

نقش پنجره و مواد آلومینیومی در بهینه سازی انرژی در ساختمان



مهندس جواد قربانیان
مرکز تحقیقات آلومینیوم ایران

چکیده

پیشرفت تکنولوژی در دنیای امروز، اگرچه با آسودگی و راحتی امور برای بشر همراه بوده است، اما از سوی دیگر بحران عصر حاضر یعنی بحران انرژی را نیز به بار آورده است. ساختمان و مسکن به عنوان مهمترین نیاز بشر برای تداوم زندگی و حفاظت از سرما و گرما محسوب میشود. ساختمان با مصرف انرژی و سوخت در فصول گرم و سرد از عمده ترین مصرف کنندگان انرژی محسوب میشود. در این میان در و پنجره ها به عنوان مکانهایی که بیشترین تبادل انرژی با محیط بیرون از طریق آنها صورت میگیرد از اهمیت ویژه ای برخوردارند لذا دستیابی به فناوری که بتوان از طریق آن اتلاف انرژی را به حداقل رساند ضروری مینماید یکی از راهکارهای حل این مسئله استفاده از پنجره های آلومینیومی ترمال بریک (Thermal Break) با شیشه های دو جداره است که نقش بسزایی در کاهش مصرف سوخت ایفا میکنند ضمن آنکه مواد آلومینیومی مصرفی در ساختمان قابلیت بازیافت داشته و از این حیث در حفظ و ذخیره سازی انرژی نقش ویژه ای را ایفا میکنند. این مقاله به بررسی اهمیت و نقش ویژه پنجره ها و مواد آلومینیومی در ساختمان میپردازد.

مقدمه

تکنولوژی امروز اگر چه زندگی را در ظاهر راحت و لذت بخش ساخته است، اما نیمه پنهان دیگر این قضیه، آنست که این تکنولوژی هنوز نتوانسته است خود را با محیط همگون سازد، از یک سو با سرعتی سرسام آور به اتلاف و حیف و میل منابع سوخت و انرژی می پردازد و از سوی دیگر با ورود مواد آلوده کننده به محیط زیست هر روز چهره زندگی را تیره تر می سازد، لذا متخصصین با شتابی فراوان به دنبال

یافتن راههایی جهت کاهش مصرف انرژی افتاده‌اند، در این میان ساختمان، به عنوان نیاز اولیه بشر جهت تداوم زندگی، یکی از مکانهایی محسوب می‌شود که مقادیر قابل توجهی از انرژی را به هدر می‌دهد، عدم اطلاع رسانی و آموزش صحیح افراد جامعه در راه بهینه مصرف کردن انرژی در ساختمان و عدم استفاده از تکنولوژیهای مدرن که اتلاف انرژی را در ساختمان به حداقل می‌رساند دلایل اصلی اتلاف انرژی در ساختمان محسوب می‌شوند.

ساختمانها در فصول سرد و گرم جهت سیستم گرمایش و سرمایش نیاز به انرژی و سوخت دارند، عبور انرژی و تبادل آن با محیط بیرون از عوامل اصلی اتلاف انرژی در ساختمان محسوب می‌شود، حدود ۴۰ درصد از اتلاف انرژی ساختمان از طریق پنجره‌ها صورت می‌گیرد، لذا یافتن راهی جهت به حداقل رساندن این منظور ضروری است. عبور انرژی و تبادل حرارتی بین داخل و خارج ساختمان از طریق پنجره از طرق زیر صورت می‌گیرد.

۱. بدست آوردن و یا از دست دادن انرژی غیر خورشیدی بصورت‌های رسانایی و جابجایی

۲. بدست آوردن گرمای خورشید بصورت تشعشع

جریان حرارت غیرخورشیدی از پنجره نتیجه اختلاف دمای میان محیط داخل و خارج می‌باشد. در فصول سرد پنجره‌ها گرما را از داخل به بیرون داده و در فصول گرم نیز گرما را از بیرون به داخل ساختمان وارد می‌نمایند.

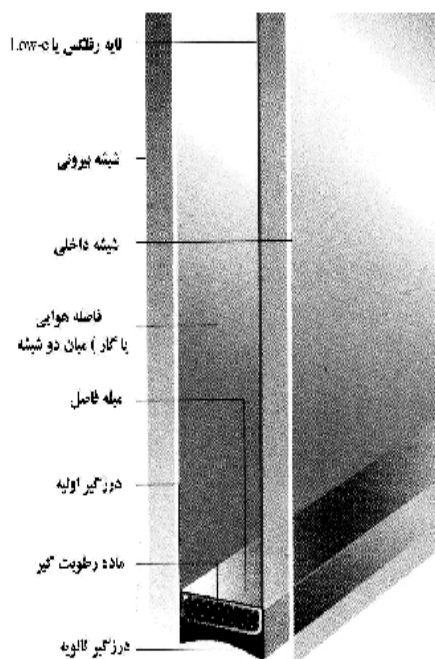
برای مقایسه مواد مختلف از جهت میزان انتقال حرارتی از فاکتور U استفاده می‌شود. فاکتور U اندازه سرعت جریان حرارت غیر خورشیدی از یک پنجره و یا نورگیر می‌باشد هر چه این فاکتور بیشتر باشد نشانگر میزان بیشتر جریان حرارتی است. فاکتور U به مصرف کننده این امکان را می‌دهد که میزان عایق بودن انواع پنجره‌ها و نورگیرها را با یکدیگر مقایسه کند و واحد آن $b\text{ tu/hr-sq.ft.f}^0$ می‌باشد.

در صورتیکه در زمستان به قاب پنجره یا شیشه آن دست بزنید. خواهید دید که سرد است و این دلیل تبادل حرارتی بین قاب پنجره و شیشه با فضای بیرون است. بطور کلی تبادل حرارتی از راه پنجره، یا از طریق شیشه و یا از طریق قاب پنجره صورت می‌گیرد. برای آنکه اتلاف انرژی از این طریق به حداقل برسد ۲ سیستم بکار می‌رود. سیستم شیشه دوجداره که اتلاف انرژی از طریق شیشه را به حداقل می‌رساند و سیستم آلومینیومی ترمال بریک که اتلاف انرژی از راه قاب را به حداقل ممکن کاهش می‌دهد.

سیستم شیشه دوجداره

شیشه دو جداره دو ورق شیشه است که توسط یک فاصل (اسپیسر) در دور تا دور آن، از هم جدا شده اند و این فاصله‌ها با مواد درزگیر به شیشه می‌چسبند. خواص اصلی شیشه دوجداره بدلیل وجود همین

فاصله بین دو شیشه است بین دو شیشه از هوا یا گاز مخصوص (مانند آرگون، گزنون، و یا مخلوطی از آنها) پر شده است.



ساختار شیشه دوجداره

میله جدا کننده از جنس آلومینیوم و با ضخامتهای متفاوت است که درون آن با ماده رطوبت گیر (عامل خشک کننده) پر می گردد که این ماده سبب جذب رطوبت هوای ما بین دو شیشه می گردد. در شکل ساختمان یک شیشه دوجداره نشان داده شده است.

شیشه های دوجداره می توانند بصورت ترکیبی از انواع شیشه های مختلف نظیر شیشه ساده، رنگی، رفلکس، لمینت، سکوریت و مات تهیه شوند که نوع شیشه خود می تواند عامل بسیار مهمی در کاهش میزان اتلاف انرژی باشد. به عنوان مثال شیشه های با پوشش low-e باعث کاهش قابل ملاحظه ای در مقوله فاکتور-U می شوند.

ویژگیهای شیشه دوجداره = ویژگیهای اصلی شیشه دو جداره

عبارتند از: کاهش اتلاف انرژی حرارتی و نم زدگی شیشه، عایق صوتی و کاهش سر و صدا و ایمنی بیشتر.

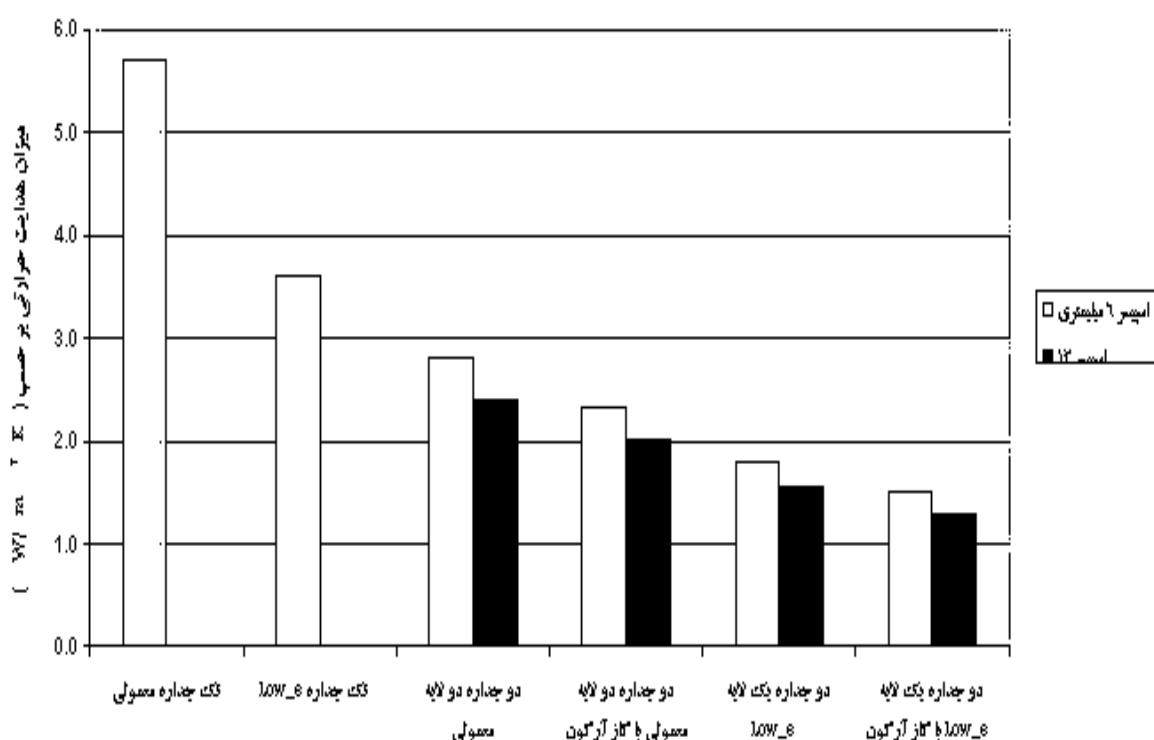
شیشه های دوجداره در زمستان حرارت را نگه داشته و در تابستان از ورود گرما به درون جلوگیری می کنند در نتیجه باعث بهبود تجهیزات گرمایش و سرمایش ساختمان می شوند. این شیشه ها باعث کاهش نفوذ صوت می شوند و از نم زدگی شیشه بعلت گرمتر بودن لایه درون شیشه دوجداره جلوگیری می کند. با استفاده از هر متر مربع شیشه دوجداره با قاب استاندارد می توان در سال به میزان ۴۰ متر مکعب در مصرف گاز صرفه جویی نمود و هزینه ها را تا حد بالایی کاهش داد. در صورت شکستن ورق بیرونی شیشه دو جداره ممکن است ورق داخلی نشکند و احتمال ریزش و خطرات بعدی به حداقل می رسد. بنابراین استفاده از این نوع شیشه می تواند باعث افزایش ایمنی ساختمان گردد. اگر فاصله بین دو شیشه ۱۲-۱۵ میلیمتر باشد بهترین کارایی شیشه دوجداره را می توان کسب کرد ضمن آنکه با استفاده از این نوع شیشه نفوذ صدا را تا ۴۵ دسی بل می توان کم کرد و در نتیجه در خیابانها و مکانهای شلوغ می توان از محیطی آرام و ساکت برخوردار گشت. در شکل ۲ میزان هدایت حرارتی انواع شیشه های تک جداره و دوجداره با هم مقایسه شده است.

قابل ذکر است که انواع جدیدی از شیشه دوجداره ساخته شده است که بین دو ورق خلاء وجود دارد. در این نوع شیشه ها فاصله بین دو ورق بسیار کم می باشد. این نوع شیشه ها اولین بار در روسیه ساخته

شدند و دارای خواص حرارتی و صوتی بهتری می باشند. شیشه های دوجداره را می توان بر روی قابهای آلومینیومی آهنی و یا از جنس PVC تعبیه و استفاده کرد.

اما استفاده از سیستم شیشه دوجداره به همراه سیستم پنجره های آلومینیومی گرمابند (Thermal Break) تکنولوژی است که باعث جلوگیری از اتلاف انرژی به میزان قابل توجهی می شود.

مقایسه میزان هدایت حرارتی انواع محصولات شیشه ای

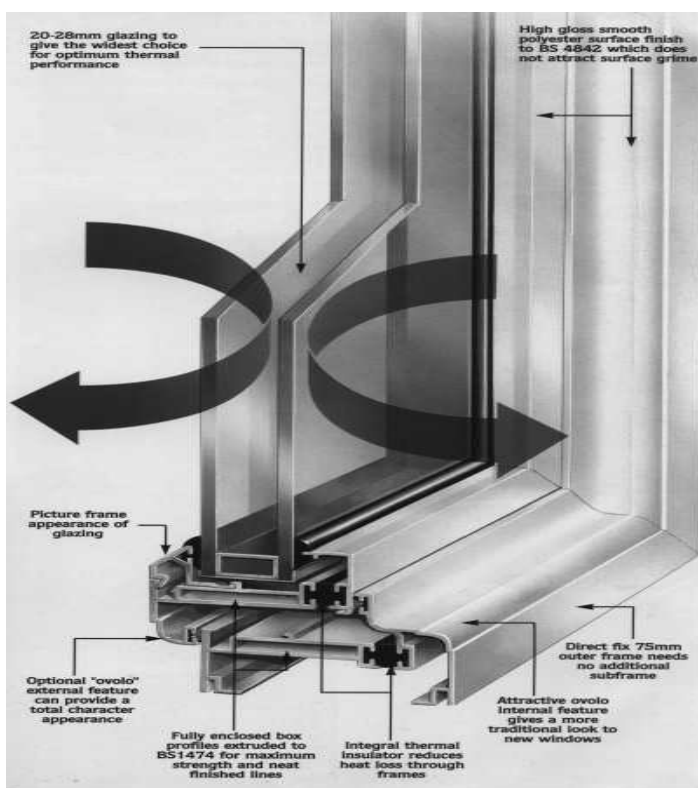


نوع محصول شیشه ای

میزان هدایت حرارتی عبوری از شیشه توسط انواع محصولات شیشه ای - شکل شماره ۲

۲- سیستم در و پنجره های گرمابند (Thermal Break)

اگر چه در و پنجره های آلومینیومی بدلیل خواصی که قبلاً ذکر شد یکی از محصولات قدیمی و کاربردی در صنایع ساختمان سازی محسوب می شوند. اما با پیشرفت تکنولوژی و اهمیت بهینه سازی مصرف انرژی، این پنجره ها نیز به تکنولوژی جدیدی دست یافته اند که به آن ترمال بریک یا گرمابند می گویند، پنجره های آلومینیومی معمولی در هوای سرد رطوبت و سرما را از جداره داخلی منتقل می کنند و دارای فاکتور U بالایی هستند. سیستم ترمال بریک با حذف این مشکل فاکتور U پنجره های آلومینیومی را از 2 Btu/hr-sq.ft.f به 1 Btu/hr-sq.ft.f می رساند. حاصل ساخت اینگونه پنجره ها این است که جداره خارجی گرما و یا سرما را به جداره داخلی انتقال نمی دهد. سیستم ترمال بریک



پروفیل‌های عایق حرارتی از دو مقطع پروفیل آلومینیومی از هم مجزا که توسط نوارهای پلاستیکی پلی آمید به هم متصل شده اند تشکیل شده است. (شکل ۴)

نوار پلی آمید مانع انتقال حرارت از یک محیط به محیط دیگر می شود. که در واقع عنوان ترمال بریک برای این سیستم به این علت است که حرارت را می شکند و مانع از نفوذ آن به محیط دیگر می شود. پلاستیک‌های پلی آمید مصرفی در این سیستم دارای خصوصیات زیر می باشند. بالا بودن نسبت استحکام مکانیکی به وزن، پائین بودن ضریب انبساط حرارتی، مقاومت

در برابر مواد شیمیایی ، آب ، اشعه و حرارت، حفظ خواص مکانیکی در دمای بالا و طول عمر زیاد. نوارهای پلی آمید در محل اتصال به مقاطع آلومینیومی دارای چسب جامدی به صورت رشته سیم سفید رنگ می باشند که هنگام عبور از کوره در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد فعال می شوند. چسبندگی پلی آمید به قطعات را بیشتر کرده و باعث استحکام بیشتر مقاطع می شود، معمولاً برای افزایش خواص پلی آمیدها مواد افزودنی به آنها اضافه می کنند از جمله این مواد الیاف کوتاه شیشه (فایبر گلاس) می باشد. افزایش این مواد باعث می شود که استحکام کششی و مدول الاستیسیته به ترتیب ۱۰۰٪ و ۲۰۰٪ افزایش پیدا کنند و پروفیل‌های عایق شده در دمای بالاتر تغییر شکل بدهند.

استفاده از پروفیل‌های ترمال بریک باعث می شود مقدار اتلاف حرارت تقریباً ۱۰٪ اتلاف حرارتی از طریق پروفیل های معمولی شود قابل ذکر است که بیشترین مقدار حرارت از طریق شیشه ها تلف می شود و در سیستم ترمال بریک از شیشه های دوجداره استفاده می شود که اتلاف حرارتی از طریق آنها تنها ۲۵٪ اتلاف حرارتی از طریق شیشه های یک جداره می باشد، پس با همراه ساختن سیستم ترمال بریک و شیشه های دوجداره می توان اتلاف حرارتی را تا حد بسیار بالایی کاهش داد. همانطور که در سیستم شیشه دوجداره توضیح داده شد در بین دوجداره شیشه‌ها مواد جاذب الرطوبه قرار دارد که مانع از نفوذ رطوبت به محیط دیگر می شود.

چنانچه حدود ۱۰ درصد از سطح خارجی ساختمان پنجره باشد آنگاه حدود ۲۵٪ از اتلاف حرارتی ساختمان کاسته خواهد شد و در حدود ۱۵٪ از مقدار سرمایه گذاری اولیه موتورخانه و تاسیسات حرارتی و برودتی کاسته می شود و مصرف انرژی ۲۰٪ کاهش می یابد.

قابلیت جلوگیری از آلودگی های صوتی:

علاوه بر مسایل فوق استفاده از سیستم ترمال بریک باعث عدم ورود سر و صدا به محیط منزل می شود امروزه جلوگیری از نفوذ آلودگیهای صوتی به محیطهای کاری - بیمارستانی، سالن های فرودگاه، مدارس و ... حائز اهمیت بسیار است. طبق استانداردهای موجود در این سیستم در صورت استفاده از دوجداره شیشه ۴ میلیمتری با حد فاصل هوایی ۱۲ میلی متر و میزان صدا در فرکانس ۱۰۰ سیکل بر ثانیه ۳۵ دسی بل کاهش می یابد (با افزایش فرکانس میزان این کاهش به ۴۷ db می رسد). در فرودگاهها که میزان صدا هنگام برخاستن هواپیما از زمین حدود ۱۲۰ db است با استفاده از پنجره های استاندارد کاهش صدا تا ۴۷ db در داخل سالن فرودگاه امکان پذیر است که صدای غرش هواپیما را به صدایی کمی بلندتر از صدای زنگ تلفن تبدیل می کند.

قابلیت جلوگیری از نفوذ آب و گرد و غبار

با توجه به معضل آلودگی در قرن حاضر قابلیت در و پنجره ها برای جلوگیری از نفوذ گرد و غبار، دود و آلودگی مهم است این امر با طراحی مناسب در تولید و نیز دقت در نصب در و پنجره ممکن خواهد بود. لنگه متحرک پنجره باید به دقت طراحی و نصب گردد. بازوهای لاستیکی در سیستم آب بندی لنگه متحرک قاب، راه نفوذ هوا مسدود می شود. این امر فقط با توجه فراوان و مونتاژ دقیق پروفیل میسر است.

قابلیت جلوگیری از نفوذ آب

طراحی مناسب و ایجاد منافذ و شیب های لازم در مقاطع پروفیل و نیز وجود محللهایی جهت تخلیه آب و هدایت آن به خارج از پنجره کمک بزرگی در جلوگیری از نفوذ آب به داخل ساختمان می کند که این نوع طراحی با توجه به خاصیت اکستروژد پذیری و قابلیت شکل پذیری مناسب آلومینیوم امکان پذیر است. علاوه بر آن در سیستم ترمال بریک برای جلوگیری از نفوذ آب و گرد و غبار از نوارهای لاستیکی اتیلن پروپیلن دی متاکریلات استفاده می شود این نوار لاستیکی با مقاومت خوبی در برابر شرایط جوی برای مصارف خارجی در تماس با هوا مناسب می باشد.

امروزه در طراحی کلی یک ساختمان توجه به مقاطع پروفیلها در و پنجره الزامی است زیرا مهندسان معمار و عمران در و پنجره را از مهمترین بخشهای ساختمان می دانند. استفاده از سیستمهای ترمال بریک باعث می شود

- (۱) تلفات حرارتی ساختمان در فصل سرما در حد ۲۰ الی ۳۰ درصد کاهش یابد.
- (۲) تلفات برودتی ساختمان در فصل گرما در حد ۱۰ الی ۲۰ درصد کاهش یابد.
- (۳) در مصرف انرژی در حد ۱۰ الی ۲۵ درصد کاهش حاصل شود که نتیجه آن کاهش هزینه های سرمایه گذاری ساختمان در حد ۱۰ الی ۲۰ درصد است.
- (۴) جلوگیری از نفوذ باد باران و گرد و غبار به ساختمان و نیز تقلیل آلودگی های صوتی
- (۵) امکان طراحی قسمت بیرون و داخل پنجره در دورنگ متفاوت
- (۶) دستیابی به طراحی زیبا - جذاب - بادوام و با صرفه اقتصادی و قابل بازیافت به طبیعت پس از پایان عمر ساختمان.

بازیافت آلومینیوم و نقش آن در بهینه سازی انرژی

علاوه بر استفاده آلومینیوم بصورت در و پنجره‌های ترمال بریک و نقش ویژه‌ای که این سیستم در کاهش اتلاف انرژی در ساختمان دارد، استفاده از آلومینیوم از دیدگاه کلان نیز قابل بررسی و حائز اهمیت است. این دیدگاه بحث بازیافت آلومینیوم می‌باشد. آلومینیوم به عنوان فلز شگفت انگیز قرن حاضر خواص بسیار جالبی همچون مقاومت به خوردگی در مناطق مختلف آب و هوایی، نسبت استحکام به وزن بالا، سبکی، زیبایی، فرم پذیری و شکل پذیری عالی، غیرسمی، غیر مغناطیسی و قابلیت بازیافت بالایی را دارا می‌باشد. از آنجا که حفظ محیط زیست و حفظ منابع انرژی و کاهش میزان اتلاف انرژی چالشهای دنیای امروز محسوب می‌شوند، نقش آلومینیوم در این میان روشنتر می‌گردد. ضایعات آلومینیومی پس از مصرف و خارج شدن از سیکل کاری مجدداً ذوب و استفاده می‌شوند بدون آنکه کوچکترین تغییری در خواص و یا ویژگیهای آن ایجاد شود، نرخ بازیافت محصولات آلومینیومی مورد مصرف در ساختمان بیش از ۸۰ درصد است. این نرخ بالا بازیافت قراضه آلومینیومی را بسیار مقرون به صرفه نشان می‌دهد. در بحث استفاده بهینه از انرژی نیز آلومینیوم نقش بسزایی را ایفا می‌کند، ذوب، بازیافت و استفاده مجدد از آلومینیوم تنها ۵ درصد از انرژی مورد نیاز برای تولید آلومینیوم از سنگ معدن آنرا شامل می‌شود. یعنی حدود ۹۵ درصد در مصرف انرژی و جریان الکتریکی صرفه جویی می‌شود. ضمن آنکه بحث ایجاد آلودگیهای ناشی از تولید آلومینیوم اولیه نیز در اینجا وجود ندارد (لازم به ذکر است در تولید آلومینیوم اولیه مقادیر زیادی گازهای آلوده کننده محیط زیست تولید می‌شود، و نیز انرژی الکتریکی معادل ۱۵۰۰۰ وات ساعت برای تولید هر کیلوگرم آلومینیوم مورد نیاز می‌باشد).

محصولات آلومینیومی در مقایسه با محصولات PVC که قابلیت بازیافت ندارند و یا بازیافت آن در حد کم ممکن است و نیاز به تکنولوژی بالا دارد و یا در مقایسه با آهن با نقطه ذوب بالا که بازیافت آنرا مشکل و با انرژی زیاد همراه کرده است جایگاه خاصی را برای این فلز برای کارشناسان محیط زیست نیز مطرح کرده است، ضمن آنکه کاربرد آلومینیوم بصورت در و پنجره‌های ترمال بریک، پوششهای

ساختمانی، سایبان‌ها و... باعث جلوگیری از اتلاف چشمگیری از انرژی در ساختمان می‌شود. علاوه بر آن آلومینیوم بصورت سقف و کف کاذب، نما، یراق آلات، پرده دیواری، سیستم‌های حرارتی و تهویه‌ای، پارتیشن و پانل، ساختمانهای پیش ساخته، خانه‌های سبز و سازه‌های فضایی در ساختمان کاربرد دارد، کاربرد آلومینیوم در نماسازی ساختمان از تکنولوژی مدرن محسوب می‌شود، زیرا که علاوه بر عمر بسیار طولانی این نماها و زیبایی خارق‌العاده آن، به دلیل سبکی مواد آلومینیومی و جایگزینی آن به جای مواد سنگین‌تر بار وارد بر ساختمان نیز کم شده و نیاز به مصالح اولیه نیز کمتر می‌شود. و در صورت تخریب ساختمان مجدداً مواد آلومینیومی آن قابل بازیافت و استفاده مجدد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

۱. پنجره‌ها به عنوان مکان مناسب جهت تبادل انرژی حرارتی و اتلاف انرژی در ساختمان محسوب می‌شوند استفاده از پنجره‌های آلومینیومی ترمال بریک، با شیشه دوجداره مقدار اتلاف انرژی را تا حد بسیار بالایی کاهش می‌دهد.
۲. در بحث کلان بهینه سازی انرژی، استفاده از مواد آلومینیومی در ساختمان و سایر صنایع به دلیل قابلیت بازیافت بالای آن بسیار مقرون به صرفه بوده باعث صرفه‌جویی چشمگیر در سوخت و انرژی می‌شود، و ضمناً حفظ محیط زیست را نیز همراه دارد.
۳. ساختمان نیاز عموم مردم و مورد استفاده همگان است، لذا اطلاع رسانی و آموزش صحیح عموم جهت آشنا شدن به شیوه‌های جلوگیری از اتلاف انرژی در آن از مهمترین فاکتورهای کاهش اتلاف انرژی در ساختمان محسوب می‌شود.

منابع

۱. نشریه آلومینیوم، ویژه‌نامه علمی- تخصصی نمایشگاه ساختمان، آبان‌ماه ۸۱
۲. اردشیر طهماسبی "آلومینیوم"
۳. آرش سجادی "در و پنجره‌های آلومینیومی و فن آوری نوین" مجله آلومینیوم- شماره چهارم- پاییز ۷۶
۴. علیرضا شاکری نیا "گزارش بخش تحقیق- توسعه شرکت شیشه خم اژدری"
۵. بولتن اطلاع رسانی سازمان بهینه سازی انرژی
۶. اینترنت