

عنوان عملیات

صفمه

عایق کاری

۱	فصل ۷ عایق کاری
۲	عایق کاری رطوبتی ۱-۷
۶	عایق کاری حرارتی (گرمابندی ساختمانها) ۲-۷
۱۸	عایق کاری صوتی (صدابندی ساختمانها) ۳-۷

نام و امضای تصویب کننده

نام و امضای تأیید کننده

نام و امضای تهیه کننده

ناینده مدیریت در امور کیفیت آقای احمد رضا رضائی	معاونت اجرایی مهندس محمد زیری	دئیس دفترفنی شعبه شمالغرب مهندس محمدرضا شیخ زاده

مهر اعتبار



IN.QD.16

تدمیری

صفمه ۱۱ از ۲۲

شماره جا لگزی:	۰۸۷۱۱۰۰۰۰۰۰
تاریخ بازنگردی:	۱۱/۱۱/۸۷

عنوان عملیات

صفحه

عایق کاری

۲

فصل ۷ عایق کاری

۲

۱-۷ عایق کاری رطوبتی

۶

۲-۷ عایق کاری حرارتی (گرمابندی ساختمانها)

۱۸

۳-۷ عایق کاری صوتی (صدابندی ساختمانها)

نام و امضای تصویب کننده

نام و امضای تأیید کننده

نام و امضای تهییه کننده

نماینده مدیریت در امور کیفیت آقای احمد رضا رضائی	معاونت اجرائی مهندس محمد زبیری	رئیس دفتر فنی شعبه شمالغرب مهندس محمد رضا شیخ زاده

مهر اعتبار





۷- عایق کاری

۷-۱- عایق کاری (طوبتی)

وجود نم ساختمان سبب فساد و خوردگی اجزای باربرو غیر باربر میشود و به استحکام و زیبایی آنها لطمه میزند، کیفیت عایق کاری حرارتی را به مخاطره میافکند و بخاطر فراهم آوردن شرایط مساعد برای رشد قارچ، کفک، بهداشت ساختمان را با اشکال موافق میسازد از اینtro برای دوام بیشتر و حفظ پایانی، اینمی، زیبایی، راحتی و بهداشت ساختمان، عایق کاری رطوبتی امری الزامی است در عایق کاری با قیر گونی رعایت نکات زیر الزامی است.

۱- عایق کاری به هنگام بارندگی مجاز نیست

۲- عایق کاری بر روی سطوح مرطوب مجاز نیست

۳- قیرهای جامد را تا هنگامی که گرم و روانند باید به مصرف رساند

۴- عایق کاری در دمای کمتر از 4°C درجه سانتیگراد نباید انجام شود

۵- قیرهای مورد مصرف را نباید بیش از 177°C درجه سانتیگراد گرماداد

۶- راه رفتن روی سطوح عایق کاری شده و مصالح عایق پیش ساخته باید با احتیاط و با استفاده از کنش های بدون میخ و یا با یک قطعه گونی زیر و روی کفش عادی را پوشاندو از آنها استفاده کرد

۷- مصرف میخ برای محکم کردن لایه های عایق کاری به هیچ وجه مجاز نمی باشد

۸- از افتادن اشیاء بر روی سطوح عایق کاری شده باید جدا جلوگیری نمود.

۹- لایه های عایق باید از هر طرف حداقل ۱۰ سانتی متر همیگر را بپوشاند و با قیر مناسب کاملاً بهم چسبانده شوند در هم پوشانی لایه های باید دقیق نمود که لایه های روئی در سمتی قرار گیرند که مطابق شیب بندی انجام شده آب از روی آنها به سمت لایه زیری سرازیر گردد.

۱۰- هنگامی که عایق کاری در بیش از یک لایه انجام میشود لایه های متواالی عایق باید عمود بر هم قرار گیرند هر لایه از عایق کاری پس از تکمیل و پیش از شروع لایه بعدی باید مورد بازدید و تائید مسئولین اجرایی کارگاه قرار گیرند و باید از هر گونه آسیب و رویاروئی با عوامل مضر و مصالح خورنده مانند آهک محافظت گردد.

۱۱- سطوح عایق کاری شده باید پس از تکمیل با لایه محافظتی پوشانده شود

۱۲- ایجاد زیرسازی مناسب برای انجام عایق کاری ضروري است

جهت زیر سازی مناسب بایستی پس از ایجاد شیب جزئی (بین ۱ تا ۳ درصد) با بتون سبک، پوکه و نظایر اینها، باید زیر سازی عایق کاری با اندود ماسه سیمان نرم به نسبت ۱:۳ و یا با ماسه آسفالت نرم به ضخامت $1/5$ تا ۳ سانتی متر انجام شود و سطح آن کاملاً صاف گردد سطوح زیر عایق کاری باید کاملاً محکم، صاف و تمیز باشند.



شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰



- الف - عایق کاری بام های تخت (با شیب تا ۱:۶) و تراسها، بالکن ها
- ۱- سطح زیرسازی سیمانی یا ماسه آسفالت باید کاملاً تمیز شوند
 - ۲- یک قشر قیر ۶۰/۷۰ بصورت مذاب و به میزان حدود ۲ کیلوگرم در متر مربع یکنواخت بر روی سطوح افقی و قائم بام پخش گردد مصرف قیر RC2 در هوای سرد بهتر از قیر مذاب است
 - ۳- یک لاکونی خشک تمیز بر روی سطح قیر اندود پهن نموده و پس از رفع چروک خوردگیهای احتمالی آنرا بر روی سطح بام فشار دهند به قسمی که در همه جا کاملاً به لایه قیر بچسبد.
 - ۴- لایه ای از مخلوط هموزن قیر ۷۰/۶۰ و قیر دمیده (برای افیمهای معتدل و سرد قیر ۸۵/۲۵ و برای نواحی گرسیز و نقاط گرم ساختمان قیر ۹۰/۱۵) بحالت مذاب و به اندازه ۱/۵ کیلوگرم بر متر مربع بصورت یکنواخت بر روی گونی پخش گردد.
 - ۵- یک لاکونی دیگر با شرایطی که در بند ۳ گفته شد عمود بر لایه زیرین بر روی سطح قیر اندود گستردہ شود.
 - ۶- چنانچه عایق کاری مطابق نقشه ها و مشخصات بیش از ۲ لاکونی و ۳ قشر قیر باشد لایه های بعدی قیر و گونی بر طبق بندهای ۳ و ۴ اجرا گردد.
 - ۷- قشری از مخلوط قیر مذاب ۶۰/۷۰ و قیر دمیده به نسبت ۱ به ۲ و به میزان ۱/۵ کیلوگرم در متر مربع بر روی آخرين لایه گونی پخش گردد.
 - ۸- لایه های عایق قائم دیوارهای دست انداز پیرامون بام، دور محل عبور کانالهای هوا، هوکشها و دودکشها و نوله های تأسیسات و مانند اینها را باید حداقل ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح بام اجرا نموده و به عرض حداقل ۱۰ سانتیمتر بطور افقی روی دیوار برگرداند و لایه محافظ عایق روی آنها را اجرا کرد برای جلوگیری از تماس لایه های عایق قائم با سطوح گرم و دودکشها باید قبل از عایق کاری دور دودکشها را یا یک لایه عایق حرارتی با مصالح مجوف پوشانده و سپس اقدام به عایق کاری قائم نمود.
 - ۹- در لبه های بالکنها و تراسها در نقاطی که بجای دیوار جان پناه، نرده پیش بینی شده است باید ماهیچه ای از ملات سیمان ۱:۳ به ضخامت حداقل ۵ سانتیمتر ایجاد گردد و عایق کاری روی آن اجرا شود
 - ۱۰- عایق کاری محل لگچه ناوдан باید با دقیق انجام گرد و در این محل لایه اول عایق باید تا داخل ولوله آبرو ناوдан اجرا شود، سپس کف خوابی به ابعاد حداقل 50×50 سانتیمتر از ورق مسی یا فولاد گالوانیزه بر روی این لایه عایق قرار داده شود لایه های بعدی عایق روی این کف خواب اجرا و تا داخل ولوله کف خواب ادامه یابد و بالاخره صافی آبرو بر روی آنها قرار داده شود چنانچه محل ناوران در گوشه بام قرار گیرد کف خواب باید شکل مهندسی مناسب بوده و در محل برخورد با دست انداز یا دیوار دارای لبه های قائم باشد.

ب - عایق کاری رطوبتی بام های شیبدار (شیب با بیش از ۱:۶)، قوسی و گنبدها

- ۱- در مناطقی که شیب با م کم بوده و بوران خیز است و امکان ورود آب به زیر سقف وجود دارد محل درز قطعات پوشش باید با ماستیک مناسبی کاملاً آب بندی شود.



شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰



۲- محل برخورد قطعات شبکه با دیوارهای قائم نظیر دیوار همسایه، دیوار دودکش ، دست انداز، محل عبور هواروها و نظایر آن باید با قطعات فلزی یا ماستیک و یا اعمال تمهدات دیگر کاملاً درزبندی و آب بندی شوند محل تخلیه آب به آبروها و ناوданها نیز به همین ترتیب باید درزبندی و آب بندی شود.

۳- کناره‌های بام نیز باید با ورقه‌های فلزی پوشانده شده و در انتهای خارجی بصورت آبچکان خمکاری و یا فتیله شوندتا از ریختن آب بر روی نمای ساختمان جلوگیری شود
توضیح : در این موارد بهتر است از عایق هائی که دربرابر گرما و تابش آفتاب نرم و روان نمی‌شوندو در سرمای زمستان ترک نمی‌خورند بهره برد.

پ - عایقکاری کف آشپزخانه، سرویس‌های بهداشتی و فضاهای مشابه
نحوه عایقکاری عیناً همانند عایقکاری بام است با این تفاوت که عایقکاری قائم پای دیوارها در این مکانها تا ۱۵ سانتیمتر بالاتر از بالاترین نقطه‌ای که امکان ریزش آب و تجمع آن وجود دارد (مانند لبه وان و زیر دوش) ضروری است نظر به اینکه تغییرات درجه حرارت در داخل ساختمان از بام آن کمتر است لذا مصرف قیر ۱۰۰/۱۵ ترجیح داده می‌شود در محل کفسور آشپزخانه و حمام و محل نصب کاسه توالت باید دقت شود که لایه‌های عایق تا داخل لوله فاضلاب امتداد یابدو سپس نسبت به نصب لوازم بهداشتی اقدام گردد محل کاسه توالت را بایدبا ماسه نرم و کم سیمان اندود کردو با فشار دادن کاسه توالت بر روی آن سطح ملات را به شکل کاسه توالت درآورد و روی آنرا با ماسه سیمان لیسه‌ای اندود نمود پس از خشک شدن اندود عایقکاری کف انجام خواهد شد.

ت - عایقکاری شالوده‌ها و دیوار زیرزمین

لایه افقی عایق رطوبتی دیوارها باید بالاتر از کرسی چینی و در ارتفاع حداقل ۱۵ سانتیمتر بالاتر از رقوم محوطه و بصورت یکپارچه و پیوسته اجرا شود عایقکاری قائم دیوارها به اندازه حداقل ۱۰ سانتیمتر نیز ضروری است بدیهی است عایق افقی و قائم دیوارها از جمله عایق قائم دیوارهای زیرزمین باید رعایت گردد.

دو روش برای عایقکاری دیوار زیرزمین متداول است :

روش اول در موقعیت بکارگرفته می‌شود که عمق زیرزمین کم و خطر ریزش خاک اطراف زیرزمین وجود نداشته باشد.

در این روش ابتدا تیغه محافظ عایق اجرا شده و روی آن ملات ماسه سیمان و عایق قائم انجام و سپس دیوار اصلی زیرزمین ساخته می‌شود. در روش دوم که مخصوص زمینهای ریزش و عمق‌های زیاد است ابتدا عایق افقی زیر دیوار زیرزمین را اجرا می‌کنند پس از دیوار سازی، پشت آنرا باملات ماسه سیمان اندود نمود، و بعد از عایقکاری اقدام به ساختن تیغه محافظ عایق می‌کنند.

ث - عایقکاری نماها

دیوارهای ساختمان که درمعرض بوران قرار می‌گیرند پس از سمت داخل ساختمان خیس می‌شوند ایزرو در مناطق بوران خیز علاوه بر اتخاذ تدبیری نظیر پیش بینی ایوان و پیش آمدگی در سمت ورزش باد باید قستهایی از دیوارها را که در معرض بوران قرار می‌گیرند، عایقکاری کرد چنانچه میزان بارندگی کم یا مدت آن کوتاه باشد میتوان با افزودن قدری آهک در ملات اندود سیمانی نما آنرا تا حدود زیادی آب بندی کرد .

ج - عایقکاری کف پارکینگ در طبقات



شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰

چنانچه کف پارکینگ در طبقات شسته میشود در این صورت عایقکاری آن الزامی است روش عایقکاری همانند سایر کفها است فقط باید توجه داشت که لایه های عایق در کف پارکینگها زیر فشار بیشتری قرار گیرد و از اینرو تعداد لایه های بیشتری برای عایقکاری لازم است.

گرمای زیاد سبب روان شدن قیر میشود در مناطق گرم خصوصاً در لایه های نهایی باید قیر مناسبی انتخاب شود که در گرمای زیاد روان نشود در مناطقی که اختلاف درجه حرارت روز تابستان با شب زمستان زیاد باشد باید از قیرهای دمیده $R90/15$ با $R80/25$ در عایقکاری لایه آخر و از مخلوطی از این قیرها با قیر $R80/100$ یا $R60/70$ یا $R40/50$ استفاده کرد و در مناطقی که گرمای هوا در فصل تابستان در سایه حداکثر به ۵۰ درجه سانتیگراد و بیشتر برسد باید از قیر خالص $R40/50$ استفاده شود چنانچه حداکثر گرما به ۴۰ درجه سانتیگراد برسد باید از قیر خالص $R60/70$ استفاده گردد و در حالیکه حداکثر گرما به ۳۰ درجه برسد باید قیر خالص $R80/100$ مصرف شود.

لایه محافظ در مورد سطوح افقی بام میتواند از موزائیک فرش یا حدود ۳ سانتیمتر ماسه آسفالت انتخاب گردد چون در نواحی گرم و خشک روغن های موجود در قیرپس از مدت کوتاهی می پرند قشر ماسه آسفالت ترک می خورد و بتدریج خرد واژ هم متلاشی می گردد بهتر است در این مناطق از پوشش موزائیک به رنگ روشن روی ماسه آسفالت به عنوان یک اقدام احتیاطی و اضافی استفاده گردد بدینهی است در این صورت ماسه آسفالت را میتوان به ضخامت $1/5$ تا 2 سانتیمتر اجرا کرد و از ضخامت ملات با ماسه زیر موزائیک کاست بطور کلی عایق رطوبتی را در حین اجرا و در دوره بهره برداری از ساختمان باید از سرمای زیاد (یخ زدگی) ، گرمای زیاد

و اشعه ماوراء بنفش خورشید، شعله حریق و حرکات سازه ای و ساختمانی و صدمات شیمیائی حفظ کرد.

جهت آزمایش عایقکاری سطوح شبی دار میتوان با پاشیدن آب بر روی آنها مشابه یک بارندگی شدید آزمایش کرد و برای بام های تخت و کف سرویسها و نظایر آن باید تمامی آبروها و کفسورها را موقداً با مصالحی مانند ورقه های پلاستیکی و پارچه کهنه و گل رسی مسدود نموده روی عایق رابه ارتفاع حدود ۵ سانتیمتر از بالاترین نقطه آب بست و بمدت 24 ساعت به همین حال نگاهداشت.

ویژگی گونی کنفری برای عایقکاری رطوبتی :

وزن یک متر مربع از آن حداقل 310 گرم می باشد و ظاهر آن دارای بافت یکنواختی باشد و اندازه چشمی آن در جهت تارو پود آن حداقل $2/2$ میلیمتر و حداکثر $5/2$ میلیمتر و ضخامت آن حداقل 3 میلیمتر باشد.

۷-۲- عایقکاری هزاری (گرما بندی ساختمانها)

به مرأه پیدایش مصالح ساختمانی جدید که نسبت به مصالح قدیمی مقاومترند ابعاد اعضاء ساختمانی از جمله ضخامت جدار خارجی ساختمانها (یعنی دیوارها، سقفها و کفها یا پوسته ساختمان) بحداقل کاهش پیدا کرده اند. بدنبال این کاهش گریز گرما از پوسته خارجی آسانتر صورت می گیرد.

در کشورهای صنعتی که تولید انرژی و گرما گران تمام می شود با تعییه عایق حرارتی در پوسته ساختمانها مقاومت حرارتی آنها را به میزان قابل توجهی افزایش داده اند ولی در کشور ما بدليل ارزانی سوخت وجود منابع سرشار نفت و گاز مسئله عایقکاری حرارتی ساختمانها از نظر دور مانده است، عایقکاری حرارتی ساختمانها در اقلیم های گرم نیز سبب کاهش بار تبرید و در نتیجه کاهش مصرف برق در فصول گرم خواهد شد. تقلیل سرمایه گذاری در تأسیسات تهویه و شوفاز، جلوگیری از تعریق بخار در سطح داخلی پوسته ساختمانها

شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰

نواحی مرطوب و سالم سازی محیط زیست از دیگر نتایج عایقکاری حرارتی است. ذکر این نکته نیز ضروری است که استفاده از انرژی خورشید برای گرمایش در فصول سرد نیز مستلزم عایقکاری حرارتی است و بدون آن عملی نمی باشد.

میزان صرفه جوئی در انرژی و کاهش آلودگی محیط و تقلیل سرمایه گذاری در تأسیسات حرارتی و برونتی ساختمان بستگی به شرایط اقلیمی منطقه و کیفیت عایق بودن ساختمان دارد. در برخی کشورهای صنعتی با اعمال روش های نو در عایقکاری حرارتی ساختمان ها به نتایج شگفت انگیزی رسیده اند، احداث خانه هایی با تکنیک سوپر عایق در کشورهای صنعتی سرسیز، علیرغم تنزیل درجه حرارت محیط به حدود ۳۰- ۳۵ درجه سانتی گراد سبب شده است که مقدار انرژی و سوخت در انها به حدود ثلث آنچه در نواحی معتدل کشور مصرف می شود برسد.

علاوه بر هدایت حرارت از میان پوسته خروجی ساختمان یعنی سقف ها، دیوارهای خارجی ، در و پنجره ها و بالاخره کف طبقه زیرین ساختمان اعم از اینکه روی زمین چسبیده و یا معلق باشد راه دیگر تبادل گرم بازو بسته کردن درو پنجره ها و عمل تهویه است.

آئین نامه ها و مقررات ساختمانی هر کشور از جمله ایران تأمین شرایط آسایش حرارتی در فضاهای گوناگون زیست و کار رابصور اجباری و اختیاری مقرر داشته اند.

درجه حرارت فضای داخلی ساختمان از عوامل مهم در تأمین آسایش حرارتی است . از آنجا که درجه حرارت محیط خارج ساختمان در فصول مختلف سال و ساعات شبانه روزی دائمًا در تغییر است و بین فضاهای داخلی و محیط خارج تبادل حرارتی از راه های گوناگون صورت می گیرد، فشار داخلی کم و بیش تحت تأثیر تغییرات درجه حرارت در دامنه تغییرات مجاز، در فصول سرد به گرمایش و در اوقات گرم به سرمایش نیاز است.

گرمایش و سرمایش هر کدام به نوعی مستلزم مصرف انرژی هستند که علاوه بر از دست رفتن ذخائر تجدید نشدنی انرژی سبب آلودگی محیط زیست می شوند. به این ترتیب نقش عایقکاری حرارتی ساختمان ها در جهان امروز که در آن توجه فوق العاده ای به حفظ منابع انرژی و کاهش آلودگی محیط می شود ، روشن می گردد تبادل گرما از راه هدایت بوسیله پوسته خارجی ساختمان و از طریق تهویه انجام می گیرد. در این نوشته از نحوه عایقکاری حرارتی و جلوگیری از نشت هوا از درزها و ترکهای پوسته ساختمان بحث می شود. عایقکاری حرارتی تأسیسات گرمایش و سرمایش ساختمان در فصول و بخش های مربوط به تأسیسات توضیح داده شده اند.

راه های فرار گرما

راه های فرار گرما از ساختمان عبارتند از : زیر زمین، کف ها، دیوارها، بامها، درهای خروجی و پنجره ها. علاوه بر این وزش باد سبب ایجاد فشار مثبت یا منفی در اطراف ساختمان و درنتیجه عبور هوا از میان ترک ها و درزهای موجود در پوسته ساختمان می گردد.

زیرزمین ها



شماره بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰
تاریخ بازنگری:	



در صورتیکه زیرزمین ساختمان عایق بندی حرارتی نشده باشد تبادل حرارتی در آن صورت خواهد پذیرفت. درهای خروجی، پنجره‌ها و دیوارهای اطراف زیرزمین بویژه قسمت‌هایی که در تماس با محیط خارج ساختمان هستند راه‌های فرار گرما از زیرزمین بشمار می‌روند و از این طریق گرما به خارج نمود می‌کند. بسته به نوع خاک و شرایط آب و هوایی منطقه، قسمتی از دیوارهای اطراف زیرزمین بعمق حدود ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر از کف محوطه نیز سهم عده‌ای در اتلاف گرمای زیرزمین دارند، بندریج که عمق زیرزمین زیاد می‌شود گریز گرما از دیوارهای اطراف بواسطه وجود خاک کم می‌شود ولی باز هم دیوارها و کف زیرزمین مقدار معنابهی از گرمای ساختمان را بهدر می‌دهد. بدیهی است هر چه طبقات بالای زیرزمین بهتر گرمابندی شده باشند سهم اتلاف انرژی از طریق زیرزمین عایق نشده بیشتر خواهد بود و حتی ممکن است در ساختمانی یک طبقه به ۳۳ درصد نیز برسد.

کف‌ها

در کف زیرزمین‌ها و طبقه همکف معمولاً بتن‌ریزی بر روی قلوه سنگ انجام می‌شود که خود نوعی عایق حرارتی محسوب می‌شود و نیازی به عایقکاری اضافی نیست. زمین بمقدار زیادی از گریز گرما جلوگیری می‌کند و بیشترین مقدار گریز در محل برخورد کف با دیوارهای خارجی است.

سقف‌هایی که از زیر با هوا آزاد در تماس هستند (مانند سقف پارکینگ‌ها، محل بازی کودکان و پیش‌آمدگی سقف در خیابان) و برای طبقه بالا کف معلق محسوب می‌شوند و عاملی برای تبادل حرارتی به حساب می‌آیند و باید عایقکاری شوند.

دیوارهای خارجی

دیوارهای خارجی نازک سهم عده‌ای در گریز گرما دارند، این دیوارها چنانچه در معرض باد قرار گیرند گرمای بیشتری را تلف می‌کنند. مقدار گریز گرما از دیوارهای خارجی ساختمان بسته به جنس و ضخامت دیوارها و نیز تعداد طبقات ساختمان متغیر است و در ساختمان دو طبقه با زیرزمین ممکن است تا ۳۰ درصد هم برسد.

بام‌ها

بام‌ها نیز همانند دیوارهای خارجی بخشی از پوسته بحساب می‌آیند و بسته به جنس مصالح مصرفی، ضخامت، شکل و تعداد طبقات ساختمان مقدار گریز گرما در آنها تغییر می‌کند در ساختمان یک طبقه با زیرزمین می‌تواند تا ۱۷ درصد هم برسد.

درهای خارجی و پنجره‌ها

درهای خارجی و پنجره‌ها بویژه اگر درزبندی نشده باشند سهم عده‌ای را در اتلاف گرما بر عهده دارند. درها و پنجره‌های فلزی بیش از انواع چوبی و پلاستیکی گرما را هدایت می‌کند همچنین پنجره‌های تک شیشه بیش از پنجره‌های چندشیشه‌ای هادی گرما هستند.



شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰



درزها و ترکهای ساختمان

اختلاف فشار داخل ساختمان و محیط خارج، جابجایی هوا و نشت آنرا ایجاد می‌نماید. بخشی از هوای داخل ساختمان بعلت گرم شدن بسته بالا حرکت کرده و قسمتی از آن از راه تهویه طبیعی به خارج نفوذ می‌کند، در نتیجه هوای قست پائین که سردتر است نسبت به هوای بیرون دارای فشار منفی شده و هوای سرد از منافذ ریز به داخل ساختمان وارد می‌شود. وزش باد نیز بنحوی دیگر به ایجاد فشار مثبت و منفی در اطراف ساختمان کمک کرده و باعث نفوذ هوای سرد داخل ساختمان و خروج هوای گرم از آن می‌گردد.

قسمت‌هایی از ساختمان که به این امر کمک می‌کنند شامل: درها و پنجره‌ها هوابندی نشده و لق، دریچه‌های دسترسی به سقف کاذب و بام، کانال‌های تهویه و دیگر تأسیسات، دورکش‌ها، درزهای ساختمانی و نظایر آن می‌باشد. این نقاط ضعف در فصول سرد که گرمایش انجام می‌شود، در ساختمان‌های معمولی در هر یک تا دو ساعت باعث تعویض کامل هوای ساختمان می‌گردند و بدیهی است گرم کردن هوای سردی که به ساختمان وارد می‌شود مستلزم صرف انرژی و هزینه است.

اجرای عایق حرارتی

در اجرای عایق حرارتی نکاتی بشرح زیر باید رعایت گردد:

- در مکان‌های مرطوب باید از مصرف مصالح نمکش مانند پشم چوب و خرد کاغذ پرهیز کدو در صورت اجبار آنها را با یک لایه نم بند محافظت نمود.
 - در نقاطی که امکان آتش‌سوزی وجود دارد مصرف مصالح قابل احتراق منوع است، برخی از این مصالح را می‌توان با مواد ضد آتش غیر خورنده (مانند پشم چوب و خرد کاغذ) آغشته کرد و به مصرف رساند.
 - باید توجه داشت که پیوستگی عایق و قشر نم بندان حفظ شود.
 - چنانچه عایق قطعه‌ای در دو یا چند لایه اجراشود جهت قرار گرفتن عایق در هر لایه باید عمود بر لایه قبلی باشد.
 - عایق‌های انباسته معمولاً برای سقف‌ها مناسبند. در موقع مصرف باید حتی الامکان سطح صاف و ضخامت یکنواختی از آنها به وجود آید.
 - عایق‌های نرم در انواع پتوئی، قطعه‌ای، توپی و انباسته را باید بصورت پف کرده بمصرف رساند و از فشرده شدن آنها جلوگیری کرد زیرا از کیفیت آنها کاسته می‌شود.
 - در مناطق مرطوب و مکان‌هایی که امکان نفوذ رطوبت وجود دارد باید سطح مجاور عایق بخوبی تهویه شود تا امکان تعریق و تجمع آب تقلیل یابد.
 - روی سطوح ورقه‌ای پلی‌ستایرن نباید رنگ روغنی بکار رود زیرا خطر آتش سوزی افزایش پیدا می‌کند، سطح این قبیل مصالح باید بصورت طبیعی باقی بماند و در صورتیکه رنگ آمیزی آن لازم شود با یک لایه رنگ متخلخل یا ماده‌ای که اشتعال را به تأخیر اندازد پوشانده شود.
- نحوه اجرای عایق حرارتی در قسمت‌های مختلف ساختمان بشرح زیر است :

دیوارهای زیرزمین

شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰

دیوارهای زیرزمین را می‌توان از بیرون یا داخل گرمابندی کرد، گرمابندی از خارج سهولتر است، ضمناً دیوارها و شالوده آنها نیز از يخ‌زدگی مصون می‌مانند. در این حالت باید از صفحات پلی استایرن از نوع آب‌بند استفاده شود. عایق دیوارهایی که از زمین بیرون می‌مانند باید در برابر ضربه و آتش سوزی محافظت شوند، برای این منظور می‌توان از تخته‌های چند لا که به آنها مواد مناسب تزریق شده استفاده کرد و روی آنها را با تور سیمی یا رابیتس و اندوود سیمانی پوشاند و برای جلوگیری از نفوذ رطوبت از بالا با ورق فلزی نظیر مس یا فولاد گالوانیزه برجستگی عایق و قشر محافظ آنرا پوشاند، لبه زیرین قشر عایق و پوشش‌های آن بر روی خاک اطراف زیرزمین قرار داده می‌شود. در صورتیکه عایقکاری صحیح تری مورد نظر باشد بهتر است در محل برخورد سقف و دیوار نیز عایق دیوار بر روی سقف برگردانده شود. صفحات عایق در قسمت پائین دیوار در نقاط سردسیر باید بسمت خارج بر روی شالوده برگردانده شوند. بدیهی است در صورتیکه شالوده ساختمان پائین تر از خط تراز يخ‌زدگی اجرا شود این عمل نیست. چنانچه در نظر باشد از زیرزمین بعنوان محل زیست و کار استفاده شود گرمابندی از داخل راه حل مناسبی است گرچه در بعضی مناطق عایقکاری بخشی از دیوار مورد نیاز است ولی بهتر است گرمابندی کامل دیوارها از داخل بصورت یکپارچه انجام شود، زیرا عایقکاری قسمت‌های بالای دیوار، تنها جلو گریز گرما از قسمت‌های بالا را می‌گیرد و گرما از قسمت‌های زیرین دیوار به زمین اطراف راه می‌یابد. در صورتیکه برای عایقکاری داخلی از صفحات پلی استایرن سخت استفاده شده باشد برای جلوگیری از بروز آتش سوزی باید روی آنرا با تخته گچی پوشاند. دیوارهای زیرزمین هنگامی گرمابندی کامل می‌شوند که صفحات عایق تمام ارتفاع دیوار را پوشاند، در این صورت باید قبل از نصب صفحات عایق روی دیوار را نم بندی کرد. نم بندی را می‌توان با یک ورق پلی‌اتیلن یا پوشش متعارف دیگری انجام داد ولی لایه نم بند را نباید از تراز کف محوطه به بالا انجام دادو باید راهی برای گریز رطوبتی که اجباراً محبوس شده از بالای دیوار وجود داشته باشد. لایه نم بند در محل برخورد با کف باید بداخل زیرزمین برگردانده شود تا از ورود هوای حاوی بخار به پشت صفحات عایق حرارتی ممانعت بعمل آید و از تعريق و یخزدن احتمالی آن پیشگیری شود. صفحات عایق حرارتی بهتر است در محل کف نیز بعرض 30 تا 60 سانتیمتر برگردانده شوند.

عایقکاری کف‌ها

کف زیرزمین‌ها و طبقه همکف در قسمت وسط معمولاً نیازی به گرمابندی ندارند ولی در صورت لزوم، گرمابندی همانند عایقکاری پیرامون بنحوی که در بالا اشاره شد با صفحات پلی استایرن انجام می‌شود. عایقکاری حرارتی کف‌های طبقاتی که از زیر در مجاورت هوا قرار دارند با مصالحی نظیر پشم معدنی (یا پشم شیشه و پشم سرباره)، از زیر باسانی می‌تواند انجام شود. چنانچه عایق دارای لایه نم بند باشد یا بخواهد آنرا نم بندی کند این لایه باید چسبیده به زیر سقف یعنی در سمت گرم عایق قرار گیرد. سمتی از عایق را که در معرض دید قرار می‌گیرد می‌توان با مصالحی از قبیل تور سیمی یا رابیتس پوشاند و روی آنرا با ملات گچ یا سیمان اندوود کرد.



شماره بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰
تاریخ بازنگری:	



عایقکاری دیوارهای خارجی

عملی ترین و کم هزینه‌ترین راه برای عایقکاری دیوارهای خارجی، ساختن دیوار بصورت دو لایه با ایجاد فاصله هوایی بین آنها است که در این صورت برای ارتباط بین این دو لایه باید از مصالح عایقی نظیر پلاستیک‌ها استفاده شود تا از پل زدن گرما از یک لایه به لایه دیگر جلوگیری شود. جنس لایه‌ها ممکن است از سنگ، آجر، بلوك‌های بتقی توخالی و توپر، بتن سبک یا سنگین و تخته‌های فیبری یا گچی باشند. بلحاظ سازه‌ای ممکن است دیوارها درون قاب هائی قرار گیرند و یا مستقلًا و بطور مجزا چیده شوند فاصله بین دو لایه ممکن است با هوا اشغال شود که در این صورت فاصله بهینه از ۲۰ تا ۵۰ میلیمتر خواهد بود.

برای برخورداری از گرمابندی بهتر می‌توان این فاصله را با لایه‌ای از عایق حرارتی پرکرد. عرض قطعات عایق را باید قدری بزرگتر از محل آن بزید تا در موقع نصب جای خالی را کاملاً پرکند. قبل از انجام عایقکاری حرارتی باید مطمئن شد که تمامی تأسیسات ساختمان از قبیل لوله‌ها، سیم‌ها، کلید و پریز در جای خود نصب و عایق شده باشند، زیرا در غیر اینصورت ممکن است لوله‌های آب سرد در موقع یخ‌بندان بترکند یا هوا از اطراف محل کلید و پریزها بداخل ساختمان نفوذ کند. ترک‌ها و درزهای اطراف درهای خارجی و پنجره‌ها باید کاملاً با مواد عایقی مانند الیاف کنفی قیر اندود بسته شوند تا امکان نفوذ هوا از آنها وجود نداشته باشد.

مصالح عایق صلب را می‌توان در سطح خارجی ساختمان نصب و روی آنرا نamasازی کرد. این نamasازی می‌تواند یک تیغه آجری یا بلوكی نمادر، رابیتس یا تور سیمی به انضمام اندود سیمانی باشد بین عایق و مصالح نamasازی باید فاصله هوایی حدود ۲۵ میلیمتر ایجاد گردد. عایقکاری حرارتی ساختمان را از سمت داخل نیز می‌توان انجام داد و روی آنرا با تخته گچی یا تور سیمی یا رابیتس و اندود پوشاندو تزئین کرد.

عایقکاری بام‌ها و سقف‌ها

بام‌ها ممکن است به سه روش اجرا شوند، بام‌های با شبک کم و تخت، بام‌های با شبک زیاد که شبک آنها از زیر سقف دیده می‌شود و بام‌های شبیدار با فضائی زیر شیروانی و سقف دو پوشش گرمابندی بام‌های با شبک کم و تخت با انواع عایق‌های صلب بر روی سقف انجام می‌گیرد و لایه نمیند روی آن اجرا می‌شود. راه حل دیگر برای این قبیل بام‌ها استفاده از قطعات عایق صلب در بین تیرچه‌ها است، در این حالت فاصله هوایی بین بام پوش و عایق بمنظور تهویه پیش‌بینی شده و روی عایق از زیر سقف نیز با مصالح نظیر تخته گچی یا توری اندود پوشانده می‌شود.

عایقکاری حرارتی بام‌های شبیدار دوپوش مستقیماً بر روی سقف کاذب و بین تیرچه‌های آن انجام می‌گیرد، انواع مصالح عایق بصورت قطعه‌ای، پتوئی و انباشته را می‌توان در این سقف‌ها بکاربرد. چنانچه عایق دارای لایه نمیند باشد این لایه باید در سمت داخل (طرف گرم) ساختمان قرار گیرد.

عایق حرارتی سقف باید تا روی دیوار خارجی امتداد یابد، ولی باید دقت شود که راه عبور لوله‌های تأسیسات، هواروها دودکش‌ها و مانند اینها را مسدود نکند، انتهای قطعات باید محکم بهم فشرده شوند بقسمی که عایق یکپارچه حاصل شود. در مکان‌های نصب چراغ سقفی توکار در سقف کاذب تا فاصله ۷۵ سانتیمتر اطراف را نباید عایقکاری کرد چون افزایش دمای اطراف چراغ ممکن است باعث آتش‌سوزی شود. جاسازی محل چراغ را



شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰



که عایقکاری نشده است باید با مصالحی مانند تخته گچی بشکل یک جعبه انجام داد و سپس مبادرت عایقکاری اطراف و روی آن نمود. اطراف محل عبور دودکش نیز باید با مصالحی عایق شود که اتش نگیرد. عایقکاری محل دریچه دسترسی به بالای سقف کاذب نیز باید با دقت و همانند محل چراغها صورت گیرد، بعلاوه هوابندی اطراف دریچه نیز ضروري است. پس از اتمام عایقکاری پیرامون سقف و محل دیوارهای خارجی، روی لبه های افقی (یا مورب) و کناره های قائم عایق را باید با قرار دادن قطعاتی از چوب، تخته لایی فیبر یا مقوا در بین تیرچه ها پوشاند، به این ترتیب علاوه بر جلوگیری از جابجا شدن قطعات عایق می توان مطمئن شد که مانعی بر سر راه تهیه فضای بالای سقف کاذب وجود ندارد.

عایقکاری در ها و پنجره ها

دور محل درهای خارجی و پنجره ها باید کاملاً درزبندي شود، علاوه بر این هوابندی بازشوها نیز به جلوگیری از اتلاف انرژي کمک می کند. در اقلیم های بسیار سرد یا بسیار گرم که گرمایش یا سرمایش پرهزینه است، تعییه در و پنجره دو شیشه و حتی سه شیشه توصیه می شود. بجای پنجره دو شیشه می توان از دو پنجره تک شیشه نیزه بهره گرفت. پیش‌بینی یک فیلتر شامل دو در ورودی با یک فاصله مناسب بجای یک در ورودی نیز توصیه می شود. همچنین در این اقلیم ها باید سعی کرد حداقل بازشو برای درها و پنجره ها پیش بینی شود. نظر به اینکه تابش آفتاب در فصل تابستان در اقلیم های گرم باعث افزایش بار سرمایش ساختمان می شود، بهتر است از شیشه های رنگی گرمائیگر در ساختن پنجره های این مناطق استفاده شود، در مورد پنجره های دو یا سه شیشه، نصب یک شیشه رنگی در خارج پنجره کافی است. لازم به یادآوری است که استفاده از در و پنجره هوابندی شده و جند شیشه علاوه بر تأمین آسایش حرارتی، آسایش صوتی را نیز در بردارد. بعضی درهای پنجره های چند شیشه ای فلزی طوری طراحی شده اند که قسمت داخل و خارج پنجره از فلز است ولی ارتباط ایندو با قطعات پلاستیکی تأمین می شود تا هدایت گرما بین داخلو خارج پنجره به حداقل برسد. فرار گرما از پنجره های دو شیشه حدود نصف پنجره های تک شیشه است. منطقه سرد در اطراف انها از بین می رود و خط تعریق روی آنها کاهش می یابد، فاصله شیشه های در این پنجره های حدود ۵ میلیمتر بوده و با هواي تمیز بدون بخار آب پر و درزبندي شده است. فاصله پنجره های دوتانی معمولاً حدود ۵۰ میلیمتر است این پنجره های باید طوری طراحی شوند که تعریق در آنها صورت نگیرد و تمیز کردن شیشه های از داخل براحتی میسر باشد. اگر فاصله شیشه پنجره های به ۲۰۰ میلیمتر برسد تغییر در میزان عایق حرارتی بودن آنها پیدا نخواهد شد اما برای صوت عایق بهتری بوجود خواهد آمد.

نصب عایق های حرارتی

بعضی عایق های قطعه ای یا توپی (رول) از طریق اصطکاک در جای خود قرار می گیرند و برخی از آنها که دارای پوشش کاغذ صنعتی (کرافت) قیراندود هستند لبه هایی برای نصب در کنار خود دارند و می توان آنها را بکمک پیچ و مهره، میخ و چسب در جای خود نصب کرد. نصب عایق های قطعه ای بخاطر محدود بودن طول آسان تر از نصب عایق های توپی است. نصب عایق پشم شیشه آسان تر از نصب پشم معدنی است و معمولاً بهتر



شماره بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰
تاریخ بازنگری:	

از آن فضای معینی را پرمی کند. عایق های انباشته را براحتی می توان در جای خود نصب کرد یا آنها را درون محل خود پاشید. قطعات بتن سبک براحتی بكمک پیچ و مهره در داخل قاب اسکلت فلزی قابل نصب هستند.

بخاربندی عایق های حرارتی

انتخاب عایق مناسب و عایقکاری بنحو مطلوب برای ساختمان شرط لازم اما ناکافیست. مساله ای که بویژه در مناطق مرطوب در خور اهمیت فراوان است، جلوگیری از نفوذ رطوبت هوا به داخل قشر عایق می باشد که غالباً هنگام عایقکاری حرارتی یا انتخاب مصالح به آن توجه نمی شود. کنترل نشت هوا از داخل ساختمان بخارج بسیار مهم است و نصب یک لایه غیر قابل نفوذ در درجه اول اهمیت قرار دارد. بهتر است این لایه از موادی باشد که جلو حرکت هوا و بخار را بگیرد و سطح گرم عایق حرارتی ساختمان را بصورت پوشش کاملی پوشاند. ایجاد لایه بخاربند در ساختمان های با کیفیت خوب، جابجایی کامل هوای ساختمان را به دوبار در شباهروز تقسیم می دهد، که نتیجه آن کاهش اتلاف انرژی است. البته بدین ترتیب دو مشکل اساسی و عمده بروز می کند که یکی اشکال در کنترل رطوبت داخل ساختمان و دیگری نامناسب شدن هوا برای تنفس می باشد، که با تعییه تأسیسات مکانیکی ویژه قابل رفع خواهد بود.

نحوه اجرای لایه بخاربند

نصب لایه بخاربند روی سطوح گرم عایق دیوارهای خارجی و سقف ها نخستین قدم برای کنترل هواست، بدین منظور معمول ترین و موثرترین مصالحی که در دسترس است ورقه پلی اتیلن می باشد که آنرا به آسانی می توان روی سطوح بزرگ نصب کرد. گرچه ورقه های بضمانت حداقل 50 میکرون مناسبند ولی ورقه های با ضخامت 150 میکرون هنگام نصب و پوشش با لایه نازک کاری، آسیب پذیری کمتری دارند. برای نصب این ورقه ها نیاز به زیرسازی مناسبی است که بتوان لبه ورقه ها را روی آن نصب کرد، درزبند های پیوسته ای که به پلی اتیلن خوب بچسبد و ورقه ورقه نشود، مصالح مناسبی برای پوشش لایه عایق حرارتی است، نیروی انسانی ورزیده که بتواند بنحو شایسته ای عمل نصب بخاربند را انجام دهد نیز از الزامات کار بشمار می آیند پیوستگی لایه بخاربند بسیار مهم است، محل برخورد دیوارهای خارجی، بالکن ها، سقف ها و دیگر دیوارها باید کاملاً درزبندی شوند و همپوشانی ورقه های بخاربند باید حداقل 100 میلیمتر باشد. اطراف محل قوطی کلید و پریز، چراغ های توکار سقفی و دیگر تأسیسات باید کاملاً درزبندی و طوری اجرا شوند که در اثر انقباض و انبساط پارگی یا درز در آنها ایجاد نشود.

ورقه های پلی اتیلن در محل برخورد با پنجره ها، درهای خارجی و سایر بازشو ها باید کاملاً به آنها محکم شوند و سپس لبه آنها بسمت داخل برگردانده و به سطح داخل متصل گردد. ورقه های بخاربند در محل دودکش و سایر نقاطی که خط آتش سوزی وجود دارد باید روتی عایقی که در برابر حریق پایدار است نصب گردد.

مبدل حرارتی هوا به هوا هنگام که لایه های بخاربند در یک ساختمان بکار می رود برای خروج هوای کثیف و رطوبت اضافی باید تدبیری اندیشه شود. رطوبت موجود در هوا از شستشو، خشک کردن ظروف و لباس، استحمام، آشپزی و سایر فعالیت های شباهروزی ناشی می شود.



شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰



از آنجا که محدودیت در تعویض هوا در فصول سرد باعث تعریق در محل های سرددتر ساختمان نظیر پنجره ها می شود. عدم توجه به این مساله در دراز مدت سبب کپک زدگی و بروز مشکلای دیگر در ساختمان می گردد. به این ترتیب تهويه مکانيکي بمنظور دفع رطوبت و تعویض هواي آلوده ضروري است. برای صرفهジョي در انرژي و بازيافت گرمای هواي خروجي باید کلیه راه های خروجي و هوакش ها خذف شده و بجای آن یک مبدل حرارتی هوا به هوا برای تمام ساختمان نصب گردد. اين مبدل از یکطرف هواي تميز و سرد خارج ساختمان را به داخل هدايت کرده و از سوي ديگر هواي گرم کثيف و حاوي رطوبت را خارج مي سازد. در مبدل، گرمای هواي خروجي به هواي سرد ورودي پس داده مي شود، بدون اينكه اين دو هوا با يكديگر برخوردي داشته باشند و با هم مخلوط شوند.

رعایت نکات ايمني بهنگام عايقكاری حرارتی هنگام کار با مصالحي که امكان آتش گرفتن آنها وجود دارد باید دقت کافي مبذول گردو علاوه بر تهويه محل کار وسائل آتش نشاني آماده بکار در اختیار متصدیان قرار داده شود. کارگران باید وسائل ايمني نظير دستکش، ماسک، عینک در اختیار داشته باشند و هنگام کار با پشميششه و نظایر آن دقت کنند که اين مصالح مستقيماً با پوستشان تماس پیدا نکند و درصورت تماس ذرات ريز وارد شده به بدن را به آرامي خارج ساخته و محل آنرا با آب و صابون بشويند. در موقع کار با مصالحي که داراي ذرات ريز يا بخارهای سمی هستند استفاده از ماسک های مخصوص اجباری است . بهتر است کارگران قبل از شروع بکار علاوه بر پوشیدن دستگش دستهای خود را با کرم های مخصوص محافظت که بر مبنای كازئين تهيه شده اند چرب کنند و پس از پایان کار دستها را با آب گرم و صابون و برس تميز نمایند.

مصالح عايق حرارتی و سистем های عايقكاری مناسب و متداول در ساختمان - جدول شماره ۲

نوع مصالح یا سیستم مناسب	محل کاربرد	نمره
پشميششه، پشم شنگ، پشم سرپاره (باروکش کاغذی یا بدون روکش) انواع الیاف و دانه های سبک بصورت انباسته یا آزاد یا پاشیدنی انواع تخته ها، تاوه ها و بلوك های عايق (فيري، چوب پنبه و مواد پلاستيكي) عايق های منعکس کننده (بدون پشت بند یا با پشت بند) صاف یا موجدار انواع بتن سبک (کفي ، گازی و دانه سبک) عايق موجدار ، کف های تزريقي درجا	اقليم های خشك (سردو گرم)	۱



مانند ردیف ۱، مشروط بر اینکه مواد و مصالح نمکش با ورقه های نازک آلومینیومی یا پلی ایتن بخاربندی شوند	اقلیم های مرطوب	۲
اسفنج پلی اورتان سخت تزریق شده در جا قطعات پلی استایرن منبسط مصالح نمکش ردیف ۱، مشروط بر اینکه بطور جدی بخاربندی شوند	سردخانه ها	۳
پنل های ساندویچی از بتن معمولی با لایه ای از عایق مناسب اقلیم (قطعات توخالی یا ایجاد فاصله هوایی) بتن یک پارچه با دانه سبک از نوع پوکه رسی یا مشابه	اعضای باربر (دیوار و سقف)	۴
مانند ردیف ۴ به علاوه انواع بتن سبک کفی و گازی، اندودهای سبک، عایق های پاشیدنی، پنجره های دو شیشه ای	اعضای غیر باربر (نمایها)	۵
انواع الیاف و دانه ها (روی سقف کاذب) و انواع تخته ها و تاوه ها بصورت نمایان	سقف های کاذب	۶
انواع عایق های پاشیدنی	مکان های غیر قابل دسترسی	۷

عایق باید مناسب با منطقه (مرطوب یا خشک) انتخاب شود.

جدول شماره ۱- مقاومت حرارتی برخی از مصالح ساختمانی

مقاومت حرارتی (وات/درجه.مترمربع)	وزن مخصوص (مترمکعب/کیلوگرم)	ضخامت (میلیمتر)	مصالح
۰/۰۱۳	۱۶۰۰	۵	عایق سیمان و پنبه کوہی
۰/۰۱۷	۲۲۵۰	۲۰	آسفالت بام
۰/۰۵	۱۱۰۰	۱۰	قیر گونی
۰/۱۲۵	۱۷۰۰	۱۰۵	آخر کاری با ۵% رطوبت
۰/۱۷	۱۷۰۰	۱۰۰	آخر توخالی ۴ سوراخه با ۸% رطوبت
۰/۴۵	۷۵۰	۱۰۰	بلوک بتونی هوادار با ۳% رطوبت





0/18	2100	200	بلوک توخالی بتنی با ۳% رطوبت
0/12	2100	150	تاوه بتنی با ۳% رطوبت
0/33	130	13	خته از چوب پنبه
0/37	15	13	پلی استایرن منبسط
0/57	30	13	پلی یورتان منبسط
0/15	700	12	خته‌های فیبری متوسط
1/56	30	50	کف فرم آردید اوره
0/003	2500	3	شیشه تکی
*	*	*	شیشه مضاعف با ۵ میلیمتر فاصله
0/11	1330	11	هوائی، درزبندی شده
0/64-0/75	12-48	25	پشم شیشه یا معدنی یا سنگ بصورت کرک یا پتو
0/69-0/78	16-48	25	فیبر معدنی بصورت لوحه
0/01	1300	5	اندود گچی
0/50	220	16	با مپوش گلاس فایبر با چسباننده رزینی
0/45	380	50	لوحة از ساقه گندم فشرده
0/20	610	25	چوب و چوب سفید
0/63	400	50	لوحة ساختمانی از خرده چوب

7-3- عایقکاری صوتی (صدابندی ساختمانها)

واژه آکوستیک از ریشه یونانی بمعنای شنیدن گرفته شده و آکوستیک یعنی دانش اصوات، درباره ایجاد، پخش ، انتقال ، کنترل و آثار صوت بحث می‌کند. صالح آکوستیکی ، مصالحی هستند که به منظور مقابله با سروصدای مزاحم در ساختمان بکار می‌روند.

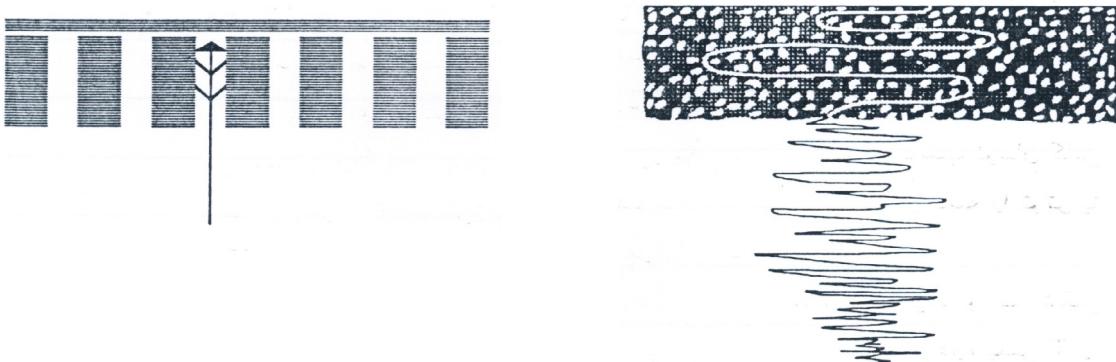
زندگی امروزی مملو از سرو صداست ، رادیور ، پخش صوت، تلویزیون، ماشین‌های لباسشوئی و ظرفشوئی، جاروبرقی، تجهیزات و تأسیسات گرمایشی و سرمایشی ساختمان گرچه زندگی را آسانتر ساخته‌اند ولی در عرض ، سروصدای مزاحم ایجاد می‌کند . سروصدای خارج از ساخت نیز روز بروز در حال افزایش است، ساختمان بزرگراه‌ها و تند راه‌ها در حال گسترش است و شهرها را در بر می‌گیرد، هوایپماهای جت نیز بزرگتر و پر سرو صدای ساخته می‌شوند.

مصالح ساختمانی جدید روشهای نوین ساخت و ساز می‌توانند به حل مشکل کمک نمایند. اندوهای صاف (لیسه‌ای) تا ۹۸ درصد از اصواتی را که با آنها برخورد می‌کنند منعکس می‌سازند، تیغه‌های جداکننده پلاستیکی و گچی نازک سبب انتقال سرو صدا از اطاق دیگر می‌شوند. از آنجا که آپارتمان نشینی در حال گسترش است کنترل جابجایی سرو صدای درین واحدها و زیست مجاور مسئله‌ای است که روز بروز بفرنج تر

شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰

می شود. در انتخاب مصالح بمنظور کنترل سرو صدا، طرح ساختمان از دو جنبه مختلف صوت را باید در نظر بگیرند: جدب صورت و انتقال آن . مصالحی که جاذب سرو صدا هستند ممکن است به آسانی صوت را از محلی به محل دیگر عبور دهند و مصالحی که در برابر عبور صوت از میان دیوارها و سقفها پایداری می کنند می توانند مسائلی مانند انعکاس با طین صوت در فضای بسته را به وجود آورند. شکل شماره ۱- نحوه میرائي صدا توسط دو نوع مصالح جاذب صوت را نشان می دهد.

شکل شماره ۱ - میرائي صدا توسط مصالح جاذب صورت



ب) مصالح آکوستیکی سوراخدار :
صدا بر اثر اصطحکاك کناره سوراخها به
گرم تبدیل می شود.

الف) مصالح آکوستیکی الیافی یا متخلخل :
بر اثر اصطحکاك هوای در حال حرکت از
میان فضاهای مرتبط به یکدیگر ، صدا به گرم
تبدیل می شود .

مصالح آکوستیکی مصالح آکوستیکی یا جاذب سرو صدا قادرند امواج صوتی را که با سطح آنها برخورد می کنند به میزانی کمتر از 50 درصد منعکس سازند، این مصالح همانند بالشی در روبروئی با آثار ناخواسته از انعکاس سرو صدا عمل می کنند. مقدار صوتی که توسط مصالح جذب می شود بستگی به اندازه، عمق و تعداد حفره هارفته و از آنها خارج می شوند سبب ایجاد اصطکاك می گردند، بخشی از انرژی صوتی مستهلك و به گرما تبدیل می شوند ، بخشی از آن از موانع عبور می کند یا در داخل فضا منعکس می شود. در عمل، دستیابی به کاهش مقادیری بیش از 10 دسیبل با کاربرد مصالح جاذب صوت مقدور نیست. معمولاً کاهشی معادل حدود 5 تا 7 دسی بل در ساختمان های مسکونی و دفاتر کاری که سقف آنها با آکوستیک تایل پوشیده شده باشد بدست می آید.

مصالح آکوستیکی دامنه وسیعی از مواد را در بر می گیرد که زیر نامها و عنوانین تجاری مختلف تولید می شوند . گرچه ویژگی جذب صوت آنها مشابه است، طراح باید مصالحی را انتخاب کند که مناسب و قابل کاربرد برای شرایط هر پروژه باشد.

مصالح آکوستیکی ممکن است بیشتر پیش ساخته باشند یا در محل اجرا شوند . اندازه کاشی ها و صفحات پیش ساخته از 300×300 تا 1200×1200 میلیمتر تغییر می کند، بسیاری از آنها را در هم مخلوط و یکپارچه کرده و بصورت تخته هایی با ضخامت های گوناگون در آورده اند. مصرف کاشی ها محدود به سقف می شود که آنها را یا مستقیماً زیر سقف اصلی نصب می کنند یا در سقف کاذب متشکل از نبشی و سپری و میل

گردهای آویز بکار می‌برند. مواد و مصالحی که در محل کار قابل مصرف و اجرا هستند شامل اندودهای گچی آکوستیکی و ترکیبی از قطعات جاذب صوت می‌باشند.

۷-۳- عایقکاری صوتی (صدابندی ساختمان‌ها)

کلیات

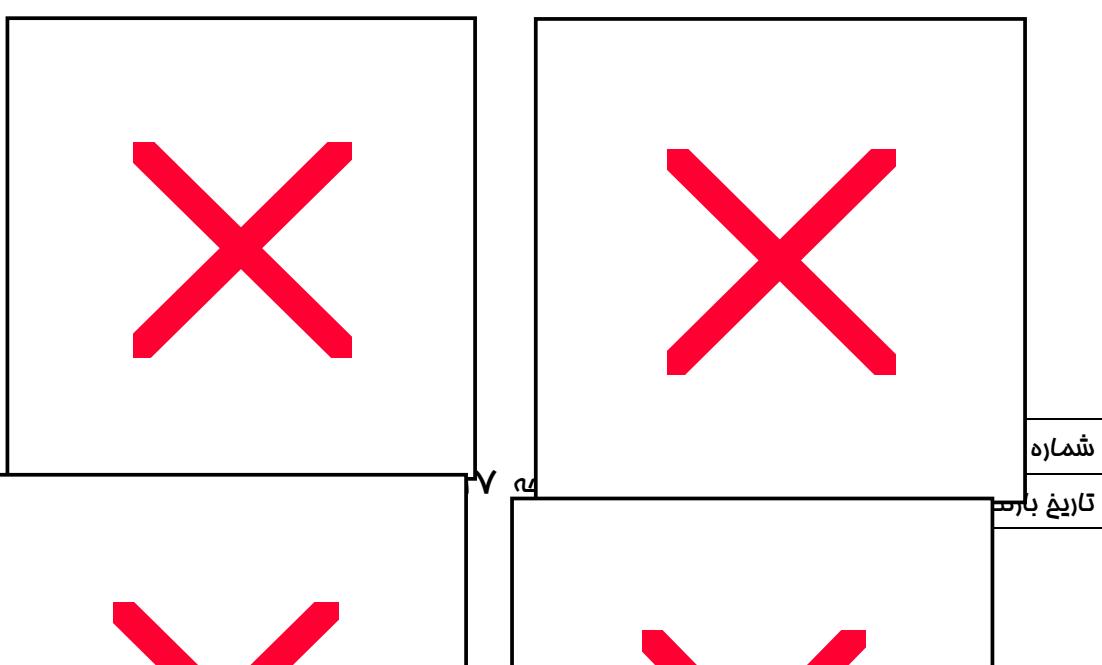
در فضاهای زیست و کا بر طبق آئین نامه‌ها و مقررات ساختمانی حدود قابل قبولی برای سرو صدا وجود دارد و چنانچه شدت صدا از حد مزبور بالاتر رود آسایش و سلامتی ساکنین دچار مخاطره خواهد شد. از این‌رو عایقکاری صوتی یا صدابندی ساختمان‌ها امری الزامی و ضروری است، صدابندی ساختمان بر دو اصل استوار است:

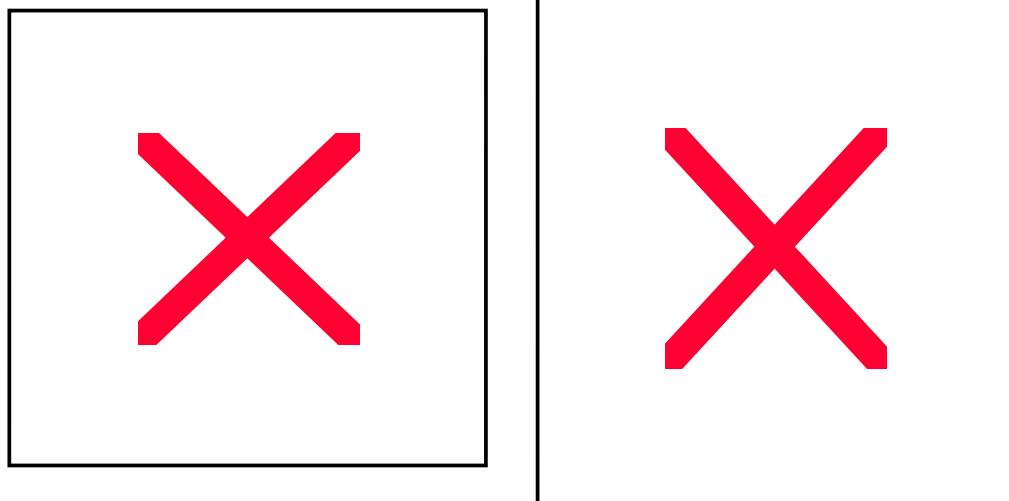
الف) کاهش سرو صدای ناخواسته در هر فضا از راه جذب هر چه بیشتر آن با مصالح آکوستیکی.

ب) جلوگیری از انتقال صوت از خارج یا داخل ساختمان به اطاق از راه دیوارها، درها، پنجره‌ها و سقف‌ها. مصالح متخلخل که برای عایقکاری حرارتی ساختمانها مصرف می‌شوند عموماً جاذب صوتی مناسبی نیز می‌باشند ولی معمولاً در برابر عبور صوت ضعیف‌اند، این نکته معمولاً از سوی طراحان در نظر گرفته نمی‌شوند. در عبور صوت از میان یک دیوار سخت مانند دیوار بتی یا آجری و اندودهای روی آنها تمامی دیوار در اثر امواج صوتی در بلزه در می‌آید و دیوار لرزان خود منبع ثانوی برای تولید صدا می‌گردد. به این ترتیب هر چه دیوار سنگین‌تر باشد لرزش آن دشوارتر شده و صدای کمتری از خود عبور می‌دهد. برای مثال چنانچه وزن دیوار ساخته شده از مصالح بنائی حدود 50 کیلوگرم در هر متر مربع باشد به اندازه 26 دسی‌بل دیگر به عایق صوتی اضافه خواهد شد. بهمین ترتیب هر افزایش ضخامت به اندازه دو برابر، تنها 9 دسی‌بل در افزایش کفايت عایق صوتی موثر خواهد بود. بدیهی است هنگامی که عایقکاری صوتی زیادی مورد نظر باشد ضخامت دیوار افزایش چشمگیری پیدا خواهد کرد که مقررین به صرفه اقتصادی نیست. در این حالت می‌توان با ایجاد فاصله هوایی بین دو تیغه نازک اقدام به عایقکاری صوتی نمود.

همچنین در مورد پنجره‌ها بجای یک شیشه می‌توان دو یا سه شیشه نصب کرد یا بجای یک پنجره دو پنجره برای ساختمان در نظر گرفت. در پنجره‌های علاوه بر تعداد و ضخامت شیشه‌ها نحوه نصب و درزبندی آن نیز در عایقکاری صوتی موثر است.

شکل 2- درجه عبور صوت مربوط به جزئیات مختلف دیوارسازی





راههای کناری

افت عبور صوت در یک ساختمان بخصوص براین مبنا ارزیابی می‌شود که ساختمان بصورت کاملاً درزبندی شده و بدون پنجره باشد. سروصدای عبور کرده از پنجره‌های باز، درها، هواروها (داکتها)، شبکه‌های تهویه یا از میان فضای هوایی بالای سقف کاذب، ممکن است سبب بی‌ارزش شدن دیوار یا تیغه‌ای که از نظر صوتی

شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰



ارزشمند است گردد، زیرا ممکن است سروصدا از میان یا اطراف آن عبور کند. این گذر فرعی، عبور کناری نامیده می‌شود. راه‌های عبور کناری ممکن است قفسه‌های دارو، جعبه تقسیم‌های برقی که پشت به پشت کار گذارده شده‌اند، هوارو‌های گرمایش یا تهویه مطبوع مشترک بین دو اطاق یا حتی شکاف‌های زیر یا اطراف دری باشد که بصورت لق کارگذارده شده‌اند.

نصب مصالح آکوستیکی
بنظور دستیابی به بهترین اجرا و ظاهر کار مناسب، مصالح آکوستیکی باید به روش درست و در بهترین شرایط نصب شوند. نصب مصالح باید هنگام صورت گیرد که شرایط گرمائی و رطوبت اطاق نزدیک به شرایط موجود در هنگام بهره‌برداری باشد.

چسباندن

حدود نیمی از آکوستیک تایل‌ها با چسب روی سطوح سخت بتنی، گچی، یا H تخته گچی چسبانده می‌شوند. این روش ارزان‌ترین و معمول‌ترین راه نصب آکوستیک تایل بر روی سقف‌های موجود می‌باشد. چسباندن مستلزم وجود زیرسازی محکم و صاف است. سطوح کهنه باید کاملاً تمیز و اندودهای نو باید برای پذیرش چسب آهار زنی آمده شوند، جنس چسب باید از انواع توصیه شده یا ساخته شده توسط تولید کننده تایل‌ها باشد تا چسبندگی کافی بین آکوستیک تایل و زیرسازی آنها تأمین شود. چسب در هر چهار گوش تایل 300×300 میلیمتر به اندازه گرد و زده می‌شود، برای تایل‌های بزرگتر فاصله محل چسب‌ها از 300 میلیمتر کمتر خواهد بود. هنگامی که تایل را در محل فشاردهنده هر تکه چسب پس از پهن شدن باید سطحی به قطر تقریبی 63 میلیمتر و ضخامت 1/6 میلیمتر را بپوشاند. تایل باید بصورت مورب لغزانده شده و در محل خود هم سطح با تایل‌های اطراف و چسبیده به آنها قرار گیرد.

میخ کردن

هنگامی که سقف‌ها کاملاً صاف نبوده و به اندازه کافی مناسب برای نصب تایل با چسب نباشند، قیدهای چوبی با مقطع 25×75 میلیمتر و به فواصل 300 میلیمتر از یکدیگر به سقف اصلی نصب می‌شوندو بكمك گوهای چوبی سطح زیرین آنها صاف و تراز می‌شود، هنگامی که تیرچه‌های سقف بیرون باشند قیدهای چوبی عمود بر آنها کار گذارده می‌شوند.

آکوستیک تایل‌های سوراخدار معمولاً دارای سوراخ کم عمقی در هر گوش برای میخ کردن هستند، بجای میخ می‌توان پیچ نیز بکار برد تا استحکام بیشتری برای تایل‌هایی که در معرض ضربه قرار دارند تأمین شود. تایل‌هایی که در محل اتصال کام و زبانه می‌شوند معمولاً دارای لبه پهنی هستند که برای میخ کردن یا دوختن مناسب است، دوختن تایل‌های لبه پهن روشنی اقتصادی است.

سیستم‌های آویخته مکانیکی

سیستم آویخته مکانیکی آکوستیک مشابه سقف کاذب آویخته است. سقف‌هایی که بطور مکانیکی به سقف اصلی آویخته می‌شوند برای نصب قاب چراغ و دریچه‌های تهویه مناسبند. سقف‌هایی چراغ دار پیشرفته را می‌توان با

شماره بازنگری:	۰
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰



جانشین کردن پنل‌ها و تایل‌های آکوستیکی با قطعات پلاستیکی نیم شفاف (نورگذران) در بخشی از سقف اجرا کرد. برای تعییه دریچه تهویه در سقف‌های آکوستیک نوعی قاب سوراخدار یا شکافدار نمایان بکار گرفته می‌شود. با انتخاب مصالح و سیستم‌های مناسب می‌توان سقف‌های آکوستیکی جدیدتری که پایدار شان دربرابر آتش مناسب است بوجود آورد.

سقف‌های آویخته ممکن است به سیستم‌های گم، نیمه نمایان یا نمایان اجرا شوند. تقریباً هر نوع مصالح آکوستیکی را می‌توان در سقف‌های آویخته بکاربرد و نوع آویختن بستگی به مصالح مصرفی دارد. در سیستم‌های گم، آویزها و قطعات اتصال دیده نمی‌شوند، برخی از این سیستم‌ها نیز در کشورهای صنعتی به ثبت رسیده‌اند. قطعات اتصال بنحوی طراحی شده‌اند که جاذب صوت هستند، عیب بزرگ این سیستم دشواری دستیابی به پشت سقف برای انجام تعمیرات ضروري و حسن آن عدم لزوم رنگ‌آمیزی قطعات اتصال است. در سیستم نیمه گم قطعات اصلی نمایان هستند که معمولاً بطور موازی کارگذارده می‌شوند، این سیستم بیشتر برای نصب قطعات بزرگ و تخته‌های آکوستیکی بکار گرفته می‌شوند.

در سیستم‌های نمایان قطعات بزرگ آکوستیکی توسط سیستم نمایان آویخته می‌شوند، در این سیستم دستیابی به اجزای تأسیساتی آسان است ولی دقت در برش و نصب قطعات به منظور رعایت زیبائی و حفظ تناسب ضروري است.

جلوگیری از انتقال لرزش به محیط‌های زیست و کار بمنظور جلوگیری از انتقال لرزش‌های ناشی از ضربه، حرکت و سائط نقلیه، کار دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی، حرارت مرکزی و تهویه مطبوع باید، نکاتی در نصب دستگاه‌ها، اجزا و قطعات ساختمانی بشرح زیر مد نظر قرار گیرند :

الف) قسمت‌هایی از ساختمان که در معرض ضربه هستند (مانند کف طبقه بالا) بوسیله قطعات نرم به سایر قسمت‌های ساختمان نظیر دیوارها سقف‌ها متصل گردند تا تأثیر ضربات واردہ به حداقل ممکن برسد.

ب) برای جلوگیری از انتقال سروصدای کوبه‌ای از کف‌ها به طبقه زیر، بهترین وسیله پوشش آنها با کفپوش نساجی و سایر مواد نرم و فوم دار است.

پ) دو پوشه کردن سقف‌ها و استفاده از سقف‌های کاذب آویخته نیز در کاهش انتقال سروصدای کف طبقه بالا موثر است، استفاده از فنرها و قطعات ضربه‌گیر در آویزهای این سقف‌ها تأثیر بسزایی دارد.

ت) برای جلوگیری از انتقال لرزش ناشی از ترافیک و کار دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی، حرارت مرکزی و تهویه مطبوع و ژنراتورها و نظائر آنها استفاده از لرزه‌گیرها شامل قطعات ساخته شده از لاستیک، نئوپرین، باشتک‌ها، فنرها و قطعات اتصال ضربه‌گیر لوله‌ها ضروري است.

برخی از بالشتک‌ها از آزمیت فشرده با پوشش از یک ورقه سربی ساخته می‌شوند. مورد مصرف بالشتک‌ها بیشتر در شالوده‌ها و محل اتصال پایه لوازم تأسیساتی بویژه کولرهای و برج‌های خنک کنی است که در بام‌ها نصب می‌شوند.

ث) لوله‌ها و داکت‌های تهویه بهتر است با قطعه کشسان و فنری به یکدیگر و به سقف‌ها و دیوارها نصب شوند تا لرزش آنها به سازه منتقل نشود.

مصالح و سیستم‌های آکوستیکی مناسب و متداول در ساختمان

شماره بازنگری:	
تاریخ بازنگری:	۸۲/۱۱/۳۰



برای مصارف مختلف مصالح و سیستم‌های آکوستیکی مناسبی انتخاب می‌شود که در جدول ۶-۳-۸ آمده است.
بديهي است در موارد حاضر تلفيق مناسبی از مصالح و روش‌های اجرای کار با نيازهای استفاده کنندگان از ساختمان‌ها نتایج مطلوبی را در زمینه آرامش محیط در برخواهد داشت.