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- بـــر زبانه و یا دوبل اتصال در قیدهای یک صندلی و 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

هنگام آزمایش، نمونه در گیره مخصوصی (شـــکل ۲ــ۱۰ پ) قرار داده می‌شـــود، فرایند آزمایش بدین ترتیب است که بخش سفید رنگ نمونه (شکل ۲ــ ۱۰ پ) در گیره ثابت نگه داشته شده و بخش رنگی آن به طرف پایین رانده می‌شود. این فشار باعث گسیختگی نمونه در ناحیه بین دو بخش رنگی و سفید، در شکل اخیر، می‌گردد.

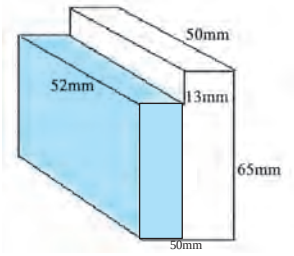
سؤال همراه با جواب

با توجه به شـــکل ۱-۱۰ که نشـــان دهنده نمونه‌های شکسته شـــده پس از آزمایش برش موازی الیاف می‌باشـــد توضیح دهید هنـــگام برش چوب در جهت مذکور، چه اتفاقی می‌افتد؟

شکل ۱-۱۰

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

شکل ۲-۱۰ (الف)



شکل ۲-۱۰ (ب)

شکل ۲-۱۰(پ)، نمونه در حال انجام آزمایش برش موازی الیاف

روش اندازه گیری مقاومت برش موازی الیاف

برای اندازه‌گیری این مقاومت از نمونه نشـــان داده شـــده در (شکل ۲-۱۰الف، ب و پ) استفاده می‌شود. برای ســـاخت این نمونه به قطعه چوبی به ابعاد ۵۰×۵۰×۶۵ میلی‌متر که جهت الیاف آن کاملاً موازی جهت طولی باشـــد نیاز اســـت، 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 آزمایش های مقاومت برش موازی الیاف گونه های مختلف چوبی است، مقاومت (تنش) هر نمونه را برحسب $(N/m^2)pa$ یا $(N/mm^2)Mpa$ محاسبه نمایید.

مثال حل شده

گونه چوبی: چنار

حداکثر نیروی وارد شده به نمونه (N): ۲۳۰۶۰

سطح مقطع برش خورده (mm^2) : ۱۵۲۰

$$F = ۲۳۰۶۰N \qquad \text{مقاومت (تنش) برشی} = \frac{F}{A}$$

$$A = ۱۵۲۰mm^2 \qquad \text{مقاومت (تنش) برشی} = \frac{۲۳۰۶۰N}{۱۵۲۰mm^2}$$

$$\text{مقاومت (تنش) برشی} = ۱۵/۱۷Mpa = ۱۵/۱۷ \times ۱۰^6 pa$$

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

(شـــکل ۳-۱۰الف، 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

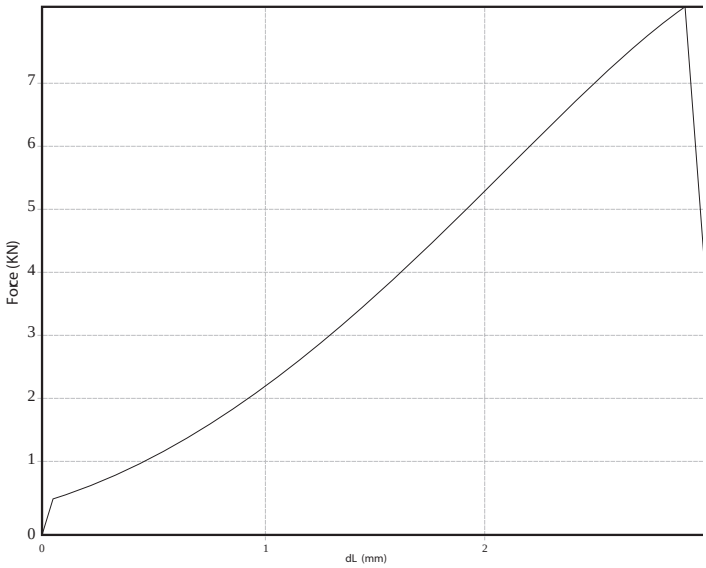
جدول ۲-۱۰، مقایسه مقاومت برشی موازی الیاف چوب با مواد دیگر

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	تخته فیبر یا دانسیته متوسط	۲
۹	تخته خرده چوب	۴
۱۰	گرانیت	۳۵
۱۱	مرمر	۲۸

مسئله ۲-۱۰

(نمودارهـــای ۴-۱۰ تا ۸-۱۰) نتیجـــه آزمایش مقاومت برش مـــوازی الیاف نمونه‌های چوب نوئل می‌باشـــند ، میانگین مقاومت برشـــی این چوب با توجه بـــه این نمودارها چند N/mm^2 است؟



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

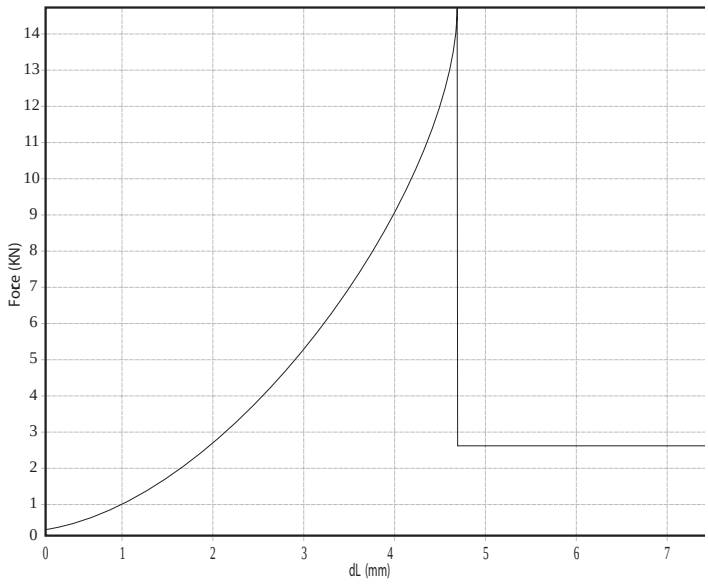
$$\text{مقاومت برشی} = \frac{F}{A}$$

$F = ۸۰۰۰N$

$A = ۳۰۰mm^2$

$$\text{مقاومت برشی} = \frac{۸۰۰۰N}{۳۰۰mm^2}$$

$$\text{مقاومت برشی} = ۲۶/۶۷Mpa$$



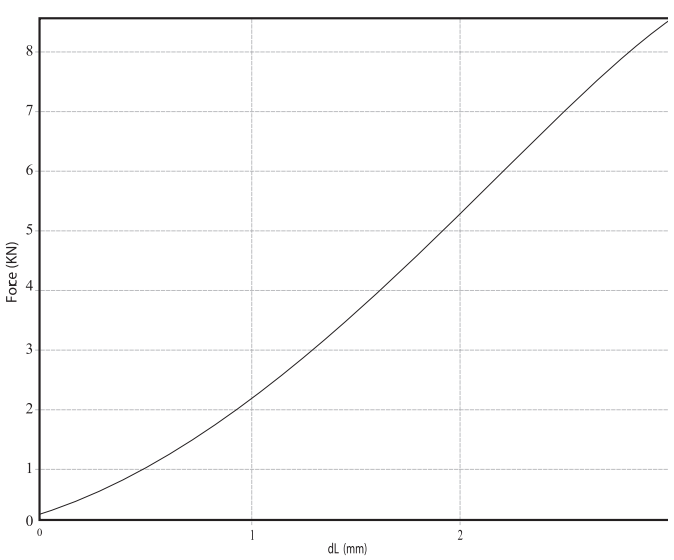
نمودار ۵-۱۰ (مقطع برش خورده ۶۰۰ میلی متر مربع)

.....

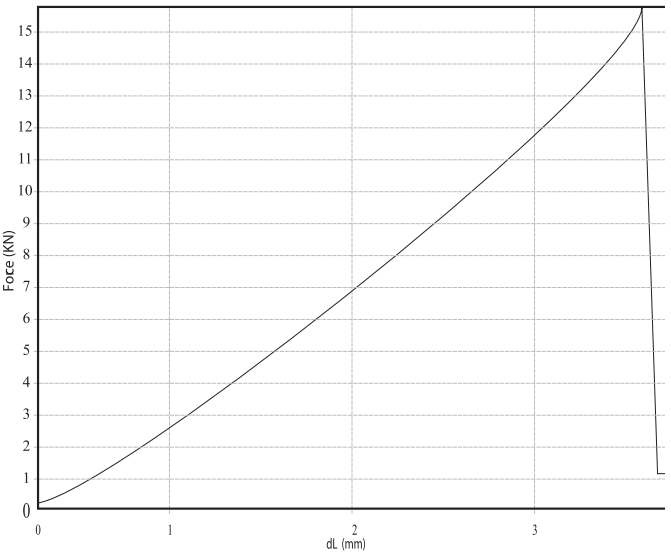
.....

.....

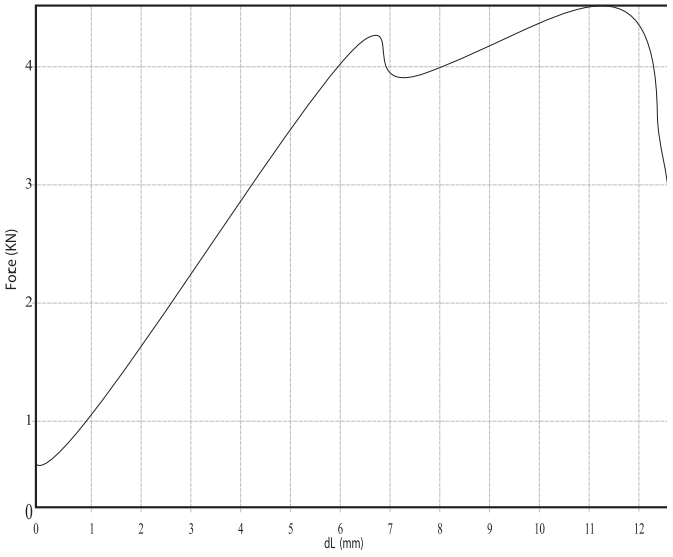
.....



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



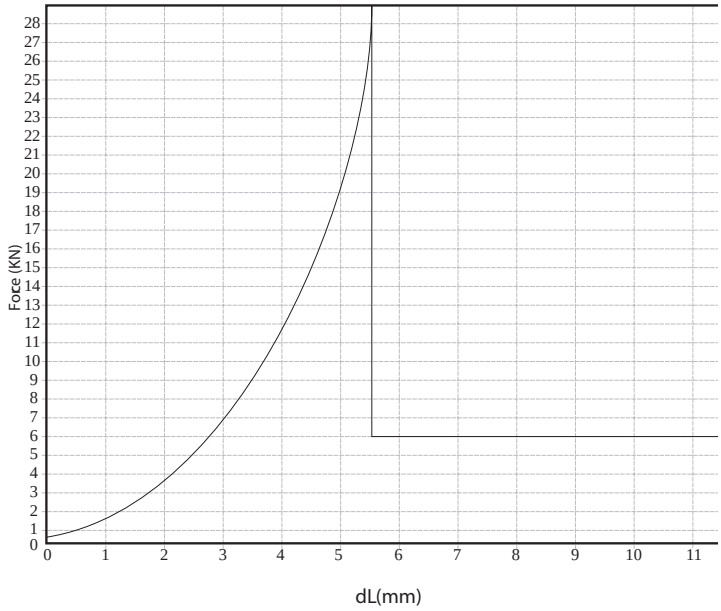
نمودار۶-۱۰ (مقطع برش خورده ۶۰۰ میلی متر مربع)



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

مسئله ۳-۱۰

(نمودارهـــای ۹-۱۰ و ۱۰-۱۰) حاصـــل اندازه‌گیری مقاومت برش، موازی الیاف نمونه‌های چوب توســـکا و (نمودارهـــای ۱۱-۱۰ و ۱۲-۱۰) حاصـــل اندازه‌گیری مقاومت برش موازی الیـــاف نمونه‌های چوب صنوبر می‌باشـــند، ســـطح مقطع هر نمونه را بـــا توجه به مقاومت آن محاســـبه کنید. مقاومت برشـــی چوب صنوبر را N/mm^2 ۶۰ و چوب توسکا را N/mm^2 ۱۶۰ در نظر بگیرید.



شکل ۹-۱۰

مقاومت برشی $= ۱۶۰ N/mm$

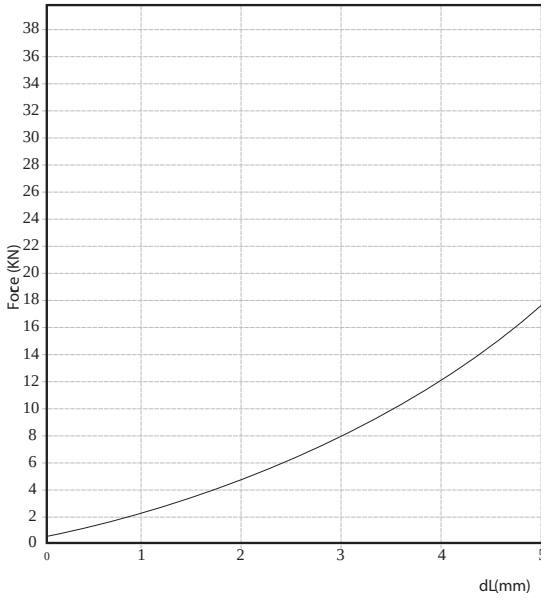
$F = ۲۹۰۰۰ N$

$A = ?$

$$\text{مقاومت برشی} = \frac{F}{A}$$

$$۱۶۰ = \frac{۲۹۰۰۰}{A}$$

$$A = ۱۸۱/۲۵ mm^2$$



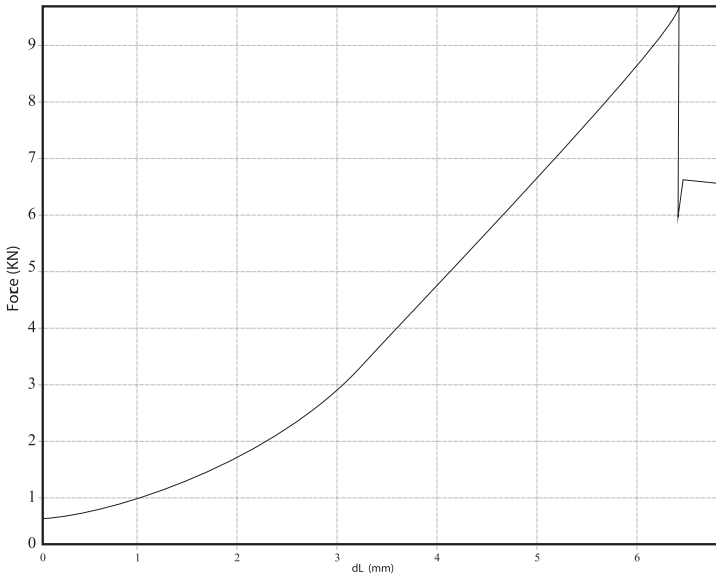
شکل ۱۰-۱۰

.....

.....

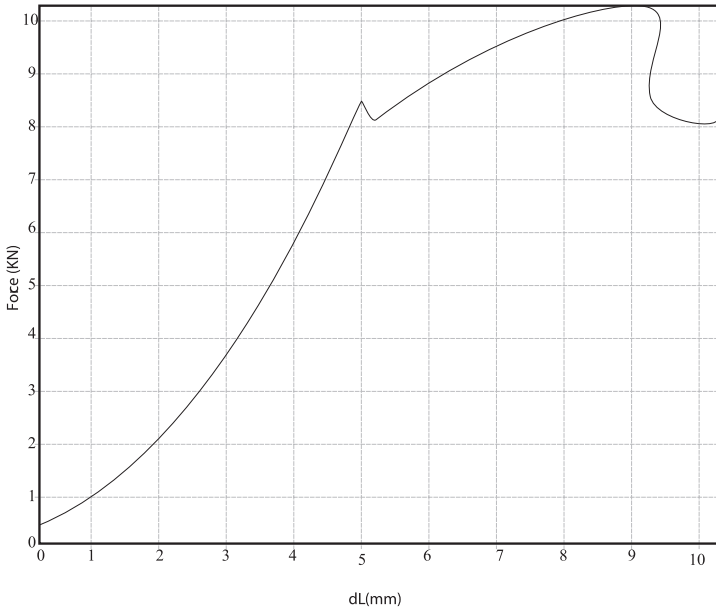
.....

.....



شکل ۱۱-۱۰

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



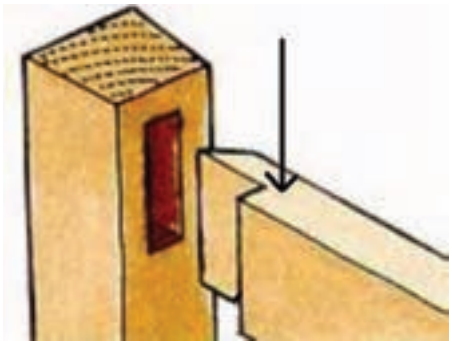
شکل۱۲-۱۰

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

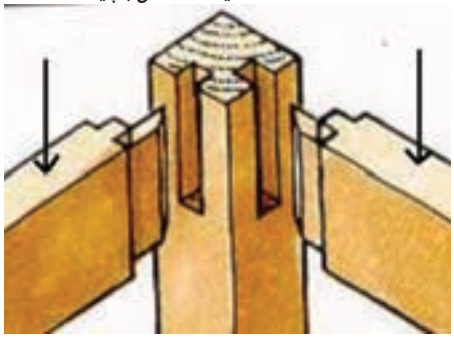
سؤال

(اشـــکال ۱۳، ۱۴ و ۱۵ -۱۰) مربوط به بخش‌هایی از ســـازه‌های چوبی قرار گرفته در معرض برش عمود بر الیاف (جهت فلش) اســـت. شما نیز تصاویر مشابهی در محل کادرهای خالی چسبانده و یا رسم نمایید.

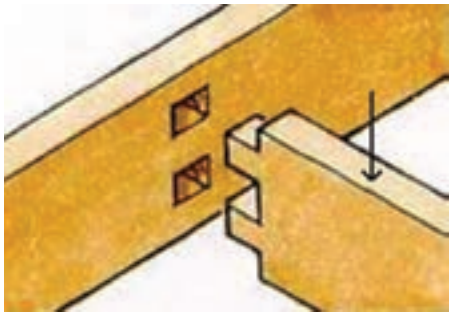
به نظر شما چرا طراحی و ساخت سازه‌های چوبی به گونه‌ای است که اتصالات در معرض این نوع برش قرار گیرند؟



۱۰-۱۳، اتصال تکیه گاه صندلی با پایه

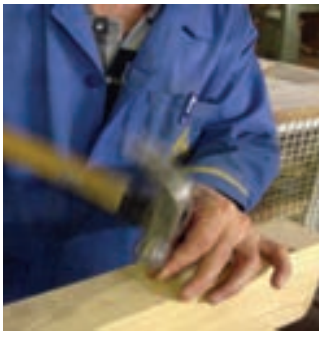


۱۰-۱۴- اتصال دو قید کف صندلی با پایه



۱۰-۱۵ - اتصال‌قید کف نیمکت با پایه

تکلیف دانش آموز



تصویر ۱۶-۱۰نشـــان دهنده یکی از حالات وارد شـــدن ضربه (خمش ناگهانی) به چوب است(دســـته 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 ۲×۲×۲۶ 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 ۱۴/۲۵ ژول و در آزمایش خمش ۷/۹ ژول اندازه‌گیری شد.

سؤال

با توجه به این‌که 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؟

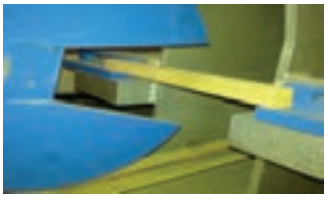
.....

.....

.....

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[1] چکش رها شده از ارتفاع حدود ۱ متر بر وسط نمونه فرود می‌آید. ولی در خمش[2] فک متحرک دستگاه کشش و فشار با سرعتی ثابت (مثلاً در یکی از روش‌ها با سرعت ۲/۵ mm/min) بر نمونه فشار آورده و سبب شکسته شدن آن می‌گردد.



شکل ۱۷-۱۰

شکل ۱۸-۱۰

۱-ضربه: خمش ناگهانی یا دینامیک

۲- خمش: خمش استاتیک

بیشتر بدانیم ۳

ماشین آزمایش مقاومت به ضربه با روش پاندولی (آونگی)

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

بدنه ماشـــین از ورق فولادی با ضخامت ۵ تا ۱۰ میلی متر در قســـمت‌های مختلف آن ســـاخته و سایر قسمت‌های ماشین برروی 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 ســـانتی‌متر به شـــافت (شکل ۲۱-۱۰) متصل می‌شود؛ شافت دستگاه دارای قابلیت چرخش به دور خود بوده و از دو انتها در بدنه استقرار دارد.

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

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

شکل ۱۹-۱۰

شکل ۲۰-۱۰

شکل ۲۱-۱۰

شکل ۲۲-۱۰

آزمایش در کلاس:

۵ قطعه چوبی به ابعاد ۱/۵×۱/۵×۳۰ سانتی‌متر از گونه‌های چوبی موجود در کارگاه با نظارت معلم خود آماده کنید، چوب‌ها را بر روی ۴ قطعه آجر با فاصله دهانه ۲۱ سانتی‌متر مطابق (شکل ۲۳-۱۰)قرار داده و وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را ابتدا از فاصله ۲/۵ سانتی‌متری به صورت کاملاً عمودی بر روی نمونه مورد نظر رها کنید.

شکل۲۳-۱۰

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

شکل۲۴-۱۰

شکل۲۵-۱۰

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 قطعه الواری به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری و به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از نمونه 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:

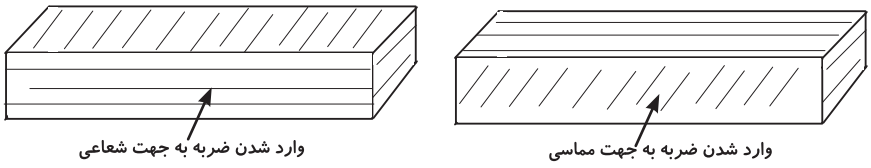
جدول ۲-۱۰ نشـــان‌دهنده انرژی جذب شده به وسیله نمونه‌های چوب نوئل (سوزنی برگ) در حالت‌های شعاعی و مماسی در آزمایش ضربه (خمش ناگهانی) است.

جدول ۲-۱۰

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؟



.....

.....

.....

.....

سؤال

جـــدول ۳-۱۰ نتیجـــه آزمایش مقاومت به ضربه ۳ نمونه چوبـــی که از یک قطعه چوب صنوبر بریده شده‌اند را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۱۰

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 $Wr = \frac{W_{\parallel} - W_{\perp}}{W_{\parallel}\sin^{x}_{r} + W_{\perp}\cos^{x}_{r}} \times ۱۰۰$ 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 (کج‌تاری) 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 دانســـیته 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

.....

.....

.....

.....