محافظت شده باشد .

عدم وجود گرد و غبار

عدم تابش مستقیم نور خورشید

عدم رطوبت زیاد و محیط خورنده

عدم وجود باد