فصل پنجم

خواص الکتریکی، حرارتی و صوتی چوب

پیش‌آزمون

۱- مقاومت و هدایت الکتریکی را تعریف کنید.

.....

.....

.....

۲- مفهوم خواص دی‌الکتریک چوب را بیان کنید.

.....

.....

.....

۳- خواص دی‌الکتریک چوب اصلاح شده را شرح دهید.

.....

.....

.....

۴- اصلاح خواص فیزیکی چوب را تعریف کنید.

.....

.....

.....

۵- مقاومت امواج صوتی در سالن‌های اجتماعات را شرح دهید.

.....

.....

.....

۶- عوامل مؤثر بر انتشار صوت را نام برده و هر کدام را توضیح دهید.

.....

.....

.....

مقاومت و هدایت الکتریکی

هدایت حرارتی یعنی: مقدار گرمایی که در واحد زمان از ضخامت چوبی با سطح مقطع مشخصی عبور کند.

چوب خشک عایق الکتریکی خوبی محسوب می‌شود. چوب کاملاً خشک یک عایق بسیار عالی است به‌طوری که می‌توان آن را با عایق‌هایی نظیر رزین‌های فنل‌فرم‌آلدئید مقایسه نمود. اما با افزایش رطوبت چوب، مقاومت الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

مقاومت الکتریکی از رابطه زیر قابل محاسبه است:

r = مقاومت الکتریکی ویژه (اُهم سانتی متر)

R= مقامت الکتریکی (اُهم)

A= سطح مقطع نمونه (cm^2)

D= طول نمونه، فاصله بین الکترودها (cm)

$$r = \frac{R \times A}{D}$$

در اغلب چوب‌ها رابطه مقاومت الکتریکی خطی می‌باشد، به‌طوری که:

افزایش رطوبت در چوب سکویا تا حد نقطه اشباع فیبر (۳۰ درصد) با مقاومت الکتریکی ویژه چوب دارای یک رابطه خطی می‌باشد و پس از آن به‌صورت غیرخطی است.

هدایت الکتریکی $T = \frac{1}{r}$ (1/Ωcm)

هدایت الکتریکی چوب با افزایش رطوبت از ۰ تا ۳۰ درصد یک میلیون برابر افزایش می‌یابد، ولی با افزایش رطوبت از ۳۰ درصد به بالا (اشباع کامل تا ظهور آب آزاد) هدایت الکتریکی چوب فقط حدود ۵۰ برابر افزایش می‌یابد.

مقاومت الکتریکی ویژه چوب در مقاطع مختلف متفاوت است، به‌طوری که در جهت موازی الیاف، نصف مقدار آن در جهت عمود بر الیاف بوده ، یعنی هدایت الکتریکی موازی با الیاف تقریباً ۲ برابر هدایت الکتریکی عمود بر الیاف است. $T_{\parallel} \cong 2T_{\perp}$ و مقاومت الکتریکی عمود بر الیاف تقریباً دو برابر مقاومت الکتریکی موازی با الیاف است $r_{\perp} \cong 2r_{\parallel}$ و این مقاومت در جهت شعاعی تقریباً مساوی یا حداکثر ۱۵ درصد کمتر از جهت مماسی است. جرم مخصوص و نوع گونه چوبی در تغییرات مقاومت الکتریکی از اهمیت کمتری برخوردارند.

جدول ۱–۵ – مقاومت الکتریکی چند گونه چوبی در جهت های مختلف

ردیف	گونه چوبی	درصد رطوبت	مقاومت الکتریکی (مگا اهم MΩ)		
			طولی	شعاعی	مماس
۱	سرو قرمز	۱۴	۹	۲۲	۲۴
۲	نوئل	۱۵/۷	۱۰	۱۸	۲۰
۳	سدر زرد آلاسکا	۱۵/۶	۱۸	۲۷	۲۷
۴	دوگلاس	۱۵/۳	۱۱	۲۱	۲۳
	زاویه باالیاف چوب		موازی با الیاف $\parallel$	عمود بر الیاف $\perp$	

شکل ۱-۵-پوشش مواد عایق در تخته‌لایی

عوامل مؤثر بر خاصیت مقاومت الکتریکی چوب

تیمار چوب با مواد حفاظتی نظیر انواع ضد قارچ‌های محلول در آب یا نمک‌های ضد آتش تأثیر زیادی در کاهش هدایت الکتریکی چوب دارند.

همچنین تیمار چوب با مواد رطوبت گریز که دارای خاصیت هدایتی کم هستند مانند رزین فنل فرمالدئید ، هدایت الکتریکی چوب را کاهش می‌دهند و این تأثیر در محیط‌های با رطوبت نسبی بالا بیشتر خودنمایی می‌کنند. (شکل ۱-۵)

برای افزایش دوام و عایق کردن ابزارهای دستی الکتریکی که دسته چوبی دارند، معمولاً قسمت چوبی این نوع ابزارها را با رزین فنل فرم آلدئید اشباع می نمایند تا از جذب آب جلوگیری شود و خاصیت عایق الکتریسیته را در آنها افزایش دهند.

تأثیر تیمارهای مختلف بر روی خواص دی‌الکتریک چوب

برای دست‌یابی به خواص ویژه، چوب و فراورده‌های چوبی باید با روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی تیمار شوند.

این تیمارها به منظور تقویت و افزایش کارایی چوب در مقابل عوامل مخرب بیولوژیکی، جوی، تغییر خواص الکتریکی، بهبود دوام طبیعی چوب و افزایش مقاومت مکانیکی چوب به‌کار می‌رود. با اعمال هر کدام از این تیمارها خواص دی‌الکتریک چوب نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در ذیل به مواردی از این قبیل تیمارها اشاره می‌شود:

۱- خواص دی الکتریک چوب فشرده شده

هرگاه چوب تحت فشار خارجی قرار گیرد حجم منافذ آن کم شده و جرم مخصوص آن افزایش می‌یابد. فشردن چوب به ۶۰ درصد ابعاد اولیه آن سبب تغییر ساختار الیاف سلولزی آن نمی‌گردد. فقط سبب تغییر در جهت‌گیری الیاف در دیواره‌های سلول و کاهش فضاهای خالی آنها می‌شود. (شکل۳و۲-۵) چنین تغییراتی بر خواص دی‌الکتریک چوب تأثیر می‌گذارد به‌طوری‌که می‌توان گفت افزایش فشردگی (تراکم) چوب خشک (کوره) خواص دی‌الکتریک آن را در تمام دامنه‌های تواتر از ۲۰ تا ۱۰ هرتز افزایش می‌یابد. دلیل اصلی این تغییر افزایش جرم مخصوص چوب می‌باشد.

شکل ۲-۵ و ۳-۵ نشان دهنده پرس چوب طبیعی (ماسیو) برای کاهش حجم و افزایش جرم مخصوص در آزمایشگاه

۲- خواص دی‌الکتریک چوب اصلاح شده

اغلـــب به منظور بهینه کردن خواص فیزیکی و مکانیکی چوب آن را در معرض تیمارهای متعدد شـــیمیایی فرایند اشـــباع داخل اتوکلاو قرار می‌دهند. (شـــکل ۴-۵) تیمار چوب با رزین‌های شـــیمیایی واکشـــیدگی آن را ۲ تا ۴ مرتبه کاهش، مقاومت آن را ۲ تا ۵ مرتبه و ســـختی آن را ۸ بار افزایش می‌دهد. همچنین این تیمار به خواص دی‌الکتریک چوب ثبات می‌بخشد و دوام آن را افزایش می‌دهد.

شکل ۴-۵- اتوکلاو اشباع چوب

۳- خواص دی الکتریک چوب اشباع شده با مواد مختلف

اصلاح چوب به وسیله اشباع آن با مواد مختلف (منومرها ، الیگومرها ، رزین‌ها) و پلی‌مر شدن آنها، به منظور بهبود خواص کاربردی آن نسبت به چوب تیمار نشده انجام می‌شود.

تغییر خواص چوب به ســـبب کاهش حجم حفرات ســـلولی و پر شدن بخشی از آنها توسط پلی‌مرها ، یا تشـــکیل پلی‌مرها در دیواره ســـلول‌های چوبی است. و این عمل باعث افزایش مقاومت در مقابل عوامل جوی می‌شـــود به‌طوری که می‌توان این کمپوزیت‌های اصلاح شده که به نام تجاری چوب پلاستیک معروفند را در فضای آزاد به عنوان کف‌پوش مورد استفاده قرار دارد. (شکل ۵-۵)

شکل ۵-۵- چوب و فراورده‌های چوبی اصلاح شده

موقعیت پلی‌مرها در چوب به خواص پرکننده و روش اشباع آن بستگی دارد.

تغییر خواص دی‌الکتریک چوب در اثر بعضی اصلاحات، به وســـیله ساختار و ویژگی‌های ترکیبات پرکننده، مقدار و اثر متقابل آنها بر روی چوب تعیین می‌گردد.

خواص دی‌الکتریک چوب پلاستیک

اصلاح چوب با آمونیاک به منظور افزایش تحمل و آمادگی چوب برای تغییر شکل دادن، بالا بردن جرم مخصوص در فرایند خشک کردن و افزایش نفوذ رنگ انجام می‌شود.

مدت زمان اصلاح چوب با آمونیاک به میزان زیادی به سرعت گرم شدن چوب بستگی دارد.

استفاده از روش‌های گرم کردن سبب تقویت فرایند می‌گردد.

آمونیاک بر روی خواص دی‌الکتریک چوب تأثیر می‌گذارد، افزایش آمونیاک سبب افزایش چشمگیر در خواص دی‌الکتریک چوب می‌گردد.

به وســـیله تیمار چوب با آمونیاک و متراکم و خشک کردن متوالی آن «چوب پلاستیکی شـــده» به‌دســـت می‌آید. این فراورده جدید لیگومـــون[1] نامیده می شـــود و دارای خواص دی‌الکتریک بیشتری در جهت طولی و عرضی نسبت به چوب تیمار نشده است.

ویژگی های حرارتی چوب

در بیـــن خواص فیزیکی چوب، خواص حرارتی (گرمایی) آن یعنی واکنش چوب در برابر

1-Ligomon

حرارت از اهمیت قابل توجهی برخوردار است .

سه خاصیت حرارتی چوب را در زیر مورد مطالعه قرار می‌دهیم:

الف) انبساط حرارتی

ب) گرمای ویژه

ج) هدایت حرارتی

الف) انبساط حرارتی

مطالعه فیزیک حرارت ما را با این مفهوم آشنا می‌کند:

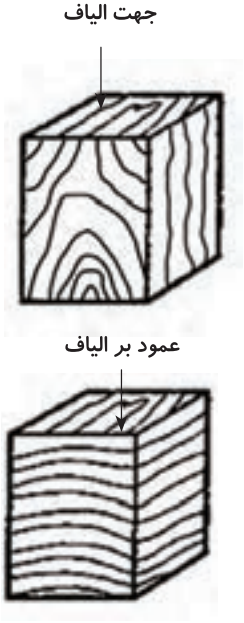
- با افزایش دمای قطعه چوب، حرکت مولکول‌های آن افزایش می‌یابد. لذا در دمای زیاد فاصله بین مولکول‌های آن بیشتر می‌شود. در نتیجه با افزایش ۱ درجه سلسیوس انبساط خطی به مقدار مشخصی که در جدول ۲-۵ آمده است افزایش می‌یابد.

با محاسبه انبساط خطی در سه جهت چوب، انبساط حجمی به‌دست می‌آید.

α- ضریب انبساط حرارتی موازی الیاف است بر اساس منابع علمی مختلف این مقدار برای چوب‌های کاملاً خشک بین($۲/۵ \times ۱۰^{-۶}$ تا $۵/۴ \times ۱۰^{-۶}$) برای یک درجه سلسیوس می‌باشد.

ضریب انبساط حرارتی عمود بر الیاف ۱۰ الی ۱۵ برابر بیشتر از ضریب انبساطی در جهت الیاف است. (شکل ۶-۵) و همچنین مقدار این ضریب در جهت مماسی ۱/۵ الی ۱/۸ برابر بیشتر ازجهت شعاعی چوب است (جدول۲-۵)

ضریب انبساط حرارتی چوب در جهت طولی (موازی) الیاف ۳ الی ۱۰ برابر کمتر از ضریب انبساط فلزات، بتن و شیشه است. با افزایش جرم ویژه چوب (d) در جهت‌های شعاعی و مماسی ضریب انبساط افزایش می‌یابد. ولی در جهت طولی هیچ تفاوتی در ضریب انبساط حرارتی چوب‌ها وجود ندارد یعنی تغییرات جرم ویژه چوب تأثیری بر آن ندارد. البته تغییر ابعاد چوب که دراثر تغییر دما ایجاد می‌شود و در مقایسه تغییر ابعاد ناشی از هم کشیدگی کوچک است. بنابراین دربیشتر موارد از انبساط حرارتی چوب صرف نظر می‌شود.



شکل ۶-۵- اعمال حرارت در جهت های مختلف چوب

جدول ۲-۵- ضریب انبساط حرارتی چند گونه چوبی کاملاً خشک برای یک درجه سلسیوس

ردیف	گونه چوبی	ضریب انبساط $\alpha \times ۱۰^{۶}$		
		موازی الیاف $\alpha_{\parallel}$ یا α_L	عمود بر الیاف جهت مماس $a_{t\perp}$	عمود بر الیاف جهت شعاع $a_{r\perp}$
۱	کاج	٤/۲	۲۹/۰	۱۵/۰
۲	نوئل	۲/۶	۵۰/۲	۲۹/۳
۳	بلوط	۳/۶	٤۱/۰	۲۹/۳
٤	توس	۲/۵	۳۰/۰	۲۷/۲
۵	راش	۵/٤	۳٤/۸	۲۲/۰

ب) گرمای ویژه

یک قطعه چوب خشـــک از دو فاز ، ماده چوبی و هوا تشکیل یافته است. حجم هوا کمتر از چوب بوده وضریب گرمایی آن به مراتب کمتر از ضریب گرمای ویژه چوب خشک است.

لذا ضریب گرمای ویژه چوب خشک تقریباً مساوی ضریب گرمای ویژه چوب است.

ضریب گرمایی ویژه چوب مستقل از گونه چوبی و جرم ویژه می‌باشد و در دمای صفر درجه سلسیوس برای چوب کاملاً خشک برابر $1/55\ kcal/kg^{\circ}c$ کیلو ژول بر کیلو گرم درجه سلسیوس است. با افزایش دما ضریب گرمای ویژه به تدریج افزایش می یابد. و در ۱۰۰ درجه سلسیوس تا ۲۵% افزایـــش مـــی یابد. ضریب گرمایی ویژه آب ۲/۵ برابر چوب اســـت. به‌خاطر همین با افزایش رطوبت چوب ضریب گرمای ویژه آن نیز افزایش می‌یابد. این افزایش از رطوبت ۰ تا ۱۳۰ درصد ۲ برابر اســـت. ضریب گرمای ویژه آن بیشتر از چوب کاملاً خشک است. گرمای ویژه چوب کمی زیاد اســـت، این خاصیت در بسیاری فرایندهای صنعتی مثل خشک کردن طبیعی چوب و اشباع چوب و غیره حائز اهمیت است.

$$C = \frac{Q}{m(\theta_2 - \theta_1)}$$

Q: انرژی جذب شده
m: جرم
$\theta_2 - \theta_1$: اختلاف دما

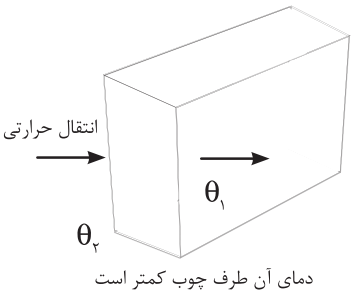
گرمـــای ویژه یک ماده، گرمای موردنیاز برای افزایش دمای ماده موردنظر از دمای θ_1 به θ_2 برحسب کالری و m جرم ماده مورد نظر بر حسب کیلوگرم و θ_1 و θ_2 دمای اولیه و ثانویه بر حسب درجه سانتیگراد است.

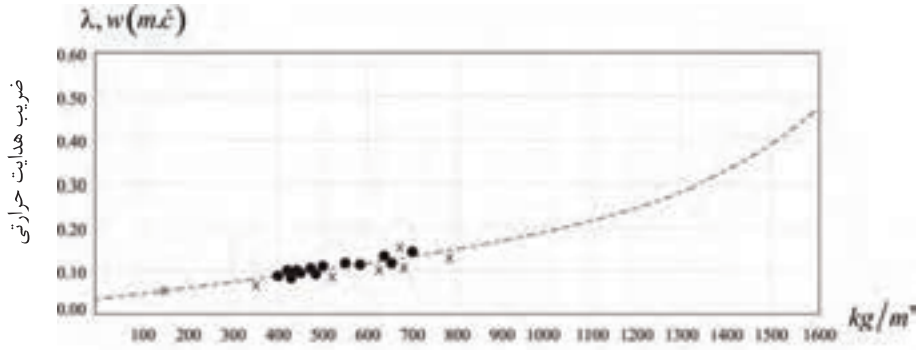
ج) قابلیت هدایت حرارتی چوب

فاکتورهای زیادی بر هدایت حرارتی λ چوب مؤثر هستند:

یکـــی از مؤثرترین فاکتورها جرم مخصوص چوب اســـت (نمـــودار ۱-۵). با افزایش جرم مخصوص چوب خشـــک هدایت حرارتی افزایش می‌یابد و این به خاطر بالا بودن هدایت حرارتی چوب نســـبت به هوا اســـت به طوری که ۲۰ برابر بیشـــتر از هوا اســـت. هدایت حرارتی هوا در حـــدود۰/۰۲۵۳ اســـت و چـــوب بـــدون منافـــذ با جـــرم مخصـــوص $1560 kg/m^3$ در حدود ۵٪ ≅ ۲۰×۲۵۳٪ ضریب هدایت حرارتی دارد.

$$\lambda = \frac{kcal}{mh^{\circ}c}$$





جرم مخصوص چوب کاملاً خشک

نمودار ۱-۵- هدایت حرارتی چوب

د) قابلیت سوخت و گرمازایی چوب

شکل۷-۵- اتو

از دیگر خواص فیزیکی چوب قابلیت سوخت و گرمازایی آن است. به‌طوری‌که چوب پس از قرار گرفتن در دمای ۲± ۱۰۳ درجه سلسیوس آب آغشتگی خود را به مرور از دست می‌دهد. نمونه‌ای از چوب مورد نظر را می‌توان با دستگاه خشک‌کن آزمایشگاهی (اتوو) با تنظیم دمای فوق به صفر درصد رطوبت رساند.(شکل ۷-۵)

تجزیه گرمایی چوب از ۱۶۰ سلسیوس به بالا شروع می‌گردد و تغییر رنگ چوب نیز از این مرحله حرارتی به بالا صورت می‌گیرد و مواد فرار از قبیل الکل، گازهای co و co_2 از چوب خارج می‌شوند، در این مرحله اگر اکسیژن به مقدار لازم به چوب برسد، با یک جرقه امکان آتش‌سوزی وجود دارد. در دمای بیش از ۲۲۰°c گازهای خروجی از چوب شعله‌ور می‌شوند و لذا دمای ۲۳۰°c را نقطه شعله‌وری می‌نامند. در دمای ۲۶۰°c چوب بدون شعله خارجی به خودی خود به سوختن ادامه می‌دهد که آن را نقطه سوختن یا آستانه آتشگیری می‌گویند.

شکل ۸-۵- اشتعال چوب

با افزایش دما تا ۴۰۰°c چوب بدون شعلهٔ تأثیرگذار خارجی به سوختن ادامه می‌دهد، (شکل ۸-۵) به این مرحله نقطه اشتعال می‌گویند. با ادامه آتش و نفوذ آن به عمق چوب در چوب‌های خشک حرارت ۱۸۰۰°c خواهد بود در چوب‌های مرطوب این مقدار حرارت کمتر بوده و مقدار آن در حدود ۱۳۰۰°c است.

قدرت گرمازایی چوب و سایر مواد در (جدول ۳-۵) قابل رؤیت می‌باشد.

جدول ۳-۵- قدرت تولید گرما زایی چوب و مواد دیگر

ردیف	ماده	قدرت گرما زایی به Kcal/kg
۱	چوب سوزنی برگان	۴۶۰۰
۲	چوب پهن برگان	۴۳۰۰
۳	زغال سنگ	۷۵۰۰
٤	گاز بوتان	۱۲۰۰۰

خواص صوتی

تعریف صدا: هر پدیده ارتعاشی موجی شکل که در رسانه‌های الاستیک یا اجسام الاستیک با تواتر بین ۱۶ تا ۲۰۰۰ هرتز ایجاد شده و به صورت حسی دریافت شود را صدا می‌نامند.

اگر به قطعه چوبی با چکش، ضربه‌ای وارد شود چوب با تواتر طبیعی یا طنین خود، شروع به ارتعاش می‌کند. این ارتعاش، امواج صوتی را به سمت هوای اطراف منتشر می‌کند.

چوب یک ماده الاستیک مناسب است و صوت را به خوبی منتشر می‌سازد. در جهت الیاف ۱۶ برابر و در جهت عمود برالیاف ۳ الی ۴ برابر بیشتر از انتشار صوت در هوا می‌باشد.

صدا به عنوان یک پدیده موجی، به وسیله خواص فیزیکی زیر مشخص می شود:

طول موج ، دامنه، تواتر و سرعت صوت. از آنجا که یک موج صوتی در یک محیط یکنواخت (همگن) با سرعت معین حرکت می‌کند، از این‌رو رابطه مشخصی بین تواتر f و طول موج λ وجود دارد که به صورت زیر است:

$$V = \lambda f \text{ یا } \lambda = \frac{v}{f}$$

سرعت صوت (V) تأثیر پذیر از گونه چوبی، جرم مخصوص، جهت الیاف، رطوبت چوب، دمای آن و تواتر امواج متفاوت است. با افزایش رطوبت انتشار صوت کاهش می‌یابد، یکی از ارزیابی‌های کیفی چوب آزمایش میزان انتشار صوت می‌باشد . به‌طوری‌که به هنگام خرید چوب ابتدایی‌ترین روش ارزیابی، وارد کردن ضربه به چوب و گوش دادن به انعکاس صدا می‌باشد. اگر صدا خوب انتشار یابد حکایت از سالم بودن چوب دارد در غیر این صورت چوب دارای پوسیدگی می‌باشد.

شکل ۹-۵- چوب توت

البته این روش پایه علمی ندارد و یک روش تجربی عملی می‌باشد. که امروز با وجود ابزارهای دستی و آزمایشگاهی دقیق توصیه نمی‌شود. بعضی از چوب‌ها ذاتاً مستعد انتشار صدا می‌باشند مانند چوب‌های توت (شکل ۹-۵)، گردو (شکل ۱۰-۵)،که در ساخت ادوات موسیقی از آنها استفاده می‌شود.

شکل ۱۰-۵- چوب گردو

در درصد رطوبت $M = 5-7$ سرعت انتشار صوت در جهت موازی الیاف بین $3200-5200\ m/s$ و در جهت عمود بر الیاف بین $900-1500\ m/s$ است. هر چه مقدار رطوبت افزایش یابد، سرعت انتشار صوت کاهش می‌یابد. هر چه تارها یا الیاف چوب موازی یکدیگر (راست تار) بوده و چوب، فاقد گره باشد، محیط مناسب‌تری برای انتشار صوت است. سرعت انتشار امواج پیچش اکوستیک به مدول پیچشی G بستگی دارد، بر اساس رابطه زیر:

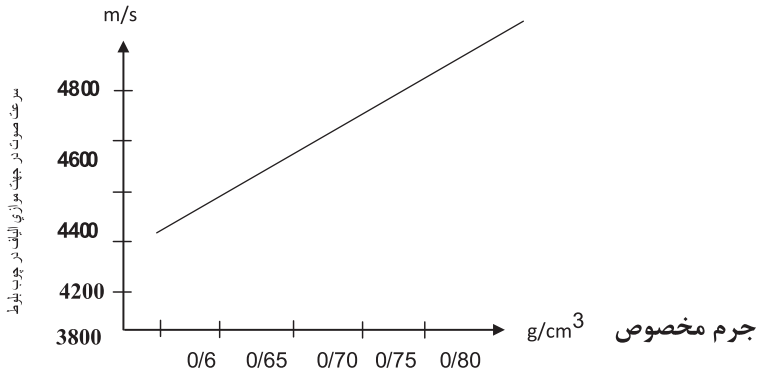
$$V = \sqrt{\frac{G}{D}}$$

از این رو موادی که ساختمان آنها همگن و هرسو یکسان است، امواج صوتی را به‌طور منظم و یکنواخت در همه جهت منتشر می‌کنند، ولی در چوب این امواج به دلیل پدیده هرسو نایکسانی به طریق دیگری انتشار می‌یابند.

با توجه به این که جرم مخصوص(D) در یک قطعه چوب مشخص، ثابت است. بنابراین نسبت سرعت صوت در جهت موازی طول الیاف($V_{\parallel}$) به سرعت صوت در جهت عمود بر الیاف ($V_{\perp}$) به صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$\frac{V_{\parallel}}{V_{\perp}} = \sqrt{\frac{E_{\parallel}}{E_{\perp}}}$$

(پارامتر E یا مدول الاستیسیته (مدول یانگ) در بخش مکانیک آمده است.)

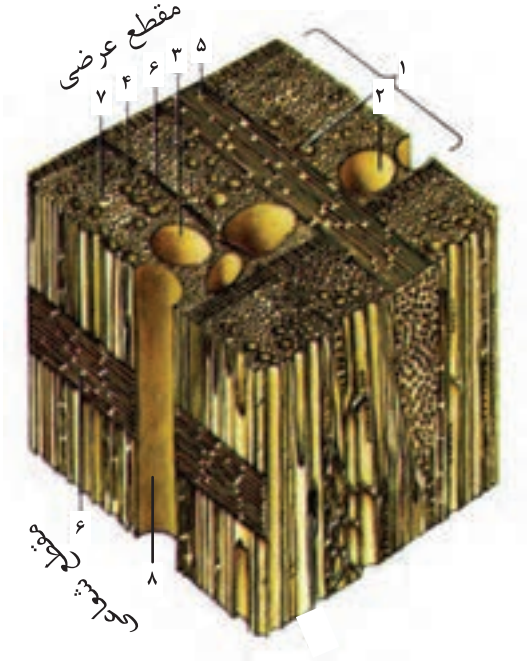


نمودار ۱ : همبستگی سرعت صوت در جهت موازی الیاف و جرم مخصوص در چوب بلوط به دو صورت اتفاق می‌افتد.

صوت در چوب

صوت در چوب به دو صورت اتفاق می‌افتد.

الف) صوت جذب چوب شده و در مدت زمان کوتاهی از شدت آن کم شده و محو می‌شود. این خاصیت را اکوستیک می‌گویند . دلیل این پدیده ساختار متخلخل چوب است. (شکل ۱۱-۵)



پرسپکتیو سه بعدی میکروسکوپ‌ها از چوب توس خاصیت تخلخل با مشخصات زیر آورده شده است.

۱- دوره رویش سالیانه
۲- حفره آوندی تابستانه
۳- حفره آوندی بهاره
۴- پره چوبی در مقطع مماسی
۵-پره چوبی در مقطع عرضی
۶- پره چوبی در مقطع شعاعی
۷- فیبر
۸- کانال آوندی

شکل ۱۱-۵ - تخلخل در مواد مرکب

ب) چوب می‌تواند صوت را منتشر کند و باعث تقویت صوت شود و حتی صوت را تولید کند این خاصیت را طنین می‌گویند. مانند انواع ادوات موسیقی چوبی و این می‌تواند به دلیل جهت‌دار بودن الیاف چوب باشد. (شکل ۱۲-۵)

شکل ۱۲-۵ انواع ادوات موسیقی

مقاومت امواج صوتی ، کاهش انتشار صوت (اکوستیک) در چوب

سرعت انتشار صدا در جهت الیاف چوب تقریباً به اندازه سرعت انتشار فلزات است در جدول ۴-۵ این انتشار برای تعدادی از مواد ذکر شده است.

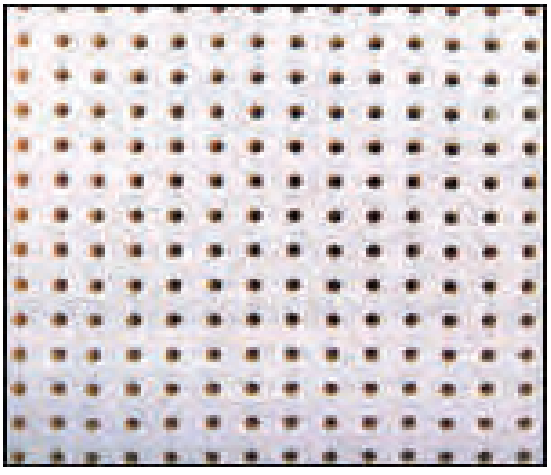
در خصوص انتخاب چوب برای ساخت آلات موسیقی توجه به جرم مخصوص چوب ضروری می‌باشد.

چوب و مواد چندسازه چوبی ماده‌ای متخلخل هستند، و لذا می‌تواند صدا را جذب کند و یا شدت آن را کاهش دهد.

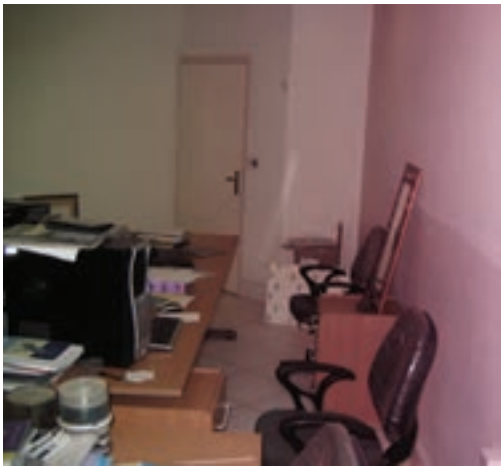
صدا به هنگام برخورد با سطوح زبر و قابل نفوذ جذب می‌شود شکل(۱۳-۵) ولی اگر با جسم صیقلی و صاف و غیر قابل نفوذ برخورد کند برگشت می‌کند و انعکاس صوت به وجود می‌آید شکل (۱۴-۵). لذا در سالن‌های استودیو و سالن‌های سینما و مشابه آن بخشی از فضای دیوار و سقف به شکل و فرم خاص و دکوراسیون زیبا از مواد عایق صدا پوشانده می‌شود. تا هم صوت را جذب نموده، و از انعکاس صدا نیز جلوگیری نماید، و هم به زیبایی و تغییر و ایجاد تنوع در پوشش‌های دیوار و سقف کمک می‌کند. حال برای دو سؤال زیر چه پاسخی دارید؟

۱- چرا باید صدا جذب شود؟

۲- خاصیت اکوستیک چه فوایدی دارد؟



شکل ۱۳-۵



شکل ۱۴-۵-دیوارهای صیقلی و تشدید صوت

صداهای قابل شـــنیدن در هوا، نوعی انرژی جنبشی هستند. آستانه شنوایی آن به انرژی محدود $10^{-16} w/cm^2$ (معادل صفر دسی بل db) محدود می‌گردد ، دامنه بالاتر که آستانه دردناکی نامیده می‌شود $10^{-4} w/cm^2$ (معادل ۱۲۰ db) است. دامنه صوتی که باید توسط گوش انسان تحمل شود، بسیار وسیع است که در (جدول ۵-۵) نشان داده شده است.

پدیده جذب صوت از موضوع عایق صوتی کاملاً متمایز است جذب صوت در مورد اجسام سبک و متخلخل مطرح می گردد در صورتی که عایق صوتی در مورد اجسام سنگین و غیرقابل نفوذ نسبت به هوا قابل طرح است. لذا در اجسامی مانند تخته چوب و سیمان (شکل۱۵-۵) دارای تخلخل بیشـــتر و زمینه ورود صدا فراهم است، در مواد و مصالحی مانند تخته mdf با ایجاد کانال‌های ورودی صدا به داخل آن می توان مواد جاذب صوت تولید کرد که به عنوان مواد اکوستیک در ساختمان‌های مسکونی، استودیوها مورد استفاده قرار می گیرند. شکل (۱۷و۱۶-۵)

شکل ۱۵-۵- تخته چوب و سیمان با خاصیت جذب صوت

شکل ۱۶-۵- تخته MDF با خاصیت جذب صوت

شکل ۱۷-۵- سالن مجهز به مواد جاذب صوت

جدول ۴–۵ – مقاومت موج صدا در مواد مختلف		
ردیف	ماده	مقاومت موج صدا(dyn. S/CM)
۱	فولاد	۳۹۵×۱۰
۲	آهن مفتولی	۲۵۸×۱۰
۳	برنج	۲۳۴×۱۰
۴	برنز	۱۶۸×۱۰
۵	چرم	۸۲/۵×۱۰
۶	چوب تیک	۳۷×۱۰
۷	چوب نراد	۲۲×۱۰
۸	چوب راش	۲۰×۱۰
۹	آب	۱۴×۱۰
۱۰	لاستیک	۱×۱۰
۱۱	هوا	۰/۰۰۴×۱۰

جدول ۵–۵– شدت صوت قابل شنیدن برای انسان			
ردیف	منبع صوت	واحد قراردادی	دسی بل
۱	حد دردناکی	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۲۰
۲	موتور هوا در فاصله ۱/۵ متری	۱,۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۱۰
۳	کابین هواپیما پرواز عادی	۱,۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰
۴	موسیقی زننده رادیو در اتاق	۱,۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۹۰
۵	عبور و مرور سنگین جریان هوا	۱,۰۰۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰
۶	دفتر کار	۱,۰۰,۰۰۰	۵۰
۷	مکالمه عادی	۱,۰,۰۰۰	۳۰
۸	پچ پچ کردن در فاصله ۱/۲ متری	۱۰۰	۲۰
۹	خش خش برگ ها	۱۰	۱۰
۱۰	حد شنوایی	۱	۰

تحقیق کنید

۱- عوامل مؤثر بر هدایت الکتریکی چوب را بررسی کنید.

.....

.....

۲- تیمارهای مؤثر بر خواص دی الکتریک چوب را بررسی کنید.

.....

.....

۳- ضریب انبساط حرارتی چوب و سایر مصالح و مواد را مقایسه کنید.

.....

.....

.....

۴- در خصوص انتشار صوت در چوب تحقیق کنید.

.....

.....

۵- در خصوص خاصیت اکوستیک چوب مطالعه کنید.

.....

.....

خودآزمایی

۱- درصد رطوبت لازم برای عایق بودن چوب را توضیح دهید.

۲- خواص دی‌الکتریک چوب اصلاح شده را شرح دهید.

۳- کدام خاصیت چوب را آمونیاک اصلاح می‌کند؟

۴- گرمای ویژه چوب را شرح دهید.

۵- سرعت صوت در چوب به کدام عوامل بستگی دارد؟

۶- حداقل و حداکثر شنوایی انسان چقدر است؟

۷- در چه وضعیتی صدا جذب سطوح می‌شود؟

۸- چرا صدا انعکاس پیدا می‌کند؟

نمونه سؤال امتحان نهایی

۱- (دی ماه ۸۶) ضریب جذب صوت در چوب چیست؟

نسبت مقدار انرژی جذب شده به کل انرژی برخورد کرده با چوب را اصطلاحاً ضریب جذب صوت گویند.

۲- (خرداد ماه ۸۷) حرارت چه تأثیری بر مقاومت الکتریکی چوب خشک دارد؟

بالا رفتن درجه حرارت باعث کاهش مقاومت ویژه الکتریکی چوب خشک می‌شود.

۳- (شهریور ماه ۸۷) رطوبت چه تأثیری در سرعت انتشار صوت در چوب دارد؟

وجود رطوبت در چوب سبب کاهش سرعت انتشار صوت می‌شود.

۴- (دی ماه ۸۷) ضریب دی‌الکتریک چوب را تعریف کنید.

عبارت است از نسبت ظرفیت نگهداری الکتریکی چوب (C_1) به ظرفیت نگهداری الکتریکی هوا یا خلأ (C_2)

$$\varepsilon = \frac{C_{\text{چوب}}}{C_{\text{خلأ}}}$$

۵- (خرداد ماه ۸۸) عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی چوب را نام ببرید.

درصد رطوبت، حرارت، دانسیته، جهت الیاف

۶- (شهریور ماه ۸۸) خاصیت آکوستیک چوب را تعریف کنید. دو مورد از موارد اهمیت آن را ذکر کنید.

وقتی انرژی صوتی با چوب برخورد می‌کند چوب قسمتی از انرژی صوتی را در خود جذب نموده و بقیه را در هوا منعکس می‌سازد. این خاصیت ویژه جذب انرژی صوتی و انعکاس صوت را اصطلاحاً «خاصیت آکوستیک چوب» می‌گویند. استودیوهای رادیو و تلویزیون، سالن‌های سینما، سالن‌های سخنرانی

۷- (دی ماه ۸۸) سرعت انتشار صوت در چوب به چه عواملی بستگی دارد؟

جرم مخصوص و خاصیت ارتجاعی چوب

«قدرت گرمادهی یا گرمازایی مطلق چوب» را تعریف کنید. واحد آن را بنویسید.

مقدار حرارت تولیدی توسط یک وزن معین چوب در طی روند احتراق (سوختن) که بر حسب کالری اندازه‌گیری می‌شود.

۸- (خرداد ماه ۸۹) ضریب هدایت حرارتی چوب را تعریف کنید.

عبارت است از مقدار حرارتی که در مدت یک ساعت و یا یک ثانیه از قطعه چوبی به مساحت یک متر مربع به ضخامت یک متر و یا یک سانتی‌متر مربع به ضخامت یک سانتی‌متر می‌گذرد در صورتی‌که اختلاف حرارت بین دو سطح یک درجه سانتی‌گراد باشد.

۹- (شهریور ماه ۸۹) مقاومت ویژه الکتریکی چوب را با ذکر فرمول تعریف نمایید.

مقاومت الکتریکی یک سانتی‌متر مکعب چوب را اصطلاحاً مقاومت ویژه الکتریکی چوب می‌گویند.

$$r = R \times \frac{A}{D}$$

۱۰- (دی ماه ۸۹) خاصیت طنین چوب را تعریف نمایید.

چوب می‌تواند صدا را تشدید و تقویت نموده، به صورت امواج صوتی در هوا منتشر کند. این خاصیت چوب را خاصیت طنین چوب گویند.