فصلنامه مهندسی عمران و سازه

دوره ۱ ، شماره ۳ ، زمستان ۱۳۹۶

مقاله مروری

بررسی و مقایسه جامع خواص عایقهای ساختمانی با رویکرد الزامات طراحی مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

مجید عبدالهی [۱] ، فریدون خسروی [۲] ، سید حامد خلیل پور [۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گرایش مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

۲- دانشیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد، عمران گرایش سازه، دانشکده مهندسی عمران ، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه

دریافت: ۱۰ آبان ۱۳۹۶

پذیرش: ۱۲ دی ۱۳۹۶

کلید واژگان:

عایق حرارت

عایق صوتی

طراحی حرارتی

چکیده

بخش قابل توجهی از انرژی مصرفی در جهان صرف گرمایش و سرمایش ساختمانها میشود که این امر موجب افزایش تقاضا برای بهبود بهره وری انرژی ساختمآنها میشود .یکی از راه های بهبود انرژی مصرفی در ساختمانها، طراحی حرارتی اجزای مختلف ساختمان شامل دیوارها، سقفها و کف ها مطابق الزامات و اصول مطرحشده در آیین نامه ها است .هدف اصلی این پژوهش یررسی و مقایسه جامع انواع عایقهای ساختمانی و آشنایی با اصول طراحی حرارتی ساختمآنها براساس الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان است .در مقاله پیش رو پس از معرفی انواع عایقهای ساختمانی، ۵ معیار شامل چگالی، ضریب هدایت حرارتی، مقاومت در برابر آتش، مقاومت در برابر نور خورشید و خواص صوتی عایقها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است .در پایان یک مطالعه موردی به منظور آشنایی با روند طراحی حرارتی برای یک ساختمان مسکونی در شهر تهران انجام شده است که طبق محاسبات ضخامت۵/۵ سانتیمتر برای پشم سنگ(بدون در نظر گرفتن مقاومت حرارتی سایر لایه های دیوار)به دست آمده است.

نویسنده مسئول: مجید عبدالهی

پست الکترونیکی: Majid.Abdollahi1994@gmail.com

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

۱- مقدمه

عایق‌کاری نقش بسیار مهمی در رفاه حال ساکنان هر ساختمان دارد. به عقیده کارشناسان صنعتی و دست‌اندرکاران ساختمان‌سازی، هزینه عایق‌کاری ساختمان‌ها بسیار کمتر از هزینه کل ساختمان است، اما مزایای استفاده از عایق‌کاری مانند کاهش مصرف سوخت و جلوگیری از اتلاف گرما و سرمای داخل ساختمان و همچنین اثرات جلوگیری از ورود آلودگی صوتی و آلودگی هوا و رطوبت به محیط زندگی یا کار، بسیار بالاتر از سرمایه‌گذاری اولیه برای عایق‌کاری است.

روش سنتی عایق‌کاری در ایران همواره با مشکلات فراوانی روبرو بوده است؛ یکی از ضعف های اصلی در روش های سنتی عایق‌کاری، عدم توجه به الزامات طراحی حرارتی بوده است. بنابراین باید برای رفع این مشکلات، اقدامات جدی صورت گیرد. به‌طور متوسط عمر مفید عایق‌کاری به روش سنتی کمتر از ۱۰ سال بوده و ترمیم متناوب آن با مشکلات اجرایی و هزینه‌های قابل‌توجه و مزاحمت برای ساکنان ساختمان‌ها همراه است.

ساختمانها مصرف کننده بخش زیادی از انرژی در همه کشورها میباشند. در مناطقی که شرایط آب و هوایی سختی دارند، سهم قابل توجهی از انرژی صرف گرمایش و سرمایش ساختمآن‌ها میشود[۱]. با توجه به استفاده از انرژی در بخش ساختمان، که مقدار قابل توجهی از کل مصرف انرژی در جهان است، تقاضا برای بهبود بهره وری انرژی ساختمآن‌ها افزایش میابد. عایق حرارتی ساختمآن‌ها به منظور رفع نیازهای بهبود بهره وری انرژی، نقش مهمی دارند[۲]. بنابراین لازم است تا پس از شناختن خواص عایق‌های مختلف، اصول و مبانی طراحی حرارتی مورد توجه قرار گیرد.

طبق قانون، تمام ساخت‌وسازهایی که در کشور انجام می‌شود باید مطابق مقررات ملی ساختمان باشد که در سال ۱۳۷۰ به تصویب رسیده است. مبحث ۱۹ این مقررات مربوط به انرژی و صرفه‌جویی در آن است که اجرای آن از تیرماه سال ۱۳۸۱ اجباری شده است. بر اساس این مقررات، مقاومت حرارتی اجزای خارجی ساختمان نباید از حد معینی پایین‌تر باشد. این موضوع اهمیت عایق‌کاری و تأثیر آن در محاسبات و طراحی ساختمان را نشان می‌دهد.

در این پژوهش با بررسی عملکرد انواع عایق‌ها سعی در انتخاب عایق بهینه براساس الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان شده است.

۲- تعاریف مربوط به عایق حرارتی

در این قسمت تعاریف اصلی مربوط به عایق‌های حرارتی از طریق مرور ادبیات و مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان ارائه شده است [۱] [۳] [۴].

۲-۱ عایق حرارتی

مصالح یا سیستم مرکبی که انتقال گرما را از محیطی به محیطی دیگر به‌طور مـؤثر کـاهش دهد عایق حرارتی نامیده می‌شود. در مواردی، عایق حرارتی می‌تواند، علاوه بر کاهش انتقال حرارت، کاربردهـای دیگـری نیـز مانند باربری، صدا بندی داشته باشد. تحت شرایط ویژه، هوا نیز می‌تواند عایق حرارت محسوب شود.

طبق تعریف مطرح‌شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، عایق حرارت قابل‌استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می‌شود کـه دارای ضـریب هـدایت حرارتی کمتر یا مساوی (W/mK) ۰/۰۶۵ باشد.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

۲-۲ ضریب هدایت حرارتی

مقدار حرارتی که در یک ثانیه از یک مترمربع عنصری همگن به ضخامت یک متر، در حالت پایدار، می‌گذرد، درزمانی که اختلاف دمای دو سطح طرفین عنصر برابر یک درجه کلـوین اسـت. واحد ضریب هدایت حرارت W/mK (وات بر متر درجه کلوین) است.

۲-۳ مقاومت حرارتی

مقاومت حرارتی عبارت است از نسبت ضخامت لایه به ضریب هدایت حرارتی آن. بدیهی است مقاومت حرارتی جدار متشکل از چندلایه مساوی با مجموع مقاومت‌های هر یک از لایه‌هاست. مقاومت حرارتی مشخص‌کننده قابلیت عایق بودن یک یا چندلایه از پوسته یا کـل پوسـته ازنظر حرارتی است. مقاومت حرارتی با R نمایانده می‌شود و واحد آن m^2K/W (مترمربع کلوین بر وات) است.

طبق تعریف مطرح‌شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، عایق حرارتی قابل‌استفاده در ساختمان به عایقی اطلاق می‌شود کـه دارای مقاومت حرارتی مساوی یا بیشتر از m^2K/w ۰/۵ باشد.

۳- مصالح و مواد تشکیل‌دهنده عایق‌های حرارتی

مصالحی که به‌صورت عمده در عایق‌ها به کار می‌روند عبارت‌اند از [۵] [۶] [۷] :

۳-۱ پشم شیشه

عبارت است از الیاف بسیار نازک شیشه که تقریباً به هم متصل می‌باشند که این الیاف را پس از سرد کردن روی کاغذ قیری و یا تور دارای الیاف قرار می‌دهند این ماده اشتعال ناپذیر و از خاصیت بی‌بویی و نگرفتن نم برخوردار می‌باشد و امکان رشد قارچ و کپک در آن وجود ندارد.

شکل ۱. عایق پشم شیشه

۳-۲ پشم سنگ

پشم سنگ و پشم‌شیشه مواد الیافی هستند و ضریب مقاومت حرارتی و صوتی بسیار خوبی دارند. مهم‌ترین فرق این دو، اختلاف در مقاومت حرارتی آن‌ها می‌باشد. دمای عملکرد برای پشم سنگ حداکثر ۷۵ درجه سانتی‌گراد و برای پشم‌شیشه حداکثر ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. پشم سنگ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌تواند از خود مقاومت نشان دهد و در سازه‌هایی که مقاومت در برابر حریق و عایق‌بندی صوتی در نظر باشد و یا در سازه‌هایی که مواد قابل‌احتراق و انفجار نگهداری می‌شوند ترجیح داده می‌شود. مقاومت حرارتی پشم سنگ باضخامت آن نسبت مستقیم دارد.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

پشم سنگ و پشم‌شیشه طی یک فرآیند کاملا اتوماتیک برش خورده و داخل پانل قرار می‌گیرند به شکلی که با حفظ مقاومت فشاری پانل و با استفاده از اتصالات پراکنده کل پستی‌وبلندی‌های پانل را می‌پوشانند.

شکل ۲. عایق پشم سنگ

۳-۳ پرلیت

این ماده از الیاف سنگ‌های معدنی و چسب به وجود می‌آید و به تخته‌های سبک‌وزنی تبدیل می‌شود که یک‌طرف آن را با قیر می‌پوشانند. پرلیت عایق خوبی برای جذب صدا و مورداستفاده در بام‌ها می‌باشد.

۳-۴ فایبرگلاس

فایبرگلاس کامپوزیتی از الیاف شیشه با مواد پلیمری است که از پشم‌شیشه به‌عنوان مادهٔ تقویت‌کننده و از مواد پلیمری به‌عنوان مواد زمینه استفاده می‌شود .فایبرگلاس یکی از پرکاربردترین مواد در دنیای صنعت است که بیشتر در عایق‌کاری مخازن بکار می‌رود.

۳-۵ پلی استایرن قابل انبساط

پلی استایرن منبسط‌شده (EPS) ترکیبی از پلی استایرن است که ماده‌ای پلاستیکی، ساخته‌شده از مواد نفتی می‌باشد که با کمک گاز پنتان و استفاده از بخار، پلی استایرن منبسط‌شده و به شکل مورد دلخواه درمی‌آید. در این فرآیند پنتان هوا را در خود جای می‌دهد و حفره‌های فوم با هوای محبوس پر می‌گردد که صفحات EPS را تبدیل به عایق حرارتی با ضریب انتقال حرارت پایین می‌نماید. در بین عایق‌های حرارتی مورداستفاده در سازه‌ها EPS سبک‌ترین و مقرون‌به‌صرفه ترین آن‌ها است.

۳-۶ پلی استایرن اکسترود شده

فوم عایق حرارتی پلی استایرن اکسترود شده XPS در فرآیندی پیشرفته همگام با تکنولوژی روز دنیا، با مقاومت حرارتی و فشاری بالا جهت عایق‌کاری ساختمان‌ها تولید می‌شود . برخلاف دیگر روش‌های تولید که سبب ایجاد حفره، خلل و فرج و لوله‌های مویین در عایق می‌شود این روش بافتی یکنواخت با سلول‌های بسته و نفوذناپذیر ایجاد می‌کند که ضریب انتقال حرارت بسیار پایین و مقاومت بالا در برابر نفوذ رطوبت و فشار در مقایسه با دیگر عایق‌ها از مشخصه‌های منحصربه‌فرد این نوع عایق می‌باشد.

۳-۷ پلی یورتان‌ها

پلی اورتان فوم سبکی است که از ترکیب پلی یول و ایزو سیانات در شرایط خاص و در حضور کاتالیزور تولید می‌شود. پلی اورتان نوعی فوم است که در آن بیشتر خلل و فرج بسته‌شده و به همین دلیل بازده بسیار خوبی به‌عنوان عایق حرارتی دارد.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

پلی اورتان در هر دانسته موردنیاز قابل‌تولید است، برای رسیدن به مقاومت حرارتی و ظرفیت بارگذاری مطلوب دانسته آن می‌بایست بین ۴۰ تا ۴۲ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

حداکثر دمای عملکرد پلی اورتان ۷۰ الی ۸۰ درجه سانتی‌گراد است .البته پلی اورتان تا دمای ۱۰۰ الی ۱۱۰ درجه نیز استحکام خود را از دست نمی‌دهد ولی در دمای بالاتر از آن تجزیه می‌شود. باکتری‌ها در پلی اورتان قابلیت رشد ندارند و به دلیل مقاومت فشاری بالا در گستره وسیعی از مصارف روزمره قابل‌استفاده می‌باشد.

۳-۸ ورمیکولیت

عایق ورمیکولیت ازجمله مواد معدنی محسوب می‌شود که ساختار آن دارای مواد معدنی بی‌شمار می‌باشد که ازجمله آن‌ها می‌توان به سیلیس، دی‌اکسید منیزیم و اکسید آلومینیوم اشاره نمود. ورمیکولیت به علت ساختار منحصربه‌فردی که از آن برخوردار است در مصارف متعددی به‌غیراز عایق‌کاری مورداستفاده قرار می‌گیرد که ازجمله آن‌ها می‌توان به کاربرد این محصول در صنعت و کشاورزی اشاره نمود. همچنین ورمیکولیت از مقاومت حرارتی بسیار بالایی برخوردار است که سبب شده از آن به‌عنوان عایق نسوز نیز استفاده شود .ورمیکولیت در دو مدل اشباع‌نشده و اشباع موجود می‌باشد که هریک از آن‌ها دارای کاربرد مخصوص به خود می‌باشند. از مصالح ورمیکولیت اشباع‌شده در پوشش آسفالت استفاده شده زیرا دارای ساختاری که در مناطق بسیار مرطوب آسفالت را ضد آب می‌کند. همچنین ورمیکولیت اشباع‌نشده زمانی که در معرض رطوبت قرار می‌گیرد آب را جذب می‌کند و کندی خشک می‌شود و به همین علت از آن می‌توان در مصارف متعددی استفاده نمود.

۳-۹ ایروژل

ایروژل یکی از انواع مواد متخلخل است که در مقایسه با سایر مواد عایق دارای خواص صوتی فوق‌العاده و هدایت گرمایی بسیار پایین است. به عبارتی می‌توان آن‌ها را جز ابر عایق‌ها به شمار آورد. این ماده هم‌چنین دارای خواص فیزیکی و شیمیایی بسیار خوب مانند ساختار شفاف و چگالی کم است. در حال حاضر قیمت این مواد نسبت به سایر عایق‌ها گران است اما تلاش‌های زیادی برای کاهش هزینه تولید این مواد در حال شکل گرفتن است.

سه نوع ایروژل به نام‌های آیروژل‌های سیلیس، کربن و آلومینیوم وجود دارد. از میان این سه نوع، ایروژل سیلیسی رایج‌تر ویژگی‌های برجسته‌ای دارد. این نوع ایروژل‌ها دارای زنجیره‌های SiO_2 با کانال‌های متصل‌به‌هم و تعداد زیادی حفره‌های پرشده با هوا هستند. این حفره‌ها بسیار کوچک هستند. قطر این حفره‌ها برای ایروژل خالص و ایروژل سیلیسی به ترتیب بین ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر و ۵ تا ۷۰ نانومتر است. ایروژل‌ها دارای چگالی حجمی بسیار کم در حدود Kg/m^3 ۳هستند. اما برای کاربردهای ساختمانی چگالی $Kg/m^3$۱۰۰مناسب است. سطح ویژه ایروژل‌ها بین ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع بر کیلوگرم تغییر می‌کند.

به دلیل چگالی بسیار کم ایروژل‌ها، از این ماده می‌توان برای ساخت نمای خارجی ساختمان استفاده کرد. ایروژل همچنین عایق صوتی بسیار خوبی است و گزینه خوبی برای به تأخیر انداختن آتش است. ضعف اصلی ایروژل قیمت بسیار بالای آن در مقایسه با سایر عایق‌های رایج ساختمانی است.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

۴- مقایسه جامع خواص عایق‌ها

در این بخش خواص انواع عایق‌ها با معیارهای مختلف مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است [۱] [۸] [۹][۱۰][۱۱].

۴-۱ مقایسه عایق‌ها ازنظر چگالی

جدول ۱. مقایسه چگالی انواع عایق‌ها

مواد	چگالی (Kg/m^3)
پشم سنگ	۴۰-۲۰۰
پلی اتیلن	۳۵-۴۰
فایبرگلاس	۱۰-۴۸
پشم‌شیشه	۲۰-۱۰۰
سلولز	۲۴-۳۶
ورمیکولیت	۶۴-۱۳۰
پلی استایرن منبسط	۱۶-۳۵
پلی استایرن اکسترود شده	۲۶-۴۵
پلی یورتان	۴۰-۵۵
پرلیت	۳۲-۱۷۶
آیروژل	۳-۱۰۰

۴-۲ مقایسه عایق‌ها ازنظر هدایت حرارتی

جدول ۲. مقایسه هدایت حرارتی انواع عایق‌ها

مواد	هدایت حرارتی (W/mK)
پشم سنگ	۰/۰۳۷
پلی اتیلن	۰/۰۴۱
فایبرگلاس	۰/۰۳۰-۰/۰۳۸
پشم‌شیشه	۰/۰۳۶
سلولز	۰/۰۴۶-۰/۰۵۴
ورمیکولیت	۰/۰۶۳-۰/۰۶۸
پلی استایرن منبسط	۰/۰۳۷-۰/۰۳۸
پلی استایرن اکسترود شده	۰/۰۳۰-۰/۰۳۲
پلی یورتان	۰/۰۲۳
پرلیت	۰/۰۴۰-۰/۰۶۰
آیروژل	۰/۰۱۲-۰/۰۲۰

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

۴-۳ مقایسه عایق‌ها ازنظر مقاومت در برابر آتش

جدول ۳. مقایسه مقاومت در برابر آتش عایق‌ها

مواد	مقاومت در برابر آتش
پشم سنگ	عالی
پلی‌اتیلن	ضعیف
فایبرگلاس	خوب
پشم‌شیشه	عالی
سلولز	خوب
ورمیکولیت	عالی
پلی استایرن منبسط	ضعیف
پلی استایرن اکسترود شده	ضعیف
پلی یورتان	ضعیف
پرلیت	عالی
آیروژل	عالی

۴-۴ مقایسه عایق‌ها ازنظر مقاومت در برابر نور خورشید

جدول ۴. مقایسه مقاومت در برابر نور خورشید عایق‌ها

مواد	مقاومت در برابر نور خورشید
پشم سنگ	عالی
پلی‌اتیلن	خوب
فایبرگلاس	عالی
پشم‌شیشه	عالی
سلولز	خوب
ورمیکولیت	خوب
پلی استایرن منبسط	ضعیف
پلی استایرن اکسترود شده	ضعیف
پلی یورتان	ضعیف
پرلیت	خوب
آیروژل	عالی

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

۴-۵ مقایسه عایق‌ها ازنظر جذب صدا

جدول ۵. مقایسه عایق‌ها ازنظر جذب صدا

مواد	جذب صدا
پشم سنگ	خیلی زیاد
پلی‌اتیلن	-
فایبرگلاس	زیاد
پشم سنگ	خیلی زیاد
سلولز	کم
ورمیکولیت	کم
پلی استایرن منبسط	کم
پلی استایرن اکسترود شده	کم
پلی یورتان	کم
پرلیت	کم
آیروژل	عالی

۵- بحث و نتایج

با توجه به جدول مربوط به مقایسه چگالی عایق‌ها، ایروژل و پلی استایرن کمترین چگالی را در قیاس با سایر عایق‌ها دارند بنابراین نسبت به سایر عایق‌ها سبک‌تر هستند. وزن کم این عایق‌ها موجب کاهش وزن نهایی دیوارها و سقف‌ها و نهایتاً کاهش وزن کل سازه و صرفه‌جویی در هزینه‌ها (هزینه‌های مربوط به سازه و نه خود عایق) خواهد شد. اما ازآنجایی‌که پلی استایرن مقاومت کافی در برابر آتش‌سوزی ندارد بنابراین بدون تقویت مقاومت آن در برابر حریق، عایق مناسبی نخواهد بود.

از طرف دیگر مهم‌ترین معیار فنی در مقایسه عایق‌های حرارتی، ضریب هدایت حرارتی است که با توجه به جدول (۲)، ایروژل کم‌ترین ضریب هدایت حرارتی را در بین انواع عایق‌ها داراست. بنابراین باضخامت و وزن کمتری در قیاس با سایر عایق‌ها می‌تواند الزامات مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان را تأمین کند اما همان‌طور که گفته شد استفاده از ایروژل هزینه زیادی در پی خواهد داشت (استفاده از ایروژل ممکن است هزینه‌های سازه را کاهش دهد اما خود ایروژل گران است). عایق پلی یورتان هم ضریب هدایت حرارتی پایینی دارد اما مانند پلی استایرن مقاومت ضعیفی در برابر آتش‌سوزی خواهد داشت.

پشم‌شیشه و پشم سنگ در معیارهای چگالی، ضریب هدایت حرارتی و مقاومت در برابر آتش تقریباً وضعیت مشابهی دارند اما تفاوت اصلی آن‌ها در قابلیت خواص آکوستیکی و صوتی است. طبق الزامات مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان، در بین عایق‌های مطرح‌شده، پشم سنگ مناسب‌ترین عایق صوت است.

ازآنجایی‌که در عمل استفاده از موادی که به‌طور هم‌زمان عایق حرارت و صوت هستند مطلوبیت بیشتری دارد، بنابراین پشم سنگ و ایروژل مناسب‌ترین گزینه‌ها خواهند بود. اگر فاکتور هزینه هم به خواص حرارتی و صوتی عایق‌ها اضافه شود، استفاده از پشم سنگ به‌عنوان عایق حرارت و صوت توصیه می‌شود (استفاده از ایروژل در قیاس با پشم سنگ بسیار پرهزینه‌تر است).

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

۶- مطالعه موردی طراحی ضخامت عایق حرارتی

به‌منظور آشنایی با نحوه محاسبه ضخامت عایق حرارتی پروژه فرضی زیر را در نظر می‌گیریم.

پروژه مفروض یک ساختمان مسکونی در شهر تهران است و از عایق پشم سنگ که عایق حرارت و صوت است در لایه میانی دیوار استفاده می‌شود.

در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان از ۲ روش کارکردی و تجویزی برای طراحی حرارتی دیوارها و سقف‌ها استفاده‌شده است که در این پژوهش از روش تجویزی به دلیل سادگی استفاده شده است.

طراحی با روش تجویزی، در مقایسه با روش کارکردی، به‌مراتب ساده‌تر است .در این روش، حداقل مشخصات حرارتی قابل‌قبول جدارهای پوستهٔ خارجی، بر اساس گروه ساختمان ازنظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی در دو مجموعه راه‌حل فنی (استفاده از پنجره‌های برتر و پنجره‌های ساده) ارائه می‌شود و لازم‌الاجراست. در این پروژه فرض بر این است که از پنجره‌های برتر استفاده خواهد شد.

برای طراحی ساختمان، طبق ضوابط مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، لازم است ابتدا گروه ساختمان، ازنظر میزان صرفه‌جویی الزامی در مصرف انرژی تعیین گردد. در این مبحث گروه‌های چهارگانه ساختمان‌ها به‌قرار زیر است:

گروه ۱: ساختمان‌های ملزم به‌صرفه جویی زیاد در مصرف انرژی.

گروه ۲: ساختمان‌های ملزم به‌صرفه جویی متوسط در مصرف انرژی.

گروه ۳: ساختمان‌های ملزم به‌صرفه جویی کم در مصرف انرژی.

گروه ۴: ساختمان‌های بدون نیاز به‌صرفه جویی در مصرف انرژی.

گروه ساختمان‌ها، ازنظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی، پس از تعیین عوامل ویژه اصلی (مطابق مراحل زیر) تعیین می‌شود.

۶-۱ تعیین گونه‌بندی نیاز سالانه انرژی شهر موردنظر

مطابق پیوست ۳ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، نیاز غالب حرارتی شهر تهران سرمایش و به مقدار متوسط است.

۶-۲ تعیین گونه کاربری ساختمان موردنظر

همان‌طور که گفته شد پروژه مدنظر کاربری مسکونی دارد و بر اساس پیوست ۴ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان جزو کاربری نوع الف خواهد بود.

۶-۳ تعیین گروه ساختمان ازنظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

با توجه به مراحل قبلی و پیوست ۵ مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، گروه ساختمان ازنظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی تعیین می‌شود. با طراحی انجام‌شده پروژه مدنظر جزو گروه ۲ یعنی ساختمان‌های ملزم به‌صرفه جویی متوسط در مصرف انرژی خواهد بود.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

۶-۴ تعیین حداقل مقاومت حرارتی ساختمان‌های گروه ۲ ازنظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی

بر اساس بند ۱۹-۳-۲-۵-۲ از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان حداقل مقاومت حرارتی لازم برای دیوار در ساختمان‌های گروه ۲ ازنظر میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی معادل (m^2K/w) ۱/۵ است.

۶-۵ طراحی ضخامت پشم سنگ به‌عنوان عایق حرارتی دیوار

طبق رابطه مطرح‌شده در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، مقاومت حرارتی برابر است با حاصل تقسیم ضخامت عایق بر ضریب هدایت حرارتی آن. ضریب هدایت حرارتی پشم سنگ (N/mk) ۰/۰۳۷ و مقاومت موردنیاز (m^2K/w) ۱/۵ می‌باشد. بنابراین مطابق رابطه زیر حداقل ضخامت پشم سنگ موردنیاز ۰/۰۵۵ متر یا ۵/۵ سانتیمتر خواهد بود.

ضخامت موردنیاز = ۱/۵ * ۰/۰۳۷ = ۰/۰۵۵ (متر)

۷- نتیجه‌گیری

در این پژوهش پس از معرفی انواع عایق‌های ساختمانی، ۵ معیار شامل چگالی، ضریب هدایت حرارتی، مقاومت در برابر آتش، مقاومت در برابر نور خورشید و خواص صوتی عایق‌ها موردبررسی و مقایسه قرار گرفت. از بین عایق‌های معرفی‌شده، پشم سنگ و ایروژل به دلیل دارا بودن خواص حرارتی و صوتی به‌طور هم‌زمان به‌عنوان مناسب‌ترین عایق‌ها معرفی شدند. از طرفی به دلیل گران بودن ایروژل و عدم تجاری شدن و دسترسی سخت این محصول، استفاده از پشم سنگ به‌عنوان عایق حرارت و صوت توصیه می‌شود. در پایان یک مطالعه موردی به‌منظور آشنایی با روند طراحی حرارتی برای یک ساختمان مسکونی در شهر تهران انجام شد که طبق محاسبات ضخامت ۵/۵ سانتیمتر برای پشم سنگ (بدون در نظر گرفتن مقاومت حرارتی سایر لایه‌های دیوار) به دست آمد.

مراجع

[1] M. S. Al-Homoud, “Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials,” Build. Environ., vol. 40, no. 3, pp. 353–366, 2005.

[2] B. P. Jelle, “Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions - Properties, requirements and possibilities,” Energy Build., vol. 43, no. 10, pp. 2549–2563, 2011.

[3] A. M. Papadopoulos, “State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments,” Energy Build., vol. 37, no. 1, pp. 77–86, 2005.

[4] L. Aditya et al., “A review on insulation materials for energy conservation in buildings,” Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 73, no. August 2015, pp. 1352–1365, 2017.

[5] G. Kyaw Oo D’Amore et al., “Innovative thermal and acoustic insulation foam from recycled waste glass powder,” J. Clean. Prod., vol. 165, pp. 1306–1315, 2017.

[6] A. Patnaik, M. Mvubu, S. Muniyasamy, A. Botha, and R. D. Anandjiwala, “Thermal and sound insulation materials from waste wool and recycled polyester fibers and their biodegradation studies,” Energy Build., vol. 92, pp. 161–169, 2015.

[7] Z. Liu, Y. Ding, F. Wang, and Z. Deng, “Thermal insulation material based on SiO2 aerogel,” Constr. Build. Mater., vol. 122, pp. 548–555, 2016.

[8] J. Feng, D. Le, S. T. Nguyen, V. Tan Chin Nien, D. Jewell, and H. M. Duong, “Silica–cellulose hybrid aerogels for thermal and acoustic insulation applications,” Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp., vol. 506, pp. 298–305, 2016.

[9] Y.-H. Li, Z.-Y. Li, and W.-Q. Tao, “An ideal nano-porous insulation material: Design, modeling and numerical validation,” Appl. Therm. Eng., vol. 72, no. 1, pp. 34–40, 2014.

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

[10] J. P. Hidalgo, S. Welch, and J. L. Torero, “Performance criteria for the fire safe use of thermal insulation in buildings,” Construction and Building Materials, vol. 100. pp. 285–297, 2015.

[11] A. M. Papadopoulos and E. Giama, “Environmental performance evaluation of thermal insulation materials and its impact on the building,” Build. Environ., vol. 42, no. 5, pp. 2178–2187, 2007.

[۱۲] مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ویرایش چهارم ۱۳۹۲

[۱۳] نشریه ۲۱۱، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی، اصول محاسبه انتقال حرارت در اجزای ساختمانی، مترجم: دکتر جمشید ریاضی، چاپ سوم ۱۳۸۸

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]

Journal of Civil Engineering and Structures ISSN (Online): 2588-3283

Review Paper

Comprehensive review and comparison of the properties of building insulations with the design requirements of the iran national building regulations (Section 19) approach

Majid Abdollahi[1], Fereydoon Khosravi[2], Sayyeid Hamed Khalilpor[3]

ARTICLEINFO

Article history
Received 1 November, 2017
Accepted 2 January, 2018

Key words:
Thermal insulation
Acoustic insulation
Thermal design

ABSTRACT

A significant portion of the world's energy consumption is spent on heating and cooling, which will increase the demand for energy efficiency improvements. One of the ways to improve energy consumption in buildings is the thermal design of various building components, including walls, ceilings and floors, in accordance with the requirements and principles set forth in the regulations. The main objective of this research is to provide a comprehensive comparison of all types of building insulations and familiarity with the design principles of their construction based on the requirements of section 19 of the National Building Regulations of Iran. In the present paper, after introducing various insulators, five criteria including density, thermal conductivity coefficient, fire resistance, resistance to sunlight and sound properties of insulators have been investigated and compared. In the end, a case study is conducted to get familiar with the thermal design process for a residential building in Tehran. The results show that a thickness of 5.5 cms for rock wool (regardless of the thermal resistance of other layers of the wall) will fullfill the thermal design requirements.

Corresponding author: Majid Abdollahi
E-mail addresses: Majid.Abdollahi1994@gmail.com

[Downloaded from journals.lu.ac.ir on 2024-05-18]