Archive of SID

روش‌های عایق‌کردن حرارتی مسکن

مهندس حسین مظفری ترشیزی *

تاریخ دریافت مقاله: ۸۱/۳/۷
تاریخ پذیرش نهایی: ۸۲/۴/۷

چکیده:

در این مقاله جهت تکمیل مبحث عایق‌بندی حرارتی، به عایق‌بندی و ایجاد سدّ بخار، و جلوگیری از تعریق در ساختمان‌ها اشاره شده، و بعضی از جزئیات اجرایی مورد نیاز نیز معرفی گردیده است.

جزییات معماری ارایه شده با استفاده از مصالح ساختمانی رایج در کشورهای آمریکا و کانادا و دانش و تکنولوژی جدید مطرح در آن کشورها تهیه گردیده است، که اگر چه مستقیماً قابل استفاده برای مهندسین معمار و مجریان ساختمانی نمی‌باشد، اما ضرورت دارد که شناخت بیشتری نسبت به تکنولوژی‌ها و مصالح ساختمانی جدید ایجاد شود، تا مقدمه‌ای باشد برای تحول هرچه بیشتر در فن‌آوری ساختمانی در ایران.

واژه‌های کلیدی:

ساختمان، مسکن، عایق حرارتی، سدّ هوا، سدّ بخار، جریان هوا، رطوبت.

* عضو هیئت علمی گروه آموزشی معماری، دانشکده هنرهای زیبا ـ دانشگاه تهران. E mail: hmozafar@chamran.ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

از زمانی که بحران انرژی در سطح بین‌المللی مطرح گردید، و کشورهای پیشرفته و مصرف‌کننده نفت با آن روبرو گردیدند، در تمام این کشورها بحث صرفه‌جویی در مصرف انرژی بطور جدی مطرح شد و مطالعات و اقدامات زیادی برای پایین آوردن مصرف انرژی به‌عمل آوردند.

در آلمان و اطریش طی پانزده سال گذشته برای جلوگیری از اتلاف حرارت از طریق پنجره‌ها، اقدام به ساخت پنجره از مواد مصنوعی عایق حرارتی نموده‌اند. دولت علاوه بر کمک به واحدهای تولیدی برای ساخت این نوع پنجره‌ها، هرکس که پنجره‌های ساختمان خود را تعویض می‌نمود، و از پنجره‌های بهینه شده با شیشه دو جداره استفاده می‌کرد، ۳۰ درصد بهای پنجره‌های جدید را می‌پرداخت.

در ایران نیز با توجه به محدود بودن منابع انرژی مسئله صرفه‌جویی در مصرف آن از سال ۱۳۶۸ شروع گردید، و بالاخره در ۱۳۷۰/۲/۲ مقررات «صرفه‌جویی در مصرف انرژی» از مجموعهٔ ضوابط و مقررات ساختمانی کشور را تصویب نمود.

طی مصوبه هیئت وزیران، در سال ۱۳۷۰ مبحث ۱۹، صرفه‌جویی در مصرف انرژی از مقررات ملی ساختمانی ایران تصویب، چاپ و منتشر شد. و این قدمی بود که از طرف دولت و مسئولین برای صرفه‌جویی در انرژی برداشته می‌شد.

بدیهی است، به‌دنبال آن، این وظیفه مراکز علمی و دانشگاهی است که با بررسی ابعاد مختلف مسئله، مصالح مورد نیاز، و دانش فنی ضروری به‌کار بردن آنها را شناسایی و ارائه نمایند، تا تدریجاً در جامعه این صرفه‌جویی‌ها نهادینه شده و جایگاه خود را بدست آورد.

این مقاله کوششی است در این زمینه.

۱. عایق کردن صوتی و حرارتی ساختمان‌ها:

یکی از اهداف احداث ساختمان‌ها و به‌خصوص مسکن کنترل و تنظیم شرایط محیط زندگی درون ساختمان است که می‌بایستی از عوامل مختلف جوّی ایمن بوده و شرایط آن یکنواخت و تنظیم شده و قابل کنترل باشد. به عبارت دیگر، یک ساختمان می‌بایستی علاوه بر سایر شرایط، در مقابل تبادل حرارتی و نفوذ گرما و سرما عایق باشد. که از آلودگی‌های موجود در هوا ورود و خروج هوا از آن جلوگیری شود و با توجه به شرایط جدید زندگی و آلودگی‌های صوتی، در مقابل این آلودگی‌ها نیز عایق و مقاوم باشد.

از نظر حرارتی، درجه حرارت مناسب هوای داخل ساختمان بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتیگراد است، و از نظر سروصدا نبایستی صداهای بیشتر از ۴۰ دسی‌بل برای اتاق نشیمن و ۳۰ دسی‌بل برای اتاق خواب به داخل ساختمان نفوذ نماید. عایق‌های حرارتی و صوتی وجه اشتراک داشته و انواع آن عبارتند از پشم‌های معدنی به‌صورت فشرده، یونولیت، پلی‌اورتان.

اگر یک لایه از عایق پشم‌های معدنی به ضخامت ۵ سانتیمتر در درون دیوار به‌کار برده شود، همان‌گونه که ضریب انتقال حرارتی را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد، نفوذ سر و صدا را نیز به میزان قابل محاسبه‌ای کاهش داده و ایجاد آرامش می‌نماید.

اضافه نمودن عایق در دیواره‌های ساختمان اثرات زیادی در جلوگیری از تبادل حرارتی و اتلاف انرژی، و همچنین کاهش نفوذ سروصدا خواهد داشت.

در هوای سرد و هنگامی که باد با سرعت ۳۳ کیلومتر در ساعت بوزد، اگر اطراف در ورودی یک ساختمان درزی برابر با ۳ میلیمتر وجود داشته باشد، مقدار اتلاف انرژی برابر BTU ۲۴۰۰۰۰[1] در ساعت خواهد بود. بنابراین باید گفت اولین اقدام برای جلوگیری از اتلاف انرژی در این ساختمان بستن این درز خواهد بود.

در ساختمانی که دارای پنجره‌های زیادی است (بیش از ۳۰ درصد مساحت نما)، جلوگیری از اتلاف انرژی توسط تغییر در اجرای پنجره‌ها مفیدتر از تغییر در اجرای دیواره‌های بیرونی ساختمان است. برای مثال، در ساختمانی با حدود ۱۵۰ مترمربع زیربنا و با پنجره‌های بدون شیشه دوبل، مساحت کل پنجره‌های این ساختمان حدود ۲۵ درصد مساحت دیوارها است.

www.SID.ir

Archive of SID

به‌عبارت دیگر، مساحت پنجره‌ها ۳۰ مترمربع در مقابل ۹۰ مترمربع سطح دیوار می‌باشد و اتلاف حرارت از پنجره‌ها دو برابر اتلاف انرژی از دیوارهای عادی بدون عایق است. در چنین شرایطی، جلوگیری از اتلاف انرژی توسط پنجره‌ها بیشتر از عایق‌بندی دیوارها اهمیت دارد، و اگر دیوارها عایق‌بندی شود و پنجره‌ها به همین حالت رها گردد، نتایج مورد نظر از عایق‌بندی حرارتی دیوارها گرفته نخواهد شد.

۲. جریان هوا و رطوبت در ساختمان:

امروزه با وجود سیستم‌های مکانیکی بسیار خوب جهت تهویه در ساختمان‌ها شرایط درون ساختمان تحت تأثیر عبور هوا از دیوار بیرونی ساختمان است، و یکی از بزرگترین عوامل تخریب پوشش بیرونی ساختمان‌ها نفوذپذیری آنها در مقابل هوا می‌باشد، که این امر باعث بروز مشکلات زیر خواهد بود:

۱. اتلاف انرژی در زمستان و تابستان.
۲. آلودگی هوای داخل ساختمان.
۳. عملکرد نادرست وسایل کنترل سیستم تهویه.
۴. یخ‌زدن لوله‌ها، زنگ‌زدگی، پوسیدگی و تخریب در اثر یخ‌زدن.
۵. تخریب در گچ‌کاری، نقاشی و رنگ کلیه مصالحی که نسبت به رطوبت حساسیت دارند.

اینکه نفوذ هوا به داخل ساختمان تاکنون مورد توجه مهندسین معمار نبوده به دلیل آن است که نسبت به حجم هوایی که در عمل از دیوارهای خارجی ساختمان‌ها عبور می‌نماید آگاهی ندارند.

عبور هوا معمولاً از فضای دارای فشار بیشتر به فضای کم‌فشار می‌باشد. در ساختمان‌ها مکانیسم‌های متعدد وجود دارد که فشار هوا را تغییر داده و باعث نفوذ هوا می‌شود. بعضی از این مکانیسم‌ها عبارتند از: فشار باد، ایجاد حالت دودکش و فشار مکانیکی.

فشار باد از دو قسمت تشکیل می‌شود، یکی فشار مثبت در جهت وزیدن باد (عمود بر ساختمان) و یکی فشار منفی در پشت یا در طرف پناه نسبت به باد. آنچه که بدان توجه نمی‌شود در واقع وجود مکش و مقدار زیادی فشار منفی در طرف پناه نسبت به وزش باد است. این فشار منفی حالت مکش تولید کرده و مشابه نیرویی عمل می‌کند که بر بال‌های هواپیما وارد می‌شود و باعث پرواز می‌گردد، و در بعضی شرایط ممکن است چندین برابر فشار مثبت باد باشد.

در شرایط هوای سرد، هوای داخل ساختمان گرم شده و در نتیجه حجم آن زیاد می‌شود و مقداری از آن با فشار ایجاد شده از درزهای بازشو (درزهای موجود) در ارتفاع بالاتر ساختمان خارج می‌شود. هوای سنگین‌تر و سردتر از طریق درزهای موجود در قسمت پائین‌تر به داخل ساختمان نفوذ می‌نماید. این حرکت و عملکرد دودکشی است، و مشابه عملکرد بخاری‌ها است که دود از آن خارج می‌شود.

در ساختمان‌های بلند درهای ورودی بزرگترین منفذ برای حرکت هوای سنگین‌تر و سردتر در زمستان به داخل ساختمان می‌باشند.

نکته مهم در مورد ایجاد اثر دودکشی قدرت سرایت و نفوذ آن است. این فشار در مقایسه با فشار باد خیلی مداوم و یکنواخت است. هر زمان که درجه حرارت داخل ساختمان با بیرون آن متفاوت باشد نفوذ هوا از خارج به داخل یا از داخل به خارج انجام می‌شود.

منبع دیگری که ایجاد فشار نموده و باعث عبور هوا از خارج به داخل یا از داخل به خارج می‌شود، تفاوت فشارهایی است که توسط فن‌ها و بادبزن‌ها ایجاد می‌گردد. اگر امکان خارج کردن هوا بوسیله هواکش و دودکش وجود داشته باشد، آن وقت فشار هوا در داخل ساختمان کم شده و هوای بیرون می‌خواهد با فشار وارد ساختمان شود. مهندسین مکانیک همیشه خواستار ایجاد فشار مثبت در داخل ساختمان هستند، تا بدین وسیله از ورود هوای خارج همراه با آلودگی‌ها جلوگیری نمایند. در چنین شرایطی، هوا از جداره ساختمان به بیرون نفوذ می‌نماید.

در یک اطاق ۳×۳×۳ متر که دارای دو پنجره است که ابعاد هرکدام از آنها ۱۲۰×۱۰۰ سانتی‌متر است، عبور هوا از درزهای این پنجره‌ها باعث می‌شود که تقریباً کمی بیشتر از هر دو ساعت هوای اتاق عوض شود. به عبارت دیگر عبور هوا در حدود ۰/۴ لیتر در ثانیه است.

هوا از دیوارهای بلوک سیمانی و آجر که بدون نماسازی و نازک‌کاری باشد نیز عبور می‌نماید.

دیوار بلوک سیمانی به نظر غیرقابل نفوذ می‌رسد، اما در عمل مانند یک آبکش عمل می‌نماید.

میزان عبور هوا از یک درز به عرض ۳ میلی‌متر و طول ۳۰ سانتی‌متر با فشاری معادل ۷۵ پاسکال در حدود ۱۰ لیتر در ثانیه و در طول ۲۴ ساعت عبور هوا معادل ۸۶۴ مترمکعب خواهد بود. اگر رطوبت متوسط ۳۰ درصد در نظر گرفته شود، این هوا حدود ۵ کیلوگرم آب را از این شکاف عبور می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. به کار بردن سدّ هوا ـ بخار:

با وجودی که بندکشی و بتونه‌کاری و همچنین گچ‌کاری و سفیدکاری بر روی دیوارهای مصالح ساختمانی تا حدودی آنها را در مقابل نفوذ هوا حفظ می‌نماید، اما چون در اثر خشک شدن مصالح ساختمانی، و در اثر انقباض و انبساط سازه و سایر مصالح ترک‌هایی در آنها به‌وجود می‌آید، برای جلوگیری از عبور هوا و بخار و ایجاد یک عایق مطمئن برای عبور هوا و یک سدّ برای بخار ضرورت دارد از مصالحی استفاده شود که خود قابلیت انعطاف داشته و در اثر عوامل مختلف در آنها ترک یا پارگی به‌وجود نیاید.

در هیچ شرایطی نباید انتظار داشت که فیلم پلی‌اتیلن بتواند به عنوان سد هوا عمل نماید.

عمر مفید آن نامعین است، و در مقابل فشار باد مقاومت ندارد. آن‌را نمی‌توان به اجزای سازه‌ای ساختمان چسباند و از بین اجزای سازه‌ای عبور داده و به اجزای دیگر چسباند.

در حال حاضر بهترین نتیجه از غشاهای قیر و گونی مانند، مثل ایزوگام به دست آمده است. این غشاها با فرمول‌هایی تهیه شده‌اند که می‌توان آنها را روی دیوار حایل آجری یا بتنی، ورقه‌های گچی یا فلزی چسباند. در مورد ورقه‌های ایزوگام مانند که با حرارت و ذوب کردن می‌چسبانند آزمایش‌های زیادی انجام شده است. هر سطحی را می‌پوشاند و سدّ هوا می‌نماید و بیشتر از آن در جاهایی که امکان حرکت وجود داشته باشد قابلیت انعطاف نشان می‌دهد.

از خصوصیات مهم دیگر این مواد آن است که هم‌زمان عایق‌های رطوبتی و عایق و سد بخار خوبی هستند.

۴. شرایط اجرایی خوب برای سدّ هوا ـ بخار، و عایق حرارتی:

۱. در جزییات جدار بیرونی ساختمان‌ها بایستی یک سطح هموار و ممتد برای نصب عایق سد هوا ـ بخار، احداث شود.

۲. سد هوا ـ بخار می‌بایستی از جنس دارای قابلیت انعطاف استفاده شود و به‌طور ممتد و یکنواخت اجرا گردد.

۳. در جاهایی که امکان تغییر شکل سازه وجود دارد مقداری از عایق سد هوا ـ بخار به اندازه تغییر شکل اضافه در نظر گرفته شود تا در اثر حرکت سازه این سد و عایق قطع نگردد.

۴. عایق حرارتی بایستی کاملاً به سدّ هوا ـ بخار چسبیده باشد، تا هوا به فاصله بین آنها نفوذ ننماید، و سدّ هوا ـ بخار همشیه گرم نگه داشته شده و از تعریق در داخل عایق حرارتی جلوگیری گردد.

۵. چون از نماسازی‌های جلوی این عایق‌های حرارتی آب باران عبور می‌نماید، بهتر است برای خارج شدن این آب فاصله بین نماسازی و عایق حرارتی وجود داشته باشد.

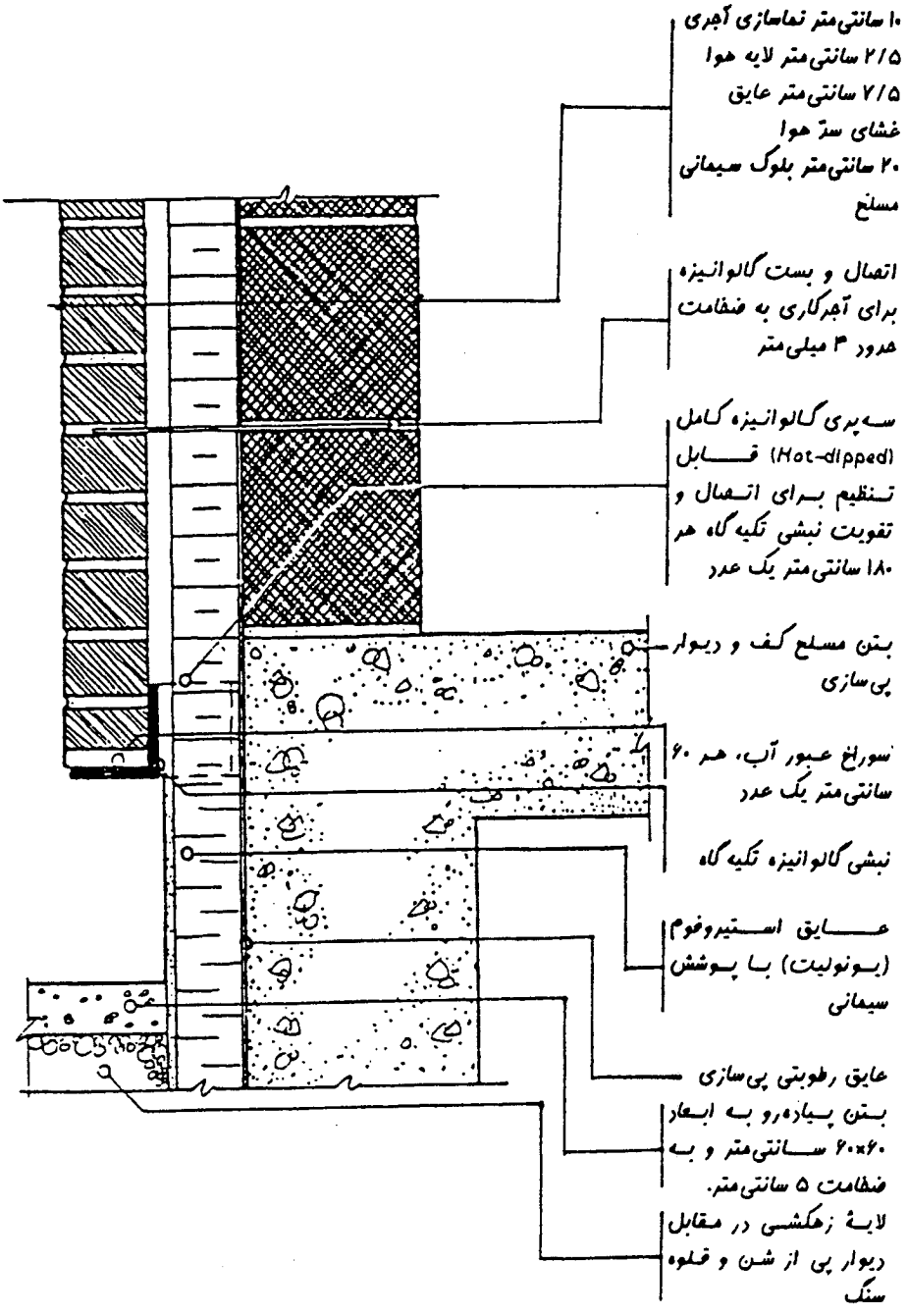
در جزئیات زیر استفاده از عایق سدّ هوا ـ بخار، و عایق حرارتی در قسمت‌های مختلف دیوار بیرونی ساختمان نشان داده شده، که بایستی هر دو حالت ممتد را داشته و از شالوده تا روی بام ساختمان کشیده شده باشد.

بدیهی است هر کجا این عایق‌ها قطع گردد، نقطه ضعف برای ساختمان بوجود می‌آید و در اقلیم‌های سرد و خشک در همان نقطه تعریق، یخ زدگی و تبادل حرارتی وجود خواهد داشت و مصالح ساختمانی را تخریب خواهد نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

جزییات بتن شالوده و دیوار
عایق سدّ هوا ـ بخار
عایق حرارتی



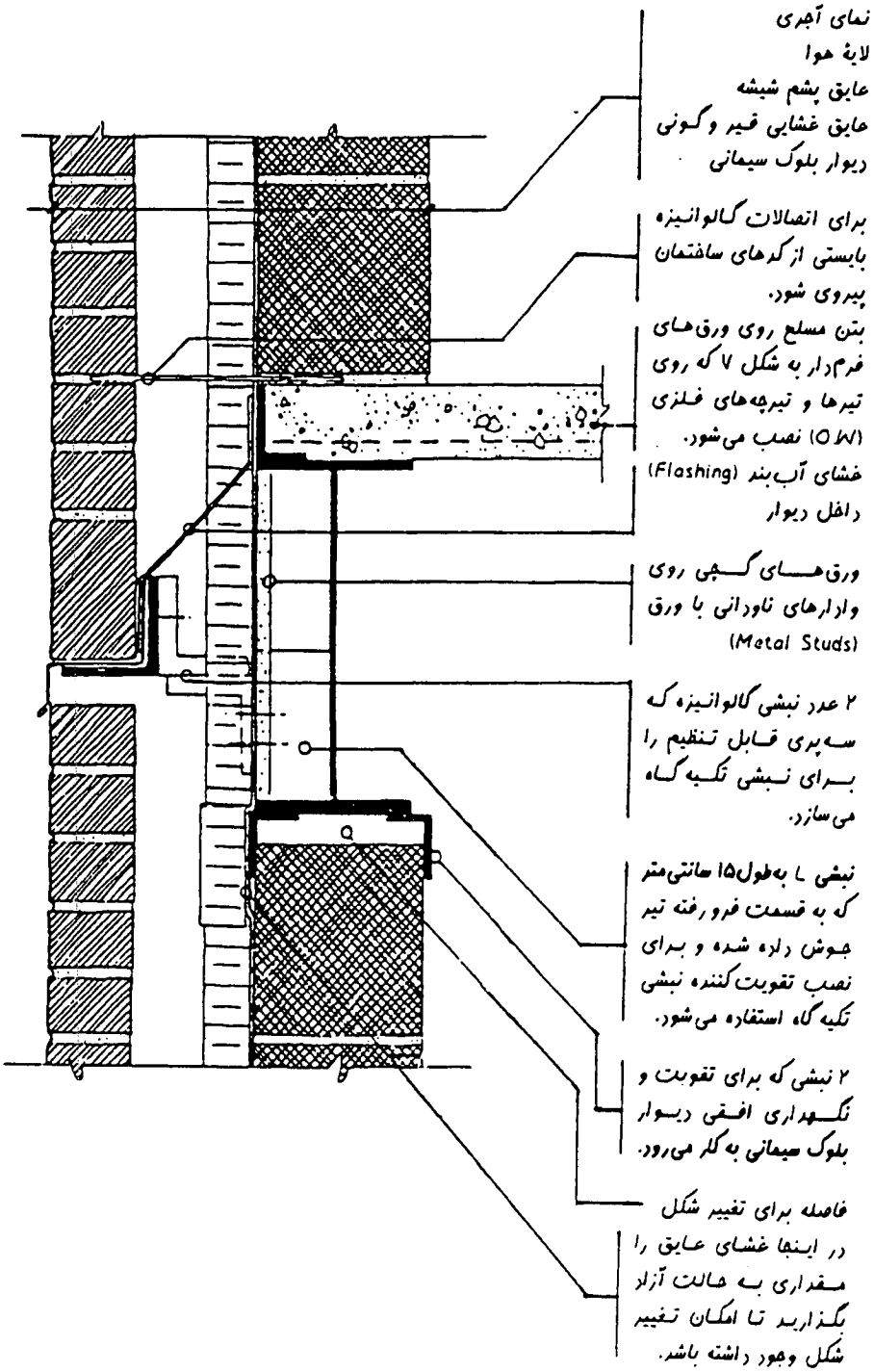
www.SID.ir

Archive of SID

جزییات دیوار نما با سازه درون آن

عایق سدّ هوا ـ بخار

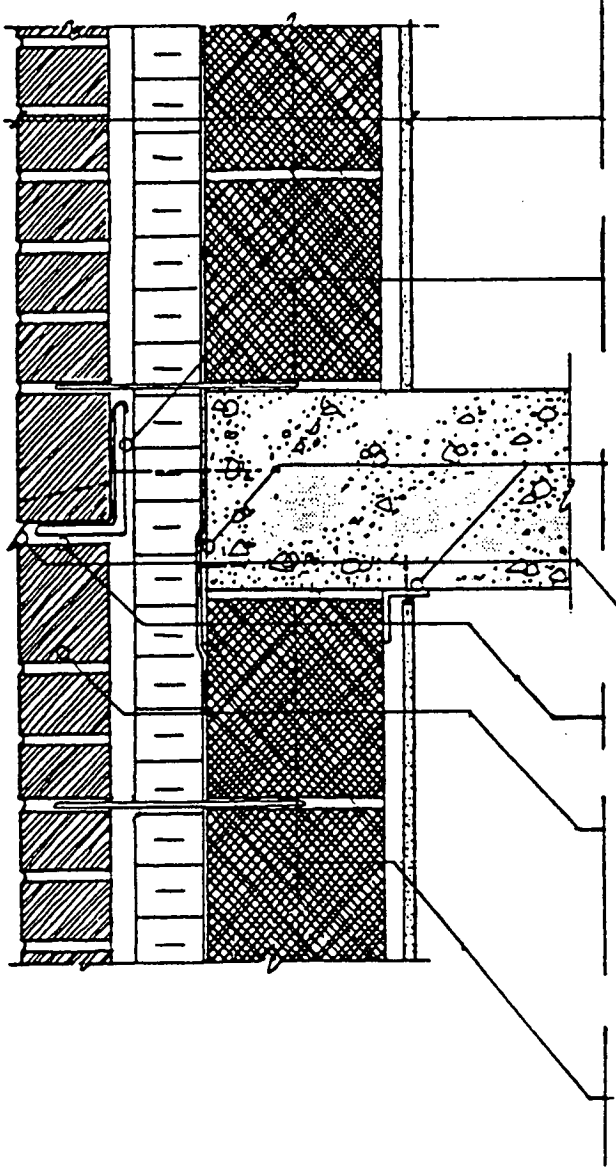
عایق حرارتی



www.SID.ir

Archive of SID

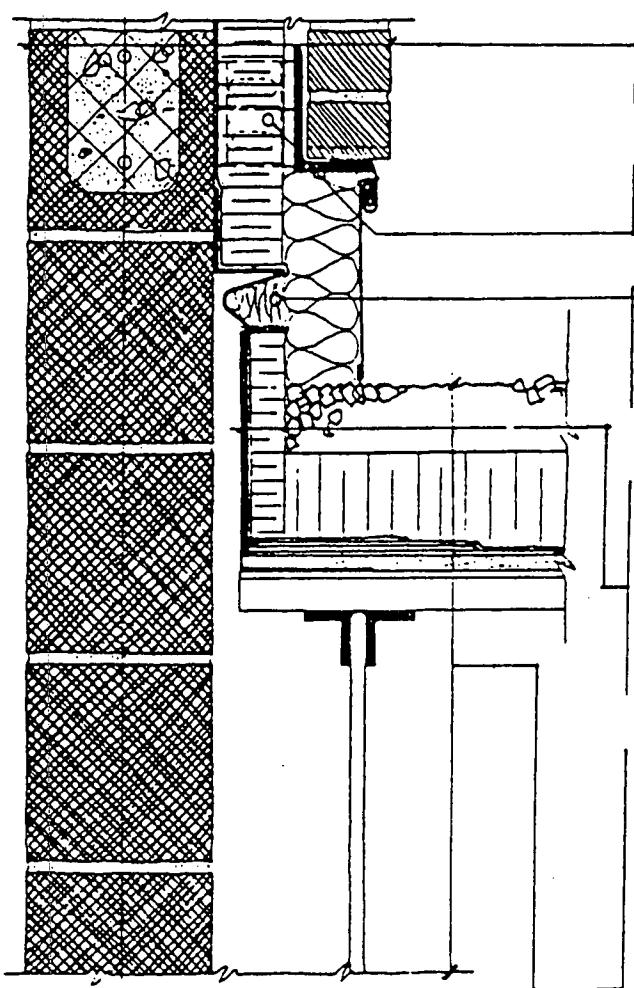
جزییات دیوار نما و دال بتنی طُرّه
عایق سدّ هوا ـ بخار
عایق حرارتی



www.SID.ir

Archive of SID

جزییات ادامه دیوار نما در روی بام
عایق سدّ هوا ـ بخار
عایق حرارتی



۱۹ سانتی‌متر ضخامت بلوک سیمانی مسلح
غشای قیراندود با قیر نرم.
۷/۵ سانتی‌متر عایق پشم شیشه.
۲/۵ سانتی‌متر لایه هوا
۱۰ سانتی‌متر نماسازی آجری

نبشی تکیه‌گاه و تقویت کننده‌های مربوط به آن

درز انبساط هوابندی شده با ورق آهن و غشای قیر اندود که فرم داده شده است.

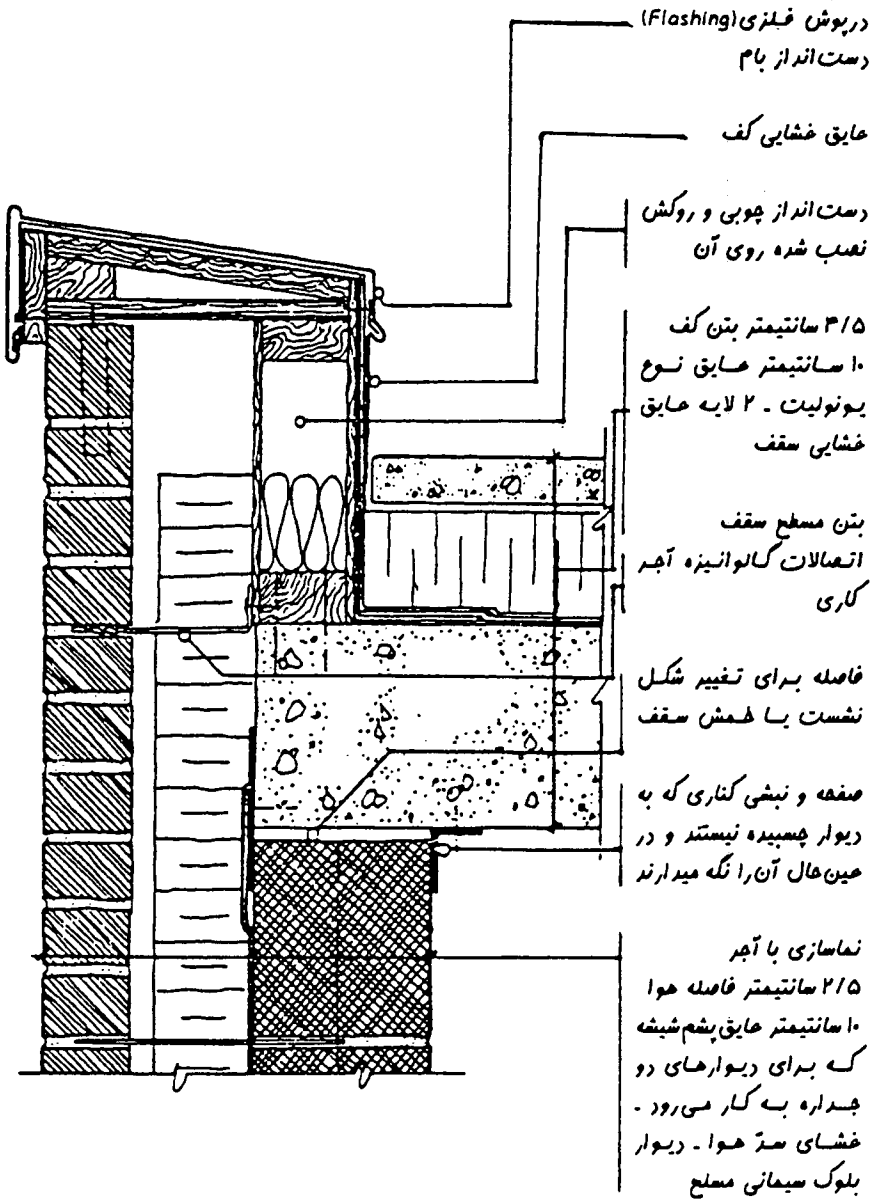
دست‌انداز فلزی (ورق فلزی فرم داده شده و نصب شده بر روی سقف فلزی) غشای آب‌بند از نوع غشای قیراندود
عایق از نوع استیروفوم

۱۰۰ کیلوگرم بر متر مربع وزنه از نوع شن
۱۰ سانتی‌متر عایق ضد آب استیروفوم
دو لایه غشای قیراندود
۱۲ میلی‌متر ورقهٔ گچ ۳۶ میلی‌متر پوشش فلزی
تیرهای فلزی مشبک ساخته شده با نبشی و میلگرد (OWL)

www.SID.ir

Archive of SID

جزییات دیوار نما ـ دست‌انداز بام
عایق سدّ هوا ـ بخار
عایق حرارتی



www.SID.ir

Archive of SID

۵. ضرورت به کار بردن عایق حرارتی:

عایق حرارتی چهار مصرف اصلی دارد:

مورد اول کنترل جریان گرما در داخل و خارج از ساختمان است. میزان تغییرات درجه حرارت در پوشش خارجی ساختمان، در مناطق سردسیر و مناطق گرم‌سیر کشور زیاد بوده و در این مناطق به مقدار عایق بیشتری نیاز است.

مورد مصرف دوم این عایق، گرم نگه داشتن سدّ هوا ـ بخار و جلوگیری از تعریق در ساختمان و نگه داشتن دما، بالاتر از دما یا نقطه شبنم برای مناطق سردسیر است.

مصرف سوم ایجاد آسایش بیشتر با گرم نگه داشتن دمای متوسط دیوار داخلی در زمستان و سرد نگه داشتن دمای متوسط آن در تابستان است.

مصرف چهارم جذب مقدار قابل توجهی از ارتعاشات صوتی و جلوگیری از انتقال آلودگی‌های صوتی در شهرها، نزدیک خط آهن و اتوبان‌ها، و مناطق مسکونی نزدیک به فرودگاه‌ها است.

هدایت حرارت توسط مواد و مصالح ساختمانی:

درجه حرارت معیاری جهت سنجش فعالیت‌های مولکولی در یک ماده است. فعالیت بیشتر مولکول‌ها در یک ماده باعث افزایش دما و گرم شدن آن ماده می‌شود. برای مثال در یک میله فولادی که یک سر آن گرم‌تر از طرف دیگر آن می‌باشد، بر اثر برخورد مولکول‌های پر جنب و جوش ناحیه گرم فلز با مولکول‌های کم تحرک‌تر قسمت سرد آن میله، باعث هدایت مقداری انرژی از مولکول‌های ناحیه گرم به ناحیه سرد می‌شود. این هدایت گرما در یک میله مسی سریع‌تر است زیرا قابلیت هدایت مس نسبت به آهن بیشتر می‌باشد. اما اگر این میله پلاستیک باشد، به علت پایین‌تر بودن قابلیت هدایت پلاستیک نسبت به فلزات، هدایت گرما کُندتر صورت خواهد گرفت.

قابلیت انتقال (K) برای بعضی از مصالح عمومی ساختمان:

یک اینچ ضخامت / فارنهایت / فوت مربع / ساعت / BTU = K قابلیت انتقال

مس	۲۷۰۰	چوب نرم	۰/۸۰
آهن	۳۱۴	عایق پشم شیشه	۰/۳۰
بتن	۱۲	تخته‌های چند لایه	۰/۲۸
شیشه	۷/۱۰	عایق پشم شیشه فشرده	۰/۲۵
سنگ آهکی	۶/۵۰	عایق یونولیت بام	۰/۲۰
آجر	۴/۸۰	هوا	۰/۱۸
پلاستیک	۱/۴۰ـ۲/۱۰		

جریان هدایت حرارت تنها روش هدایت گرما در یک ماده جامد غیر شفاف است. در ماده یا فضایی که فاقد مولکول‌هایی باشد که توانایی برخورد با یکدیگر را دارند، مانند فضای خلاء ظرف شیشه‌ای ترموس، حرارت بسیار کمی انتقال می‌یابد.

مواد و مصالحی که هدایت‌دهنده حرارتی خوبی هستند، عایق حرارتی بدی می‌باشند.

مقاومت حرارتی معکوس هدایت حرارتی است. در نتیجه، وجود عایق در دیوار هدایت حرارت و گرما را در آن کاهش می‌دهد.

هوا عایق بسیار خوبی است، به شرطی که از جریان گرما توسط جابجایی هوا بتوان جلوگیری نمود. در عمل اکثر عایق‌ها نیز همین کار را انجام می‌دهند. برای مثال فوم‌های پلاستیکی که برای عایق به‌کار برده می‌شوند، هوا را به‌صورت حباب‌های کوچکی در بین خود حفظ می‌نمایند.

به‌کار بردن عایق در دیواره‌های ساختمان اثرات زیادی در جلوگیری از اتلاف انرژی خواهد داشت، مشروط بر آنکه از نفوذ هوا به داخل ساختمان نیز جلوگیری شود. به عبارت دیگر این دو لازم و ملزوم یکدیگرند و بایستی با هم انجام شوند تا کارآیی مورد نظر را داشته باشند.

اگر قطعات فلزی از داخل عایق دیوار عبور نماید، به شکل پل حرارتی عمل نموده و حرارت را از داخل عایق عبور می‌دهد. هنگامی که هدایت حرارت دو برابر شود، مقاومت حرارتی به نصف تقلیل خواهد یافت. بنابراین، اتصالات و قطعات فلزی را (پل‌های حرارتی) باید به حداقل رساند، و حتی‌الامکان از اتصالات و قطعات پلاستیکی استفاده نمود.

یکی از قسمت‌هایی که تبادل حرارتی زیاد در آن انجام می‌شود، پنجره است. بنابراین برای صرفه‌جویی در انرژی، و هنگامی که در دیوارهای بیرونی ساختمان از عایق حرارتی استفاده می‌شود، بایستی برای بهبود بخشیدن به عملکرد حرارتی پنجره‌ها به نکات زیر توجه نمود:

- ☐ پنجره‌های فلزی و آلومینیومی خود حالت پل حرارتی را داشته و مقدار زیادی تبادل حرارتی انجام می‌دهند.
- ☐ پنجره‌های ساخته شده از مواد مصنوعی مانند P.V.C مقدار قابل توجهی از تبادل حرارتی جلوگیری می‌نمایند.
- ☐ به کار بردن شیشه‌های دو جداره یا سه جداره تأثیر بسزایی دارد.
- ☐ استفاده از پرده کرکره یا پوشش‌های چوبی بیرون پنجره‌ها توصیه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

ضرایب انتقال حرارتی قابل قبول و روش محاسبه آن:

بر مبنای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمانی حداکثر ضریب انتقال حرارتی دیوارهای پوسته خارجی و سقف‌ها به شرح زیر گروه‌بندی شده‌اند:

گروه ۱: ساختمان‌های با صرفه‌جویی انرژی زیاد و حداکثر ضریب انتقال حرارتی $K = ۰/۷ \ [w/m^2K]$

گروه ۲: ساختمان‌های با صرفه‌جویی انرژی متوسط و حداکثر ضریب انتقال حرارتی $K = ۱/۲ \ [w/m^2K]$

گروه ۳: ساختمان‌های با صرفه‌جویی انرژی قابل قبول، حداکثر ضریب انتقال حرارتی $K = ۱/۴ \ [w/m^2K]$

باید توجه داشت که:

$$K = \frac{1}{R + \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_o}} \ [w/m^2K]$$

و برای هر نوع از مصالح

$$R = \frac{\text{ضخامت مصالح}}{\text{ضریب هدایت حرارتی}} = \frac{d_i}{\lambda_i}$$

و هنگامی که دیواری شامل چندین لایه مصالح مختلف باشد.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + ... + (\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_0}) \quad [w/m^2K]$$

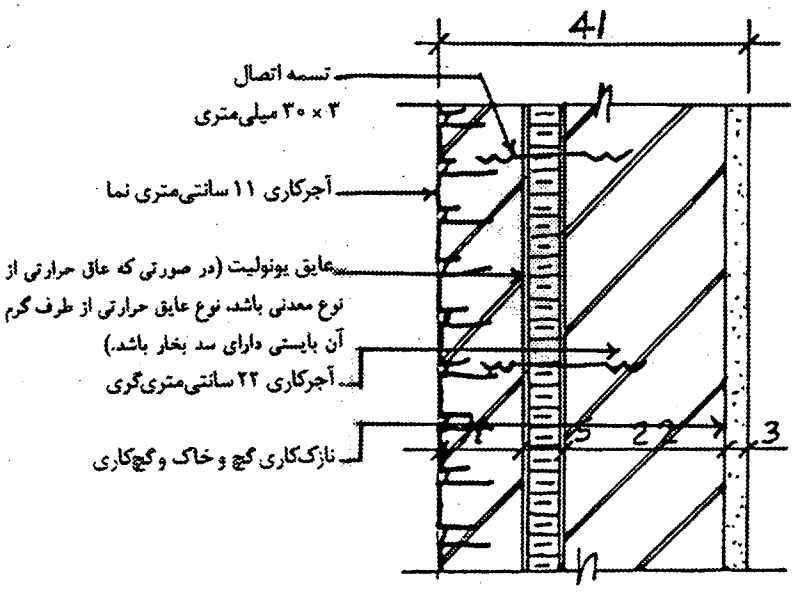
$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_0}$ = مقاومت حرارتی هوای خارج + مقاومت حرارتی هوای داخل = ۰/۱۷

مقاومت انتقال حرارتی

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{K} \quad [w/m^2K]$$

مثال:

یکی از روش‌های اجرایی که اخیراً برای استفاده از عایق حرارتی برای عایق کردن دیوار خارجی ساختمان‌ها مرسوم شده استفاده از دیوار دو جداره است که جداره بیرونی آن یک دیوار آجرچینی ۱۱ سانتی‌متری است، و جداره داخلی دیوار آجرچینی ۲۲ سانتی‌متری است. جدار بیرونی می‌تواند آجرنما باشد، و یا برروی آن نمای سنگی به کار رود.



دیوار دوجداره با نمای آجری ۱۱ سانتی‌متری

www.SID.ir

Archive of SID

ضریب انتقال حرارتی این دیوار از طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{U} = R = 0.17 + \frac{0.1}{0.8} + \frac{0.05}{0.038} + \frac{0.22}{0.8} + \frac{0.03}{0.7}$$

$$\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_0} = 0.17 \quad [w/m^2K]$$

$$R = 0.17 + 0.125 + 1.31 + 0.275 + 0.043 = 1.92$$

$$U = k = \frac{1}{R} = \frac{1}{1.92}$$

$$U = k = 0.52 \ [w/m^2 \ k]$$

پس ضریب انتقال حرارتی دیوار فوق با ۵ سانتیمتر عایق یونولیت معادل [w/m2K] ۰/۵۲ است. که با توجه به ضریب انتقال حرارتی ساختمان‌های گروه ۱ که ۰/۷ است، از ضریب انتقال حرارتی پائین‌تر برخوردار است، پس مقاومت بیشتری در مقابل انتقال حرارت داشته و از ساختمان‌های گروه ۱ هم بهتر است.

نتیجه‌گیری:

با توجه به نکات و مطالب ذکر گردیده چنین به‌نظر می‌رسد که به‌دلیل ضرورت صرفه‌جویی در مصرف انرژی در طراحی ساختمان و انتخاب مصالح و جزئیات مورد استفاده می‌بایستی عایق‌بندی حرارتی مناسب در نظر گرفته شود.

علاوه براین، انتخاب فن‌آوری لازم و مصالح مناسب بستگی به شرایط اقلیمی و محل استقرار ساختمان مورد نظر دارد.

بدیهی است که برای عایق‌بندی حرارتی و توجه به شرایط اقلیمی، آمارها و گزارشات مربوط به چندین سال گذشته مورد توجه قرار گرفته و متناسب با آن عایق‌بندی در نظر گرفته می‌شود.

پی‌نوشت

۱ - ازکتاب جزئیات معماری برای ساختمان‌های عایق‌بندی شده.

منابع و مآخذ

۱. Ronald Brand: جزئیات معماری برای ساختمان‌های عایق‌بندی شده، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۹.

۲. مقررات ملی ساختمان ایران ـ مبحث ۱۹. صرفه‌جویی در مصرف انرژی، وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۷۰.

www.SID.ir