

فصل دهم

مقاومت برشی و

مقاومت در برابر ضربه



پیش آزمون



۱- به نظر شما مقدار مقاومت برشی در حالت موازی الیاف بیشتر است یا در حالت عمود بر الیاف؟

.....
.....
.....

۲- بر قیده‌های صندلی و قید میز ناهارخوری در محل اتصال با پایه‌ها چه نیرویی وارد می‌شود؟

الف- برشی ب- کششی ج- کشش موازی الیاف د- کشش عمود بر الیاف
۳- کدام یک از اجزاء زیر در معرض ضربه قرار دارند؟
الف- پایه صندلی ب- چوب گلف ج- صفحه میز د- قید صندلی



سؤال همراه با جواب

با توجه شکل ۱-۱۰ که نشان دهنده نمونه‌های شکسته شده پس از آزمایش برش موازی الیاف می‌باشد توضیح دهید هنگام برش چوب در جهت مذکور، چه اتفاقی می‌افتد؟

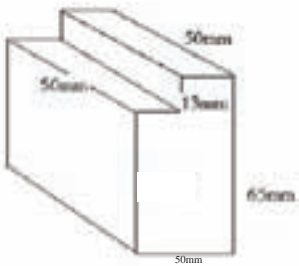


شکل ۱-۱۰

در این نوع برش الیاف از کنار یکدیگر جدا شده و شکست ایجاد می‌شود. به بیان دیگر یک قسمت از نمونه از مقابل قسمت دیگر می‌لغزد و جدا می‌شود.



شکل ۱-۲ (الف)



شکل ۱-۲ (ب)



شکل ۱-۲ (پ)، نمونه در حال انجام آزمایش برش موازی الیاف

۱-۱۰- روش اندازه گیری مقاومت برش موازی الیاف:

برای اندازه‌گیری این مقاومت از نمونه نشان داده شده در (شکل ۱-۲ الف، ب و پ) استفاده می‌شود. برای ساخت این نمونه به قطعه چوبی به ابعاد $۶۳ \times ۵۰ \times ۵۰$ میلی‌متر که جهت الیاف آن کاملاً موازی جهت طولی باشد، نیاز است، جهت تکمیل شکل نهایی نمونه لازم است از یک طرف نمونه، پله‌ای به ارتفاع ۱۳ میلی‌متر جدا (بریده) شود.



مسئله ۱-۱۰

اطلاعات جدول ۱-۱۰ حاصل آزمایش‌های مقاومت برش موازی الیاف گونه‌های مختلف چوبی است، مقاومت (تنش) هر نمونه را برحسب (N/m^2 یا Pa) یا (N/mm^2 یا Mpa) محاسبه نمایید.

مثال حل شده

گونه چوبی: چنار

حداکثر نیروی وارد شده به نمونه (N): ۲۳۰۶۰

سطح مقطع برش خورده (mm^2): ۱۵۲۰

$$F = 23060 N \quad \text{مقاومت (تنش) برشی} = \frac{F}{A}$$
$$A = 1520 mm^2 \quad \text{مقاومت (تنش) برشی} = \frac{23060 N}{1520 mm^2}$$

$$\text{مقاومت (تنش) برشی} = 15/17 Mpa = 15/17 \times 10^6 pa$$

جدول ۱-۱۰			
ردیف	نام گونه	حداکثر نیروی وارد شده به نمونه (نیوتن)	سطح مقطع برش خورده (میلی متر مربع)
۱	راش	۴۳۳۰۰	۶۲۵
۲	راش	۳۱۳۷۰	۶۴۳
۳	راش	۳۰۲۸۰	۶۴۳
۴	نوئل	۲۶۳۵۰	۶۵۰
۵	نوئل	۳۲۲۵۰	۶۲۵
۶	صنوبر	۲۰۴۷۰	۶۷۶
۷	صنوبر	۲۳۱۹۰	۶۷۶
۸	ممرز	۲۷۴۲۰	۶۰۰
۹	ممرز	۲۵۶۷۰	۶۵۰
۱۰	ممرز	۴۴۴۲۰	۶۱۲
۱۱	ممرز	۳۹۴۱۰	۶۴۷/۷
۱۲	چنار	۳۰۸۲۰	۶۴۰



شکل ۳-۱۰ (الف)



شکل ۳-۱۰ (ب)



شکل ۳-۱۰ (پ)

سؤال



(شکل ۳-۱۰ الف، ب و پ) نشان دهنده نمونه‌هایی که در معرض برش عمود بر الیاف قرار گرفته‌اند می‌باشد، شما این شکل شکست را چگونه تشریح می‌کنید؟

.....

.....

.....

.....



بیشتر بدانیم ۱

جدول ۱-۱۰، مقایسه مقاومت برشی موازی الیاف چوب با مواد دیگر

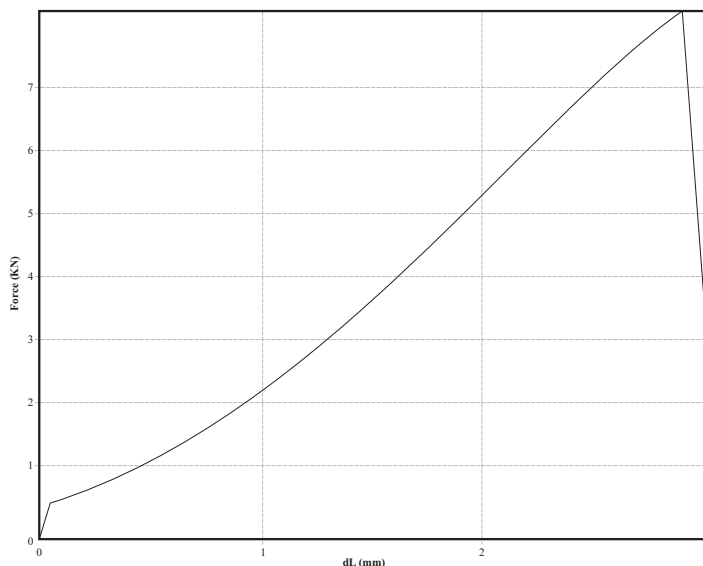
جدول ۲-۱۰- مقایسه مقاومت برشی موازی الیاف چوب با مواد دیگر

ردیف	ماده	مقاومت برشی (N/mm^2 یا M/Pa)
۱	چوب دوگلاس	۷/۶
۲	چوب صنوبر	۷/۶
۳	چوب کاج زرد	۷/۶
۴	چوب بلوط سفید	۱۳/۸
۵	چوب گردو	۱۶/۵
۶	چوب سرخدار	۶/۲
۷	نوعی پلاستیک	۴۰
۸	گرانیت	۳۵
۹	مرمر	۲۸

مسئله ۲-۱۰



(نمودارهای ۱۰-۴ تا ۱۰-۸) نتیجه آزمایش مقاومت برش موازی الیاف نمونه‌های چوب نوئل می‌باشند، میانگین مقاومت برشی این چوب با توجه به این نمودارها چند N/mm^2 است؟

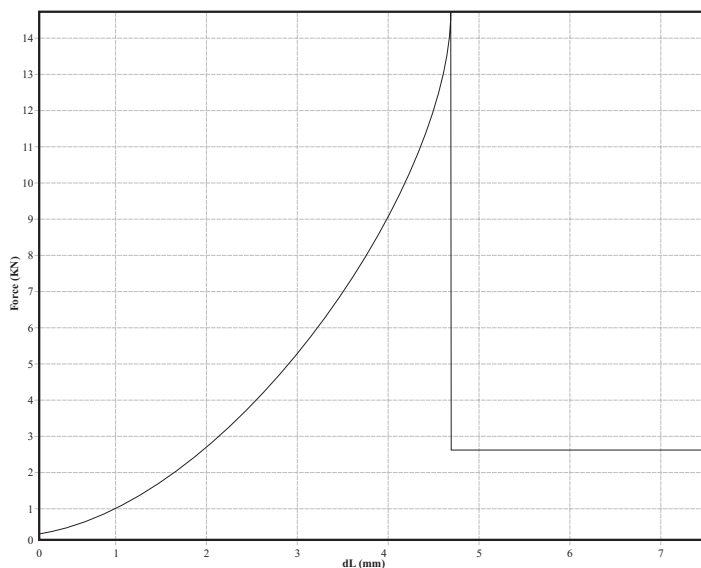


نمودار ۱۰-۴ (مقطع برش خورده ۳۰۰ میلی متر مربع)

$$F = 8000 \text{ N}$$

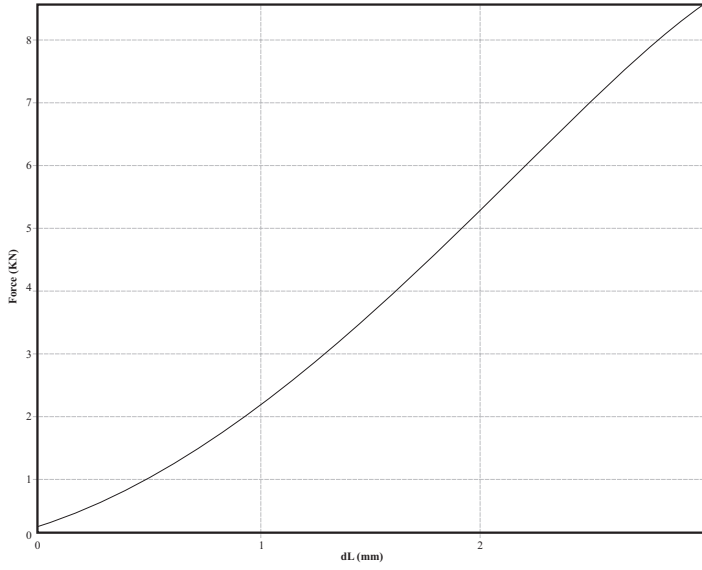
$$A = 300 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{مقاومت برشی} &= \frac{F}{A} \\ \text{مقاومت برشی} &= \frac{8000 \text{ N}}{300 \text{ mm}^2} \\ \text{مقاومت برشی} &= 26.67 \text{ MPa} \end{aligned}$$



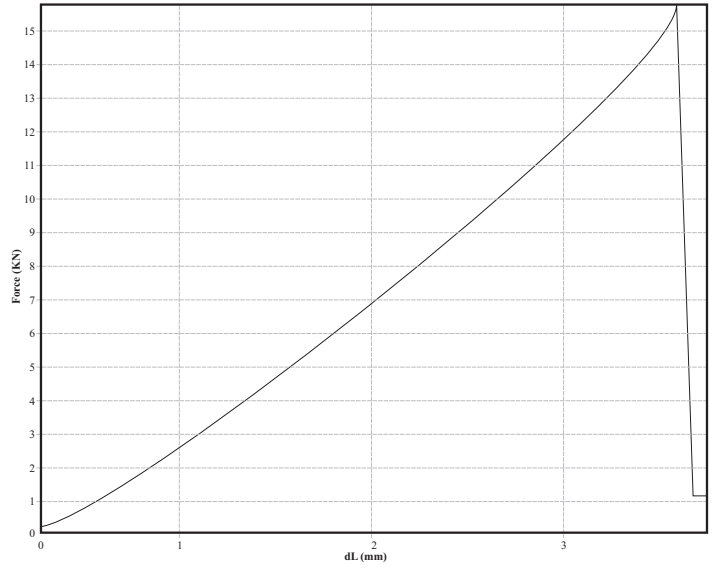
نمودار ۱۰-۵ (مقطع برش خورده ۶۰۰ میلی متر مربع)

.....



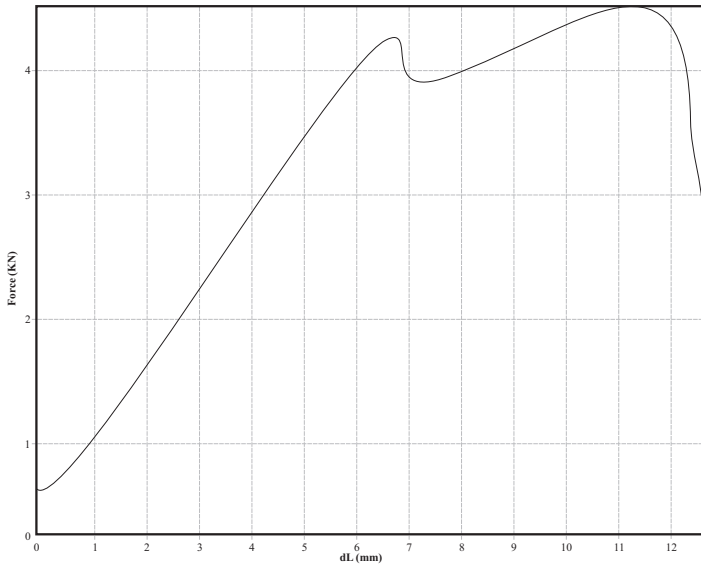
نمودار ۷-۱۰ (مقطع برش خورده ۳۰۰ میلی متر مربع)

.....



نمودار ۶-۱۰ (مقطع برش خورده ۶۰۰ میلی متر مربع)

.....



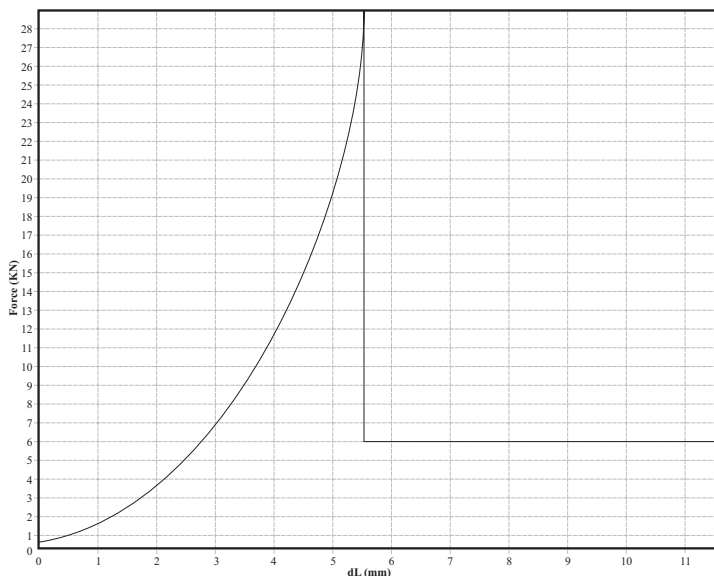
نمودار ۸-۱۰ (مقطع برش خورده ۳۰۰ میلی متر مربع)

.....

مسئله ۳-۱۰



(نمودارهای ۹-۱۰ و ۱۰-۱۰) حاصل اندازه‌گیری مقاومت برش موازی الیاف نمونه‌های چوب توسکا و (نمودارهای ۱۱-۱۰ و ۱۲-۱۰) حاصل اندازه‌گیری مقاومت برش موازی الیاف نمونه‌های چوب صنوبر می‌باشند، سطح مقطع هر نمونه را با توجه به مقاومت آن محاسبه کنید. مقاومت برشی چوب صنوبر را 60 N/mm^2 و چوب توسکا را 160 N/mm^2 در نظر بگیرید.



شکل ۹-۱۰

$$\text{مقاومت برشی} = 160 \text{ N/mm}$$

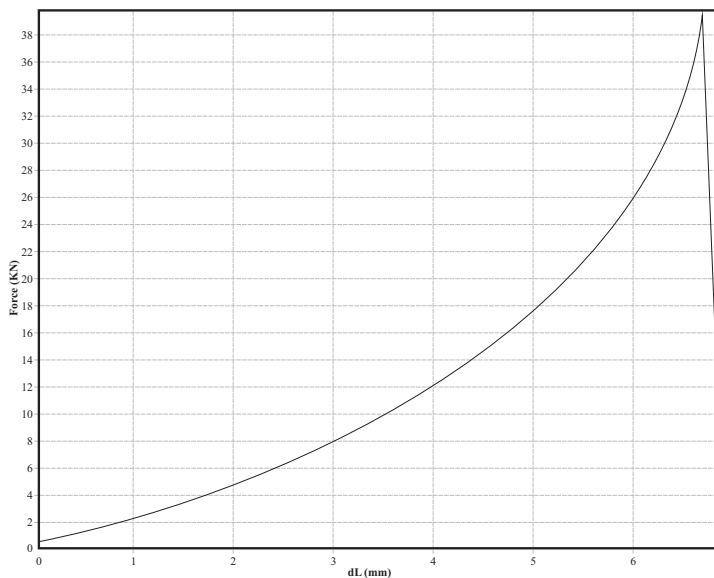
$$F = 29000 \text{ N}$$

$$A = ?$$

$$\text{مقاومت برشی} = \frac{F}{A}$$

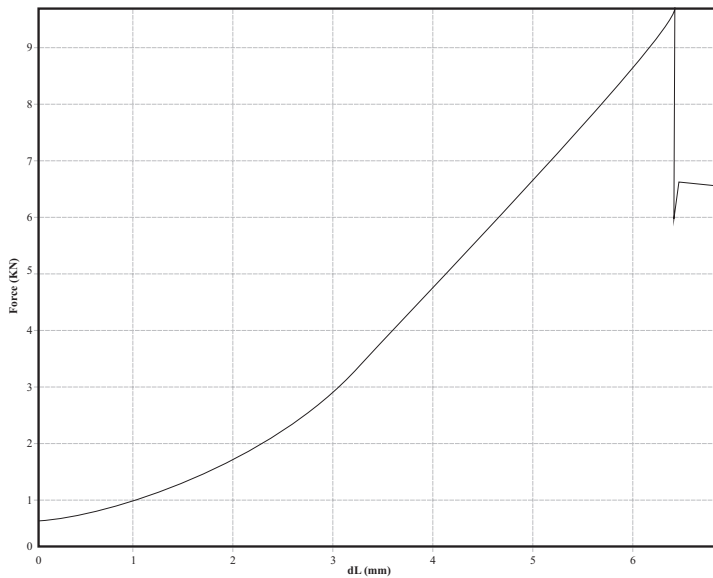
$$160 = \frac{29000}{A}$$

$$A = 181.25 \text{ mm}^2$$



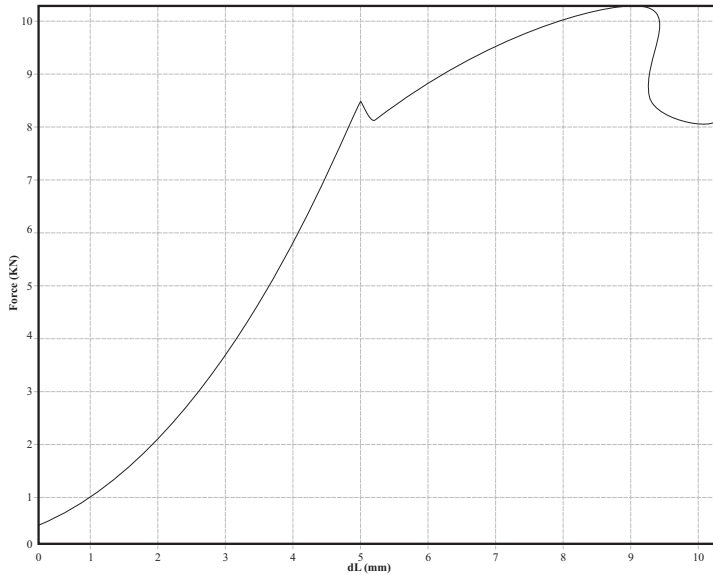
شکل ۱۰-۱۰

.....



شکل ۱۱-۱۰

.....



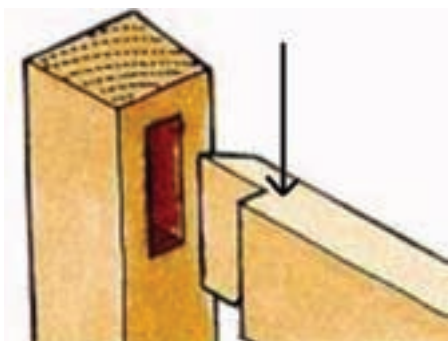
شکل ۱۲-۱۰

.....

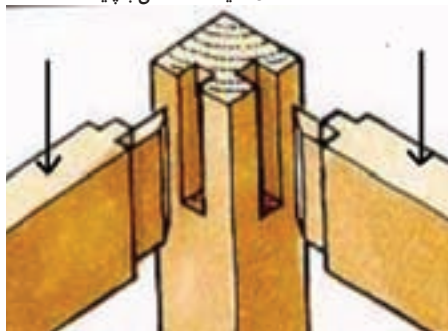
سؤال



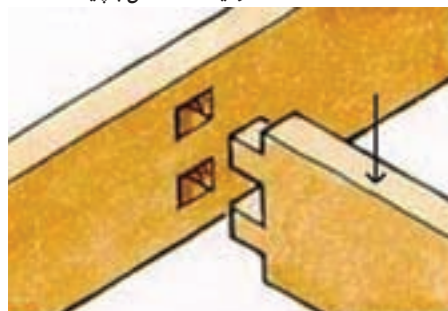
(اشکال ۱۳، ۱۴، و ۱۵-۱۰) مربوط به بخش‌هایی از سازه‌های چوبی در معرض برش عمود بر الیاف (جهت فلش) است. شما نیز تصاویر مشابهی در محل کادرهای خالی چسبانده و یا رسم نمایید.
 به نظر شما چرا طراحی و ساخت سازه‌های چوبی به گونه‌ای است که اتصالات در معرض این نوع برش قرار گیرند؟



۱۳-۱۰، اتصال تکیه گاه صندلی با پایه



۱۴-۱۰، اتصال دو قید کف صندلی با پایه



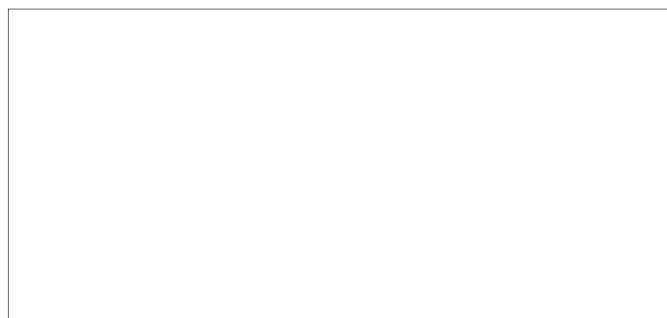
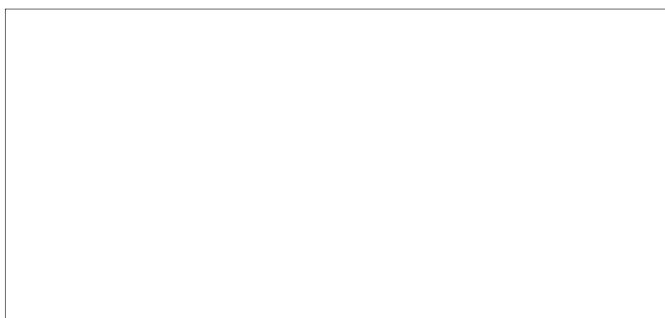
۱۵-۱۰، اتصال قید کف نیمکت با پایه



تکلیف دانش آموز



تصویر ۱۶-۱۰ نشان دهنده یکی از حالات وارد شدن ضربه (خمش ناگهانی) به چوب است، (دسته چکش) شما نیز تصاویری از سایر حالات وارد شدن ضربه (خمش ناگهانی) به چوب در کادرهای خالی چسبانده و یا رسم نمایید.





گزارش آزمایش:

مقایسه انرژی مصرف شده جهت شکستن نمونه‌های چوب صنوبر در آزمایش ضربه (خمش ناگهانی) با انرژی مصرف شده جهت شکستن نمونه‌های مشابه در آزمایش خمش. شرح آزمایش: ۶ نمونه چوب صنوبر به ابعاد $26 \times 2 \times 2$ سانتی‌متر از یک تخته (نمونه‌هایی کاملاً مشابه) بریده شده بر روی ۳ نمونه آزمایش مقاومت به ضربه و بر روی ۳ نمونه دیگر آزمایش خمش انجام گرفت؛ میانگین انرژی صرف شده برای شکستن نمونه‌ها در آزمایش ضربه $14/25$ ژول و در آزمایش خمش $7/9$ ژول اندازه‌گیری شد.



سؤال

با توجه به این که در گزارش آزمایش قبل نمونه‌ها کاملاً هم اندازه و از یک الوار بریده شده بودند چه عاملی باعث تفاوت نتیجه آزمایش ضربه با خمش است؟

.....

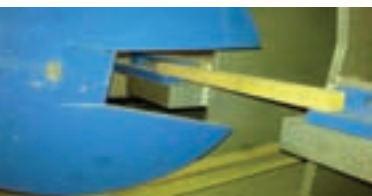
.....

.....

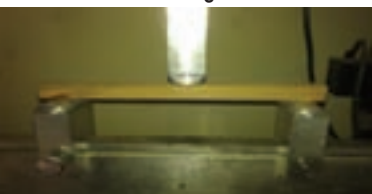


بیشتر بدانیم ۲

در هر دو آزمایش خمش (شکل ۱۸-۱۰) و ضربه (شکل ۱۷-۱۰) نمونه بر روی دو تکیه‌گاه استقرار یافته و بار بر وسط آن وارد می‌شود، با این تفاوت که در ضربه چکش رها شده از ارتفاع حدود ۱ متر بر وسط نمونه فرود می‌آید ولی در خمش فک متحرک دستگاه کشش و فشار با سرعتی ثابت (مثلاً در یکی از روش‌ها با سرعت $2/5 \text{ mm/min}$) بر نمونه فشار آورده و سبب شکسته شدن آن می‌گردد.



شکل ۱۷-۱۰



شکل ۱۸-۱۰

بیش‌تر بدانیم ۳



ماشین آزمایش مقاومت به ضربه با روش پاندولی (آونگی)

ماشین پاندولی آزمایش مقاومت به ضربه از ۵ قسمت اصلی بدنه، پاندول (وزنه و دسته نگهدارنده)، شفت و عقربه، ترمز و حفاظ تشکیل شده است (شکل ۱۹-۱۰).

بدنه ماشین از ورق فولادی با ضخامت ۵ تا ۱۰ میلی‌متر در قسمت‌های مختلف آن ساخته و سایر قسمت‌های ماشین بر روی آن نصب می‌شود. پاندول (شکل ۲۰-۱۰) عبارت است از یک وزنه دایره‌ای شکل فولادی به قطر ۳۰ سانتی‌متر و وزن ۱۰۰ نیوتن که توسط میله‌ای از همین جنس به طول ۷۰ سانتی‌متر به شفت (شکل ۲۱-۱۰) متصل می‌شود؛ شفت دستگاه دارای قابلیت چرخش به دور خود بوده و از دو انتها در بدنه استقرار دارد.

وظیفه شفت نگه داشتن پاندول است به گونه‌ای که بتواند آزادانه و بدون لرزش به دور خود بچرخد، میزان ارتفاعی که پاندول پس از شکست نمونه طی می‌کند توسط عقربه متصل به یک انتهای شفت (شکل ۲۲-۱۰) اندازه‌گیری می‌شود.

ترمز دستگاه جهت نگهداشتن پاندول پس از شکست نمونه و حفاظ جهت جلوگیری از برخورد چکش با فرد آزمایشگر، تعبیه شده است.



شکل ۲۲-۱۰



شکل ۲۱-۱۰



شکل ۲۰-۱۰



شکل ۱۹-۱۰



آزمایش در کلاس:

۵ قطعه چوبی به ابعاد $۳۰ \times ۱/۵ \times ۱/۵$ سانتی متر از گونه‌های چوبی موجود در کارگاه با نظارت معلم خود آماده کنید، چوب‌ها را بر روی ۴ قطعه آجر با فاصله دهانه



شکل ۱۰-۲۳

۲۱ سانتی متر مطابق (شکل ۲۳-۱۰) قرار داده و وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را ابتدا از فاصله $۲/۵$ سانتی متری به صورت کاملاً عمودی بر روی نمونه مورد نظر رها کنید.



شکل ۱۰-۲۴

سپس وزنه را از فاصله ۵ سانتی متری بر روی نمونه بیندازید و هر بار ارتفاع سقوط را $۲/۵$ سانتی متر افزایش دهید تا به ۲۵ سانتی متر برسد. در صورت شکسته نشدن نمونه، از این مرحله به بعد باید هر بار ۵ سانتی متر به ارتفاع سقوط وزنه افزوده شود. هنگامی که چوب شکسته شد یا خمش (خیز وسط دهانه) به ۱۵ سانتی متر رسید آزمایش متوقف و آخرین ارتفاع سقوط ثبت می‌شود. (شکل ۲۴-۱۰).



شکل ۱۰-۲۵

این آزمایش را که شبیه‌سازی روش «تعیین مقاومت به ضربه سقوط آزاد» است با نظارت مستقیم معلم خود انجام دهید. دقت کنید که حتماً شخص آزمایش‌گر بر روی ارتفاع ۲۰ سانتی متری و به فاصله ۵۰ سانتی متر از نمونه (شکل ۲۵-۱۰) ایستاده و سپس وزنه را بیندازد، سایر دانش‌آموزان نیز حداقل $۱/۵$ متر از نمونه و شخص آزمایش‌گر فاصله بگیرند. پس از اتمام آزمایش شکل شکست هر یک از نمونه‌ها را ترسیم و مقاومت نمونه را با توجه به آن توضیح دهید.

.....
.....
.....



گزارش یک آزمایش:

جدول ۱۰-۲ نشان دهنده انرژی جذب شده به وسیله نمونه‌های چوب نوئل (سوزنی برگ) در حالت‌های شعاعی و مماسی در آزمایش ضربه (خمش ناگهانی) است.

جدول ۱۰-۲		
ردیف	انرژی جذب شده	جهتی از نمونه چوب نوئل که چکش دستگاه آزمایش به آن وارد شده است.
۱	۱۵/۵	نمونه شماره ۱ ، شعاعی
۲	۱۱/۵	نمونه شماره ۱ ، مماسی
۳	۱۸	نمونه شماره ۱ ، شعاعی
۴	۱۴/۵	نمونه شماره ۱ ، مماسی
۵	۲۳	نمونه شماره ۱ ، شعاعی
۶	۱۶/۵	نمونه شماره ۱ ، مماسی



سؤال

میانگین مقاومت به ضربه چوب نوئل را (سوزنی برگ) در حالت‌هایی که ضربه (چکش دستگاه پاندولی) به جهت شعاعی و مماسی آن‌ها وارد شده است با یکدیگر مقایسه کنید. آیا نتیجه به دست آمده با مطلب بیان شده در کتاب درسی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب مطابقت دارد؟

.....

.....

.....

.....



جدول ۱۰-۳ نتیجه آزمایش مقاومت به ضربه ۳ نمونه چوبی که از یک قطعه چوب صنوبر بریده شده‌اند را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰-۳			
ردیف	انرژی جذب شده به وسیله نمونه (ژول)	مشخصات نمونه	شماره نمونه
۱	۸	الیاف نمونه با جهت طولی موازی می‌باشد.	۱
۲	۷	زاویه الیاف نمونه با جهت طولی آن ۲۰ درجه است.	۲
۳	۲	الیاف نمونه عمود بر جهت طولی است.	۳

الف- نتیجه به دست آمده را با فرمول $W_r = \frac{w_{\parallel} w_{\perp}}{w_{\parallel} \sin^2 x + w_{\perp} \cos^2 x}$ مطابقت دهید، آیا نتیجه به دست آمده از فرمول با نتیجه آزمایش مساوی است؟ چرا؟

.....

.....

.....

.....

ب- با توجه به نتیجه این آزمایش اثر زاویه الیاف (کج تار) را بر مقاومت به ضربه چگونه ارزیابی می‌کنید؟

.....

.....

.....

.....

سؤال و تحقیق



جدول ۴-۱۰ نتیجه آزمایش مقاومت به ضربه ۵ نمونه چوبی مختلف را نشان می‌دهد، با راهنمایی معلم خود دانسیته هر یک از گونه‌های چوبی را تحقیق کرده و ضمن تکمیل این جدول ارتباط میان دانسیته و مقاومت به ضربه را توضیح دهید.

جدول ۴-۱۰			
ردیف	انرژی جذب شده در آزمایش مقاومت به ضربه	دانسیته Gr/cm^3	گونه چوبی
۱	۸ ژول		چنار
۲	۹ ژول		افرا
۳	۷ ژول		توسکا
۴	۱۵ ژول		راش
۵	۱۳ ژول		ممرز

.....

.....

.....

.....