

گروه بندی و برچسب گذاری عایق های حرارتی ساختمان

سهراب ویسه - ناهید خدابنده
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

چکیده

فرآورده های عایقکاری حرارتی به شرح زیر گروه بندی می شود: ۱- فرآورده های پشم معدنی مصنوعی ۲- فرآورده های پلی استایرن منبسط ۳- فرآورده های فوم پلی استایرن اکستروود شده ۴- فرآورده های فوم پلی یورتان صلب ۵- فرآورده های فوم فنولیک ۶- فرآورده های پشم چوب ۷- فرآورده های پرلیت منبسط ۸- فرآورده های الیاف چوب ۹- فرآورده های چوب پنبه منبسط ۱۰- فرآورده های شیشه سلولی. یکی از مهمترین جنبه های کاربرد فرآورده های عایقکاری حرارتی نشانه گذاری و یا بعبارت دیگر برچسب گذاری آنهاست. با استفاده از برچسب محصول، طراح ساختمان قادر است فرآورده مناسب را با توجه به محل مورد نظر در ساختمان انتخاب کند. مشخصاتی که لازم است در برچسب آورده شود عبارتست از: مقاومت حرارتی و ضریب هدایت حرارتی، مقاومت فشاری یا تنش فشاری، مقاومت کششی موازی با سطوح، خواص انتقال بخار آب، جذب آب، واکنش در برابر آتش، رواداری ضخامت، پایداری ابعادی، چگالی. بکمک این برچسب ها، برای انتخاب عایق حرارتی مناسب باید به اقلیم، صرفه جویی انرژی برای فصول گرم و سرد، ثمربخشی تاسیسات سرمایش و گرمایش، مقطع ساختمانی که باید عایق شود، امکانات مالی و موارد دیگر توجه نمود.

مقدمه

سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور پروژه ای با عنوان "ارائه دستورالعمل تعیین مشخصات فنی و روش گونه بندی عایق های حرارتی" به مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن محول نمود که در سال ۱۳۸۲ خاتمه یافت. بخشی از یافته های این پروژه در مقاله حاضر ارائه می گردد.

کیفیت، اثربخشی و دوام عایق به مشخصات آن بستگی دارد. جهت تعیین مشخصات و ارزیابی کیفیت عایق حرارتی لازمست این فرآورده ها نشانه گذاری و برچسب گذاری شوند. بکمک این برچسب ها، برای انتخاب عایق حرارتی مناسب باید به اقلیم، صرفه جویی انرژی برای فصول گرم و سرد، ثمربخشی تاسیسات سرمایش و گرمایش، مقطع ساختمانی که باید عایق شود، امکانات مالی و موارد دیگر توجه نمود.

چند نوع عایق حرارتی تجارتي برای دستیابی به مقاومت حرارتی مورد نیاز در دسترس است. انواع اصلی عایق های موجود در کشور پشم شیشه، پشم سنگ، پشم سرباره، پلی استایرن منبسط، پلی استایرن اکستروود شده و فوم پلی یورتان صلب است. سایر عایق های رایج در کشورهای صنعتی عبارتند از: فرآورده های فوم فنولیک، فرآورده های پشم چوب، فرآورده های پرلیت منبسط، فرآورده های الیاف چوب، فرآورده های پشم پنبه، فرآورده های شیشه سلولی.

هریک از این انواع عایق، روش های آزمایش و حدود مجاز استاندارد و نشانه گذاری خاص خود دارند. اگر عایق بدرستی نصب شود، انتقال گرما که از طریق جدارهای ساختمان انجام می شود کاهش می یابد. هدف

عایقکاری حرارتی کاهش گرمای انتقال یافته با به حداقل رساندن اثرات شیوه‌های جداگانه انتقال حرارت است. برای مثال عایق پتویی پشم شیشه یا یک تخته صلب پلی‌استایرن که فضای خالی دیوار دوجداره را پر می‌کند، انتقال حرارت را با تبدیل فضای خالی به تعداد زیادی فضاهای هوایی بسیار کوچک کاهش می‌دهد. فضاهای هوایی کوچک حرکت هوا را کاهش داده و همرفت را به حداقل می‌رساند تا از توان عایقکاری هوای ساکن استفاده شود. بطور کلی ثمربخشی یک فرآورده عایقکاری حرارتی به نوع مصالح و در نتیجه ضریب هدایت حرارتی، چگالی و ضخامت آن بستگی دارد. این موارد باید همراه با سایر مشخصات لازم از جمله شماره استاندارد ویژگی فرآورده مربوط، مقاومت‌های مکانیکی و خواص انتقال بخار آب بر روی برچسب فرآورده عایقکاری حرارتی ثبت گردد.

گروه‌بندی فرآورده‌های عایق حرارتی

گروه‌بندی فرآورده‌های عایقکاری حرارتی با استفاده از نشانه‌گذاری و یا برچسب‌گذاری این محصولات انجام می‌شود. بنابراین نشانه‌گذاری فرآورده‌های عایقکاری حرارتی اهمیت زیادی در انتخاب و طراحی جدارهای ساختمان دارد. با استفاده از برچسب فرآورده، طراح ساختمان قادر است فرآورده مناسب را با توجه به محل مورد نظر در پوسته ساختمان مانند بام، کف پایین‌ترین طبقه یا دیوارهای خارجی انتخاب کند. با بررسی‌های بعمل آمده و مقایسه تقسیم‌بندی یا گونه‌بندی مصالح عایقکاری حرارتی در استانداردهای معتبر این نتیجه بدست آمد که استاندارد اروپایی بهترین و مناسب‌ترین استاندارد در این مورد است. بنابراین گونه‌بندی مصالح عایقکاری حرارتی با توجه به استاندارد اروپا به روش زیر انتخاب گردید:

- ۱- فرآورده‌های پشم معدنی مصنوعی،
- ۲- فرآورده‌های پلی‌استایرن منبسط ساخته شده در کارخانه،
- ۳- فرآورده‌های فوم پلی‌استایرن اکسترود شده ساخته شده در کارخانه،
- ۴- فرآورده‌های فوم پلی‌یورتان صلب ساخته شده در کارخانه،
- ۵- فرآورده‌های فوم فنولیک ساخته شده در کارخانه،
- ۶- فرآورده‌های پشم چوب ساخته شده در کارخانه،
- ۷- فرآورده‌های پرلیت منبسط ساخته شده در کارخانه،
- ۸- فرآورده‌های الیاف چوب ساخته شده در کارخانه،
- ۹- فرآورده‌های پشم پنبه ساخته شده در کارخانه،
- ۱۰- فرآورده‌های شیشه سلولی ساخته شده در کارخانه.

نشانه‌گذاری و برچسب‌گذاری

یکی از مهمترین جنبه‌های کاربرد فرآورده‌های عایقکاری حرارتی نشانه‌گذاری و یا بعبارت دیگر برچسب‌گذاری آنهاست. با استفاده از برچسب محصول، طراح ساختمان قادر است فرآورده مناسب را با توجه به محل مورد نظر در ساختمان انتخاب کند. مشخصات مقاومت حرارتی و ضریب هدایت حرارتی امکان محاسبه ضریب انتقال حرارت جدارهای ساختمان را فراهم می‌سازد. بدینوسیله می‌توان از عایقی با مشخصات مورد نظر برای دستیابی به مقادیر طرح استفاده کرد.

از سوی دیگر مقاومت‌های مکانیکی عایق، استفاده از بعضی فرآورده‌ها را تنها در بعضی کاربردها مجاز می‌سازد. برای مثال، مقاومت فشاری یا تنش فشاری عایق‌های حرارتی که در بام ساختمان مصرف می‌شوند و بر روی آنها بار ناشی از عایق رطوبتی و پوشش نهایی (مانند موزاییک) اعمال می‌شود اهمیت دارد. وجود اعداد مربوط به مقاومت فشاری یا تنش فشاری بر روی برچسب محصول یا خود محصول، به طراح ساختمان اجازه مقایسه آنها با بار زنده و مرده روی عایق حرارتی می‌دهد. مقاومت کششی یا مقاومت خمشی نیز در جاهایی که فرآورده هنگام بهره‌برداری تحت تنش قرار می‌گیرد اهمیت یافته و اطلاع از مقادیر آنها را با توجه به نوع محصول و کاربرد لازم می‌سازد. داده‌های انتقال بخار آب و جذب آب به طراح کمک می‌کند که با توجه به اقلیم ساختگاه و همچنین محل مورد نظر در ساختمان، عایق مناسب را انتخاب کند و یا از روکش یا بخاربند مناسب استفاده کند.

در حال حاضر تنها ۴ نوع عایق حرارتی زیر در ایران ساخته می‌شود: فرآورده‌های پشم معدنی مصنوعی،

فرآورده‌های پلی استایرن منبسط ساخته شده در کارخانه، فرآورده‌های فوم پلی استایرن اکستروژنه ساخته شده در کارخانه، فرآورده‌های فوم پلی‌یورتان صلب ساخته شده در کارخانه. بنابراین به برچسب‌گذاری این فرآورده‌ها می‌پردازیم. استانداردهای معتبر جهان در مورد برچسب‌گذاری فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی ساختمان تفاوت‌های آشکاری دارند. پس از بررسی دقیق و مقایسه موشکافانه قسمت‌های نشانه‌گذاری و برچسب‌گذاری این استانداردها، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که استاندارد اروپایی در این مورد کامل‌ترین استاندارد است و پیشنهاد می‌شود روش برچسب‌گذاری این استاندارد در ایران نیز مورد استفاده قرار گیرد. نشانه‌گذاری یا برچسب‌گذاری فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی در استاندارد اروپایی (ویژگی فرآورده مربوط) بشرح زیر ارائه شده است.

نشانه گذاری و برچسب گذاری فرآورده‌های عایق‌کاری حرارتی برای ساختمانها، فرآورده‌های پشم معدنی مصنوعی (MW) - ویژگی EN 13162 : 2001

فرآورده‌هایی که با این استاندارد مطابقت دارند باید روی آنها یا روی برچسب یا روی بسته با اطلاعات زیر به وضوح علامت گذاری شوند :

- نام فرآورده یا دیگر خصوصیات مشخص کننده
- نام یا علامت مشخص کننده و نشانی تولیدکننده یا نماینده مجاز وی
- سال تولید (دو رقم آخر)
- نوبت کاری یا زمان تولید یا کد ردیابی
- کلاس واکنش در برابر آتش
- مقاومت حرارتی اظهار شده
- ضریب هدایت حرارتی اظهار شده
- ضخامت اسمی
- کد شناسایی بشرح زیر:
- کد شناسایی فرآورده باید توسط تولیدکننده ارائه شود. این کد باید شامل موارد زیر باشد مگر آنکه الزامی برای آن خاصیت شرح داده شده در قسمت کاربردهای ویژه این استاندارد وجود نداشته باشد:

علامت اختصاری پشم معدنی: MW

شماره این استاندارد اروپایی: EN13162

رواداری‌های ضخامت: Ti

پایداری ابعادی در دمای مشخص: DS(T+)

پایداری ابعادی تحت شرایط رطوبت و دمای معین: DS(TH)

تنش فشاری یا مقاومت فشاری: CS(10\Y)i

مقاومت کششی عمود بر سطوح: TRi

بار نقطه‌ای: PL(5) i

جذب آب کوتاه مدت: WS

جذب آب دراز مدت: WL(P)

انتقال بخار آب: MU_i یا Zi

سختی دینامیکی: SDi

قابلیت فشردگی: CPi

خزش فشاری: $CC(i_1/i_2, y)\delta_c$

ضریب جذب صدای عملی: APi

ضریب جذب صدای وزن دار شده: AWi

مقاومت جریان هوا: AFi

چنانچه "i" برای تعیین کلاس یا تراز مربوط استفاده می‌شود، "δ_c" باید برای معرفی تنش فشاری و "y" باید برای مشخص کردن تعداد سال‌ها استفاده شود.

کد مشخصه برای یک فرآورده پشم معدنی با مثال زیر نشان داده می‌شود:

MW-EN 13162- T6-DS(T+)-CS(10)70-TR15-PL(5)100-MU1-CP3-AP0.35-AW0.40

- طول اسمی، عرض اسمی

- نوع روکش در صورت وجود

- تعداد قطعات و مساحت فرآورده موجود در بسته، بنحو مقتضی.

نشانه گذاری و برچسب گذاری فرآورده‌های عایقکاری حرارتی برای ساختمان‌ها - فرآورده‌های مصنوعی

پلی استایرن منبسط (EPS) - ویژگی 2001 : EN 13163

فرآورده‌هایی که با این استاندارد مطابقت دارند باید روی آنها یا روی برچسب یا روی بسته با اطلاعات زیر به وضوح علامت گذاری شوند :

- نام فرآورده یا دیگر خصوصیات مشخص کننده

- نام یا علامت مشخص کننده و نشانی تولیدکننده یا نماینده مجاز وی

- سال تولید (دو رقم آخر)

- نوبت کاری یا زمان تولید یا کد ردیابی

- کلاس واکنش در برابر آتش

- مقاومت حرارتی اظهار شده

- ضریب هدایت حرارتی اظهار شده

- ضخامت اسمی

- کد شناسایی بشرح زیر:

کد شناسایی فرآورده باید توسط تولیدکننده ارائه شود. این کد باید شامل موارد زیر باشد مگر آنکه الزامی برای آن خاصیت شرح داده شده در قسمت کاربردهای ویژه این استاندارد وجود نداشته باشد:

علامت اختصاری پلی‌استایرن منبسط: EPS

شماره این استاندارد اروپایی: EN13163

رواداری ضخامت: Ti

رواداری طول: Li

رواداری عرض: Wi

رواداری گونیا بودن: Si

رواداری تخت بودن: Pi

پایداری ابعادی تحت شرایط رطوبت و دمای معین: DS(TH)i

مقاومت خمشی: BSi

تنش فشاری در ۱۰ درصد تغییر شکل: CS(10)i

پایداری ابعادی تحت شرایط آزمایشگاهی: DS(N)i

تغییر شکل تحت دما و بار فشاری معین: DLT(i)5

مقاومت کششی عمود بر سطوح: TRi

خزش فشاری: CC(i₁/i₂/y)δ_c

جذب آب دراز مدت: WL(T)i

جذب آب از طریق انتشار: WD(V)i

انتقال بخار آب: MU_i یا Z_i

سختی دینامیکی: SDi

قابلیت فشردگی: CPi

چنانچه “i” برای تعیین کلاس یا تراز مربوط استفاده می‌شود، “δ_c” باید برای معرفی تنش فشاری و “y” باید برای مشخص کردن تعداد سال‌ها استفاده شود.

کد شناسایی برای یک فرآورده EPS با مثال زیر نشان داده می‌شود:

EPS-EN 13163- T1-L1-W1-S1-P1-BS100-CS(10)60-DS(N)5-DLT(1)5-TR50-
WL(T)5-WD(V)15

- نوع روکش در صورت وجود

- طول اسمی، عرض اسمی

- تعداد قطعات و مساحت فرآورده موجود در بسته، بطور مقتضی.

نشانه گذاری و برچسب گذاری فرآورده‌های عایقکاری حرارتی برای ساختمانها- فرآورده‌های مصنوعی

فوم پلی‌استایرن اکستروود شده (XPS) ویژگی 2001 : EN 13164

فرآورده‌هایی که با این استاندارد مطابقت دارند باید روی آنها یا روی برچسب یا روی بسته با اطلاعات زیر به وضوح علامت گذاری شوند :

- نام فرآورده یا دیگر خصوصیات مشخص کننده

- نام یا علامت مشخص کننده و نشانی تولیدکننده یا نماینده مجاز وی

- سال تولید (دو رقم آخر)

- نوبت کاری یا زمان تولید یا کد ردیابی

- کلاس واکنش در برابر آتش

- مقاومت حرارتی اظهار شده

- ضریب هدایت حرارتی اظهار شده

- ضخامت اسمی

- کد شناسایی بشرح زیر:

کد شناسایی فرآورده باید توسط تولیدکننده ارائه شود. این کد باید شامل موارد زیر باشد مگر آنکه الزامی برای آن خاصیت شرح داده شده در قسمت کاربردهای ویژه این استاندارد وجود نداشته باشد:

- علامت اختصاری پلی‌استایرن اکستروود شده: XPS

– شماره این استاندارد اروپایی: EN13164
 رواداریهای ضخامت: T_i
 تنش فشاری یا مقاومت فشاری : $CS(10\backslash Y)$
 پایداری ابعادی در دمای معین: $DS(T+)$
 پایداری ابعادی تحت شرایط رطوبت و دمای معین: $DS(TH)$
 تغییر شکل تحت شرایط دما و بار فشاری معین: $DLT(i)5$
 مقاومت کششی عمود بر سطوح: TR_i
 خزش فشاری: $CC(i_1/i_2/y)\delta_c$
 جذب آب دراز مدت از طریق غوطه‌ورسازی: $WL(T)i$
 جذب آب درازمدت از طریق انتشار: $WD(V)i$
 انتقال بخار آب: MU_i یا Z_i
 مقاومت در برابر یخ زدن – آب شدن: FT_i
 چنانچه “i” برای تعیین کلاس یا تراز مربوط استفاده می‌شود، “ δ_c ” باید برای معرفی تنش فشاری و “y” باید برای مشخص کردن تعداد سال‌ها استفاده شود.
 کد شناسایی برای یک فرآورده فوم پلی‌استایرن اکستروود شده با مثال زیر نشان داده می‌شود:
 XPS-EN 13164- T2 -DLT(1)5- DLT(2)5- CS(10\Y)300- CC(2/1,5/50)100- WD(V)3-
 WL(T)3- MU150-FT2

- نوع روکش یا پوشش ، در صورت وجود
- طول اسمی، عرض اسمی
- تعداد قطعات و مساحت فرآورده موجود در بسته، بطور مقتضی.
- سال تولید (با دو رقم آخر)،
- نوبت کار یا زمان تولید و کارخانه ساخت یا کد ردیابی ،
- کلاس عکس العمل در برابر آتش ،
- مقاومت حرارتی اظهار شده ،
- هدایت حرارتی اظهار شده ،
- ضخامت اسمی ،
- کد شناسایی آنچنان که در بند ۶ آمده ،
- نوع روکش یا پوشش در صورت وجود ،
- طول اسمی، عرض اسمی،
- تعداد قطعات و مساحت موجود در بسته بندی بطور مقتضی.

نشانه گذاری و برچسب گذاری فرآورده‌های عایقکاری حرارتی برای ساختمانها- فرآورده‌های فوم پلی‌یورتان صلب مصنوعی (PUR) – ویژگی 2001 : EN 13165
 فرآورده‌هایی که با این استاندارد مطابقت دارند باید روی آنها یا روی برچسب یا روی بسته با اطلاعات زیر به وضوح علامت گذاری شوند :
 – نام فرآورده یا دیگر خصوصیات مشخص کننده

- نام یا علامت مشخص کننده و نشانی تولیدکننده یا نماینده مجاز وی
- سال تولید (دو رقم آخر)
- نوبت کاری یا زمان تولید یا کد ردیابی
- کلاس واکنش در برابر آتش
- مقاومت حرارتی اظهار شده
- ضریب هدایت حرارتی اظهار شده
- ضخامت اسمی
- کد شناسایی مطابق زیر:
- کد شناسایی فرآورده باید توسط تولیدکننده ارائه شود. این کد باید شامل موارد زیر باشد مگر آنکه الزامی برای آن خاصیت شرح داده شده در قسمت کاربردهای ویژه این استاندارد وجود نداشته باشد:
- علامت اختصاری فوم پلی یورتان صلب: PUR
- شماره این استاندارد اروپایی: EN13165
- رواداریهای ضخامت: T_i
- پایداری ابعادی تحت شرایط رطوبت و دمای معین: $DS(TH)_i$
- رفتار تحت بار و دما: $DLT(i)5$
- تنش فشاری یا مقاومت فشاری: $CS(10/Y)_i$
- خزش فشاری: $CC(i_1/i_2/y)\delta_c$
- مقاومت کششی عمود بر سطوح: TR_i
- تخت بودن پس از تر شدن یکطرفه: FW_i
- جذب آب دراز مدت: $WL(T)_i$
- انتقال بخار آب: Z_i یا MU_i
- ضریب جذب صدای عملی: AP_i
- ضریب جذب صدای وزن دار شده: AW_i
- چنانچه "i" برای تعیین کلاس یا تراز مربوط استفاده می شود، " δ_c " باید برای معرفی تنش فشاری و "y" باید برای مشخص کردن تعداد سال ها استفاده شود.
- کد شناسایی برای یک فرآورده فوم پلی یورتان صلب با مثال زیر نشان داده می شود:
- PUR-EN 13165- T2 -DS(TH)9- DLT(2)5- CS(10)100- CC(3/2/25)40- TR1-FW1-
WL(T)2- MU60
- نوع روکش ، در صورت وجود
- طول اسمی، عرض اسمی
- تعداد قطعات و مساحت فرآورده موجود در بسته، بنحو مقتضی.

انتخاب نوع عایق حرارتی مناسب

انتخاب نوع عایق حرارتی بستگی به فن آوری، شرایط آب و هوایی محیط و محل قرارگیری در ساختمان دارد. در انتخاب نوع عایق حرارتی موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

۱- از نظر ضخامت طراح باید با استفاده از مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان مقدار مقاومت حرارتی و در نتیجه ضخامت را تعیین کند.

۲- چنانچه عایق در کف یا بام ساختمان مصرف می‌شود بارهای وارده باید محاسبه شود و با توجه به این بارها کلاس مقاومت فشاری یا تنش فشاری در ۱۰ درصد تغییر شکل مربوط، مطابق با استاندارد انتخاب گردد.

۳- در صورتی که عایق بصورت قائم و با اتصال‌های مکانیکی استفاده می‌شود با توجه به بارهای کششی و با توجه به جزییات اجرایی مربوط، کلاس مقاومت کششی تعیین و با توجه به آن عایق مناسب انتخاب گردد.

۴- طراح باید با استناد به روش ارائه شده در راهنمای مبحث ۱۹ و با توجه به سیستم طراحی، نفوذپذیری بخار آب جدار را ارزیابی کرده و در صورت وجود خطر میعان با پیش‌بینی لایه بخاربند در محل مناسب آنرا بر طرف کند.

۵- از نظر جذب آب در صورتی که عایق در بام وارونه یا در دیوار خارجی استفاده می‌شود، میزان جذب آب باید از حداقل مجاز اعلام شده در استاندارد کمتر باشد.

۶- از نظر طول، عرض، ضخامت، تخت بودن و گونیا بودن (برای تخته‌ها) با توجه به طرح کلاس رواداری لازم باید مشخص شود.

در هنگام طراحی عنصر ساختمانی و پیش از انتخاب عایق حرارتی مناسب موارد زیر باید بدرستی شناسایی و محاسبه شود:

۱- شرایط آب و هوایی شامل میزان و تغییرات سالانه دما و رطوبت نسبی هوای داخل و خارج ساختمان و یا هوای دو طرف عضو ساختمانی که عایق در آن گذارده خواهد شد.

۲- شرایط ویژه فیزیکی عضو ساختمانی از نظر خطر و یا میزان تماس عایق حرارتی با نم، آب، حرارت زیاد و یا اشعه ماواری بنفش آفتاب. این اطلاعات با در نظر گرفتن کاربرد و محل قرارگیری عضو ساختمانی، نوع فعالیت‌هایی که در کنار این عضو انجام می‌گیرد و سایر موارد قابل پیش‌بینی و محاسبه است.

۳- خواص فیزیکی اجزای تشکیل‌دهنده عضو ساختمانی شامل ضخامت و مشخصات فیزیکی هریک از لایه‌های تشکیل‌دهنده عضو مانند ضریب انتقال حرارتی و ضریب انتقال بخار آب

بکمک اطلاعات فوق و با توجه به فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی موجود در بازار که هریک باید دارای برچسبی شامل کلیه مشخصات فنی مورد نیاز و کلاس‌های مربوط باشند، عایق حرارتی مناسب در محل مورد نظر در ساختمان انتخاب می‌شود.

در هریک از کشورهای پیشرفته جهان بسته به صنعت ساختمان آن کشور، شرایط محیطی، ارزیابی‌های اقتصادی و مقررات محلی نحوه استفاده از عایق‌های حرارتی بسیار گوناگون است. از آنجایی که تاثیر شرایط آب و هوایی بر روی ساختمان با نوع فن‌آوری قابل کنترل می‌باشد، با بکار گیری راه‌حل فنی مناسب می‌توان موارد استفاده از فراورده‌های عایق‌کاری حرارتی را گسترش داد. برای مثال پشم‌های معدنی مانند پشم سنگ و پشم شیشه مقاومت ناچیزی در مقابل جریان هوا، نفوذ آب و انتقال بخار آب دارند و تحت تاثیر این عوامل، ضریب هدایت حرارتی آنها بشدت افزایش می‌یابد. در نتیجه این عایق‌های حرارتی چنانچه بدون روکش یا بخاربند باشند، برای استفاده در دیوارهای دوجداره تهویه شده مناسب نمی‌باشند. ولی با بکار گرفتن بخاربند مناسب و لایه مقاوم در برابر جریان هوا و آب، استفاده از آنها بدون مانع است.

در جدول ۱ با در نظر گرفتن معماری و فن‌آوری‌های متداول در ایران و برای ساختمان‌هایی که بیشتر با مصالح سنگین از قبیل بتن و اجر ساخته شده‌اند، مکان‌های مناسب برای استفاده از عایق‌های حرارتی موجود

در بازار کشور پیشنهاد شده است. علامت مثبت به معنای آن است که عایق حرارتی مربوط قابل استفاده است. علامت منفی نشانگر آن است که تنها در صورت مطابقت با راهنمای مبحث ۱۹ و یا در صورت داشتن تأییدیه فنی معتبر قابل استفاده است.

جدول ۱: توصیه محل‌های مصرف عایق‌های حرارتی مختلف در ساختمان (۱)

عایق‌های پلیمری			عایق‌های الیاف معدنی (۲)			
فوم پلی‌یورتان	پلی‌استایرن اکسترود شده	پلی‌استایرن منبسط	پشم سرباره	پشم سنگ	پشم شیشه	
+	+	+	+	+	+(۳)	داخل دیوارهای دوجداره
+	+	+	+	+	+	عایقکاری دیوار از خارج (۵) (۶)
-	-	-	+	+	+	عایقکاری دیوار از داخل
+	+	-	-	-	-(۴)	بام وارونه (۱)
-	-	-	+	+	+	عایق حرارتی زیر عایق رطوبتی (۵)
-	-	-	+	+	+	عایق زیر سقف
-	-	-	+	+	+	روی سقف کاذب
+	+	+	+	+	+	کف شناور (۷)
-	-	-	+	+	+	عایق زیر کف
+	+	+	-	-	-	کف روی زمین (۷)

(۱) استفاده از کلیه عایق‌های فوق بشرط استفاده از جزییات اجرایی مطابق آیین نامه عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌ها یا مورد تایید مشاور مجاز است. کنترل کیفیت عایق حرارتی و ویژگی‌های لازم باید مطابق استاندارد EN (که بزودی استاندارد ملی ایران نیز خواهد بود) باشد.

(۲) مطابق با ضوابط تعیین شده در راهنمای مبحث ۱۹، باید با استفاده از یک لایه بخاربند (اعم از اجرای در محل یا عایق‌های پوشش‌دار) از ایجاد میعان در عایق حرارتی جلوگیری نمود.

(۳) + قابل استفاده است.

(۴) - تنها در صورت مطابقت با راهنمای مبحث ۱۹ و یا در صورت داشتن تأییدیه فنی معتبر قابل استفاده است.

(۵) با عایقکاری رطوبتی باید از ورود آب باران به عایق جلوگیری کرد.

(۶) در صورت استفاده از نمای سنگی اجرا بصورت خشکه و با استفاده از اتصالات ویژه و بدون ملات باشد. در صورت اندودکاری از توری سیمی و در زیر آن ورق پلی‌اتیلن استفاده شود.

(۷) لازم است عایق دارای مقاومت فشاری و خزش فشاری مجاز (بنابر مقدار طرح) باشد.

نتیجه گیری

نشانه گذاری و یا برچسب گذاری فرآورده های عایقکاری حرارتی اهمیت زیادی در انتخاب و طراحی جدارهای ساختمان دارد. با استفاده از برچسب فرآورده، طراح ساختمان قادر است فرآورده مناسب را با توجه به محل مورد نظر در پوسته ساختمان مانند بام، کف پایین ترین طبقه یا دیوارهای خارجی انتخاب کند.

استانداردهای معتبر جهان در مورد گونه بندی و برچسب گذاری فرآورده های عایق کاری حرارتی ساختمان تفاوت های آشکاری دارند. پس از بررسی دقیق و مقایسه موشکافانه قسمت های نشانه گذاری و برچسب گذاری این استانداردها، چنین نتیجه گیری می شود که استاندارد اروپایی در این مورد کامل ترین استاندارد است و پیشنهاد می شود روش برچسب گذاری این استاندارد در ایران نیز مورد استفاده قرار گیرد. در استاندارد اروپایی، از مشخصات زیر در برچسب استفاده می شود:

مقاومت حرارتی و ضریب هدایت حرارتی: این مشخصات امکان محاسبه ضریب انتقال حرارت جدارهای ساختمان را فراهم می سازند. بدینوسیله می توان از عایقی با خواص مورد نظر برای دستیابی به مقادیر طرح استفاده کرد.

مقاومت فشاری یا تنش فشاری: عایق های حرارتی که در بام ساختمان در زیر عایق رطوبتی و پوشش نهایی روی آن یا در کف پایین ترین طبقه مصرف می شوند و بر روی آنها بار مرده و زنده اعمال می شود تحت تنش فشاری قرار می گیرند. بنابر این اطلاع از مقاومت فشاری یا تنش فشاری در ۱۰ درصد تغییر شکل فرآورده عایقکاری حرارتی در این کاربردها اهمیت دارد و باید بر روی برچسب فرآورده مشخص شود تا طراح ساختمان امکان طراحی این بخش های ساختمان را با توجه به عایق حرارتی موجود در بازار داشته باشد.

مقاومت کششی موازی با سطوح: عایق ها باید تحمل حداقل وزن خود را هنگام حمل یا کاربرد داشته باشند لذا مقاومت کششی موازی با سطوح از الزامات برای کاربردهای عمومی بعضی فرآورده ها، از جمله پشم های معدنی، است.

خواص انتقال بخار آب: انتقال بخار آب به داخل عایق، مقاومت حرارتی آنرا بشدت کاهش می دهد لذا ضروری است این اطلاعات در اختیار طراح ساختمان باشد تا در صورت لزوم تمهیداتی برای مقابله با خطر میعان و زیاد شدن بخار آب در داخل عایق از طریق بخار بند و غیره به کار بندد. از طرف دیگر در اقلیم های مرطوب، استفاده از انواع خاصی از عایق ها با مقاومت زیاد در برابر انتقال بخار آب ترجیح دارد. در شهرهای واقع در اقلیم های گرم و مرطوب متوسط فشار بخار آب در گرمترین ماه سال و بطور کلی در ماه های گرم بیش از ۲۰ هکتاپاسکال بوده که بعنوان معیار انتخاب شهرهای مرطوب از نظر ضرورت بکارگیری لایه بخار بند در نظر گرفته شده است.

جذب آب: عایق ها ممکن است در بعضی موارد مانند هنگام بارندگی در کارگاه ساختمانی (قبل از نصب) یا در بام های وارونه در برابر آب قرار گیرند. روشن است در چنین مواردی استفاده از عایق های با جذب آب کم برتری دارد. این اطلاعات به طراح کمک می کند که با توجه به اقلیم ساختمانی و همچنین محل مورد نظر در ساختمان، عایق مناسب را انتخاب و یا از روکش مناسب استفاده کند.

واکنش در برابر آتش: برخی از انواع فرآورده های عایقکاری حرارتی مانند فوم پلی یورتان و پلی استایرن منبسط در برابر آتش مقاومت کمی داشته و قابل اشتعال هستند. ضمناً هنگام سوختن ممکن است گازهای سمی از آنها متصاعد شود. بنابراین برای طراح ساختمان آگاهی از کلاس واکنش در برابر آتش فرآورده های عایقکاری ضرورت دارد.

رواداری ضخامت: مقاومت حرارتی از تقسیم ضخامت بر ضریب هدایت حرارتی بدست می‌آید. از طرف دیگر در خواص انتقال بخار آب مؤثر است.

پایداری ابعادی: چنانچه عایق در شرایط دمای زیاد یا دما و رطوبت زیاد قرار گیرد ممکن است دچار تغییر حجم شود. این مشخصات برای استفاده از فرآورده عایقکاری حرارتی ، در شرایط اقلیمی مختلف کاربرد مفیدی دارد.

چگالی: هدایت حرارتی به چگالی ماده بستگی دارد و همچنین پایداری کلیه انواع عایق حرارتی شدیداً به مقدار مواد جامد موجود وابسته است. لذا اطلاع از چگالی نیز مورد نیاز است.

- 1-BS 6676: Part 1: 1986 British Standard Thermal insulation of cavity walls using man-made mineral fibre batts (slabs) , Part 1. Specification for man-made mineral fibre batts(slabs)
- 2-BS 3958: Part 1: 1982 British Standard Specification for Thermal insulation materials , Part 1. Magnesia preformed insulation
- 3-BS 3958: Part 2: 1982 British Standard Specification for Thermal insulation materials , Part 2. Calcium silicate preformed insulation
- 4-BS 3958: Part 3: 1985 British Standard Specification for Thermal insulating materials , Part 3. Metal mesh faced man -made mineral fibre mattresses
- 5-BS 5803: Part 2: 1985 British Standard Thermal insulation for use in pitched roof spaces in dwellings , Part 2. Specification for man -made mineral fiber thermal insulation in pelleted or granular form for application by blowing
- 6-BS 5803: Part 3: 1985 British Standard Thermal insulation for use in pitched roof spaces in dwellings , Part 3. Specification for cellulose fiber thermal insulation for application by blowing
- 7-BS 7457 : 1994 Specification for polyurethane (PUR) foam systems suitable for stabilization and thermal insulation of cavity walls with masonry or concrete inner and outer leaves
- 8-BS 4841: Part 1: 1993 Rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate(PIR) foam for building applications , Part 1. Specification for laminated board for general purposes
- 9-BS 1142: Part 2: 1971 , Fiber building boards
- 10-BS 1142: Part 3: 1972 , Insulation Fiber building board (soft board)
- 11-DIN 18164 Part1:1992 , Rigid Cellular Insulating Building Materials , Thermal Insulating Materials , Deutsche Norm
- 12-DIN 18165 Part1:1987 , Fibre Insulating Building Materials , Thermal Insulating Materials , Deutsche Norm
- 13-ASTM C610-95, Specification for Molded Expanded Perlite Block and Pipe Thermal Insulation , American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06 , 2000
- 14-ASTM C728-97, Specification for Perlite Thermal Insulation Board, American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.06, 2000
- 15-ASTM C208-95, Specification for Cellulosic Fiber Insulating Board, American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06
- 16-ASTM C739-97, Specification for Cellulosic Fiber (Wood-Base) Loose-Fill Thermal Insulation , American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06 , 2000
- 17-ASTM C1126-98, Specification for Faced or Unfaced Rigid Cellular Phenolic Thermal Insulation, American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06 , 2000
- 18-ASTM C1289-98, Specification for Faced Ridged Cellular Polyisocyanurate Thermal Insulation Board, American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06 , 2000
- 19-ASTM C1086-96, Specification for Glass Fiber Felt Thermal Insulation , American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06 , 2000

- 20-ASTM C612-93, Specification for Mineral Fiber Block and Board Thermal Insulation, American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06 , 2000
- 21-ASTM C764-98, Specification for Mineral Fiber Loose-Fill Thermal Insulation, American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06 , 2000
- 22-ASTM C726-93, Specification for Mineral Fiber Roof Insulation Board, American Society for Testing and Materials , Annual Book of ASTM Standards , Volume 04.06 , 2000
- 23-ISO 2219:1989, Expanded pure agglomerated cork for thermal insulation - Characteristics ,sampling and packaging , International Organization for Standardization
- 24-ISO 8873:1987, Cellular plastics, rigid - Spray-applied polyurethane foam for thermal insulation of buildings- Specification, International Organization for Standardization
- 25-ISO 4898:1984 Cellular plastics- Specification for rigid Cellular materials used in the thermal insulation of buildings, International Organization for Standardization
- 26-ISO 8144-1:1995 Thermal insulation - Mineral wool mats for ventilated roof spaces, International Organization for Standardization
- 27-ISO 8144-2:1995 Thermal insulation - Mineral wool mats for ventilated roof spaces, International Organization for Standardization
- 28-ISO 8145-1:1994 Thermal insulation - Mineral wool board for overdeck insulation of roofs- Specification, International Organization for Standardization
- 29-EN 13162:2001, Thermal insulation products for buildings - Factory made mineral wool (MW) products – Specification , European Committee for Standardization
- 30- EN 13163:2001, Thermal insulation products for buildings - Factory made products of expanded polystyrene (EPS) – Specification , European Committee for Standardization
- 31- EN 13164:2001, Thermal insulation products for buildings - Factory made products of extruded polystyrene foam (XPS) – Specification , European Committee for Standardization
- 32- EN 13165:2001, Thermal insulation products for buildings - Factory made rigid polyurethane foam (PUR) products – Specification , European Committee for Standardization
- 33- EN 13166:2001, Thermal insulation products for buildings - Factory made products of phenolic foam (PF) – Specification , European Committee for Standardization
- 34-EN 13167:2001 , Thermal insulation products for buildings - Factory made cellular glass (CG) products – Specification , European Committee for Standardization
- 35-EN 13168:2001, Thermal insulation products for buildings - Factory made wood wool (WW) products – Specification , European Committee for Standardization
- 36-EN 13169:2001, Thermal insulation products for buildings - Factory made products of expanded perlite (EPB) – Specification , European Committee for Standardization
- 37-EN 13170:2001 , Thermal insulation products for buildings - Factory made products of expanded cork (ICB) – Specification , European Committee for Standardization