



راه بر این جریان باید بست!

فرمانی که عایق‌های گرمایی صادر می‌کنند

ترجمه: ماندانا فتوحی
کارشناس ارشد شیمی آلی و معلم شیمی منطقه ۱ تهران

اشاره

مشکل بحران انرژی در جهان، جست‌وجوی راه‌هایی برای کاهش اتلاف انرژی را به‌عنوان اقدامی ضروری مطرح کرده و توجه به مواد عایق گرمایی را در پی داشته است؛ طراحی و تولید مواد ویژه‌ای که برای کاهش جریان انرژی یا محدود کردن آن از راه انتقال، همرفت و تابش به کار بروند. به کار گرفتن این عایق‌ها در کنار مصالح ساختمانی، از دست رفتن گرمای درون ساختمان‌ها را کاهش می‌دهد. همچنین عایق‌کاری بیرونی مخزن نگهداری مواد حساس به گرما و انبارهای نیازمند خنک‌سازی، از ورود گرما به این محیط‌ها جلوگیری می‌کند. این مقاله به معرفی نمونه‌هایی از عایق‌های گرمایی و اجزای سازنده آن‌ها می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: رسانایی گرمایی، عایق گرمایی، علم مواد، چندسازه، فوم، پلیمر

مقدمه

عایق‌های گرمایی^۱ نامی رایج برای مواد پیچیده‌ای است که از انتشار و جریان گرما جلوگیری می‌کنند. ممکن است این مواد به نگهداری گرمای محیط بپردازند که در این حال مواد حافظ گرما خوانده می‌شوند. نام عایق گرمایی بیشتر مناسب موادی است که از ورود گرما به درون محیط جلوگیری می‌کنند.

عایق‌های گرمایی با توجه به اجزای سازنده‌شان در یکی از این سه گروه قرار می‌گیرند:

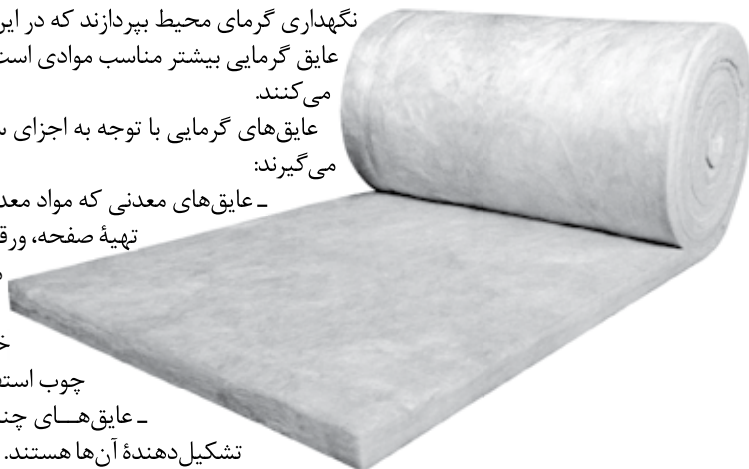
- عایق‌های معدنی که مواد معدنی به شکل لایه‌های نازک و متخلخل در تهیه صفحه، ورقه، فبر یا روکش لوله به‌عنوان ماده خام به کار می‌روند.

- عایق‌های آلی که در تهیه آن‌ها از مواد خام آلی مانند انواع رزین، چوب‌پنبه و تراشه

چوب استفاده می‌شود.

- عایق‌های چندسازه‌ای که مواد آلی و معدنی، اجزای

تشکیل‌دهنده آن‌ها هستند.



مواد مناسب برای عایق کاری

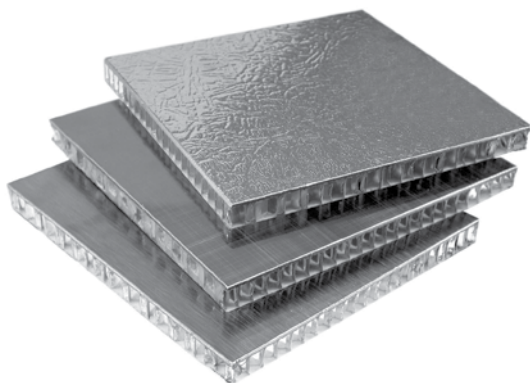
● شیشه سلولی

هم‌اکنون بهترین انواع عایق‌های گرمایی در جهان شناخته شده‌اند؛ چنان‌که جایگزین کردن عایق‌های سنتی با این ماده، برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و جلوگیری از تلف شدن آن در ساختمان‌ها، کارآمد بوده است.

از جمله ویژگی‌های این عایق می‌توان به سبکی، ضریب رسانایی گرمایی پایین، پایداری در برابر گرما و فرسودگی اشاره کرد. پلی‌اورتان، امروزه ۴۹ درصد مواد عایق‌بندی ساختمان‌ها را در کشورهای اروپایی و آمریکایی تشکیل می‌دهد. کاربرد این ترکیب پلیمری که هم‌اکنون در جایگاه پنجم پس از پلی‌اتیلن، پلی‌وینیل کلراید، پلی‌پروپیلن و پلی‌استایرن قرار گرفته، در عرصه صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌ها، صنعت تولید آن را توسعه بخشیده است. عایق‌های گرمایی پلی‌اورتان در سقف، کف، دیوار، در و پنجره کاربرد چشمگیر دارند.

فناوری‌های متداول در ساخت عایق‌های گرمایی *فوم‌ها

در کشورهای اروپایی، از عایق‌های گرمایی در شکل فوم به‌طور گسترده استفاده می‌شود. فوم‌ها مواد سبکی را به نمایش می‌گذارند که در آن‌ها حباب یا ذره‌های گاز در محیطی پیوسته از یک جامد یا مایع دربر گرفته شده‌اند. امروزه عایق‌های گرمایی در ابعاد بزرگ به‌صورت فوم تهیه می‌شوند و سپس به شکل‌های منظم و دلخواه برش می‌یابند. از این فوم‌ها حتی می‌توان برای روکش کردن لوله‌ها نیز استفاده کرد.



▲ شکل ۲ صفحه‌های ساندویچی به‌عنوان مصالح ساختمانی در سطح در، دیوار و سقف کاربرد دارند.

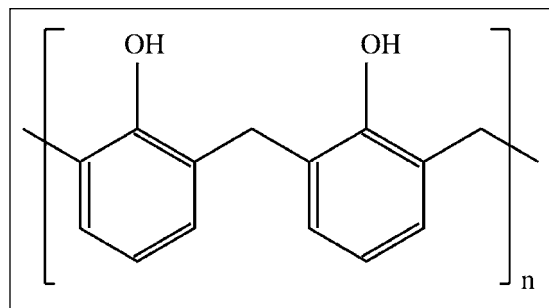
*صفحه‌های ساندویچی

فناوری دیگری که در تولید عایق‌های گرمایی به‌خدمت گرفته می‌شود، بهره‌گیری از صفحه‌های ساندویچی^۲ است، شکل ۲. این صفحه‌ها هنگام استفاده از فوم‌های فنولی چسبندگی لازم میان فنول و پوشش خارجی آن را فراهم می‌کنند. ورقه‌های فولادی یا صفحه‌های آلومینیمی از جمله مواد پوشش‌دهنده به‌شمار می‌روند.

برای تهیه صفحه‌های ساندویچی می‌توان از رزین‌هایی استفاده کرد که وقتی فنول و فرم‌آلدهید در نسبت‌های مختلف با هم واکنش می‌دهند، به‌دست می‌آیند، شکل ۳.

یک عایق گرمایی از نوع معدنی، با ساختار سلولی بسته، شیشه سلولی^۳ است که به‌طور عمده، از شیشه ساخته می‌شود. تأمین شیشه مصرفی برای این منظور، از بازیافت دورریزهای شیشه‌ای انجام می‌گیرد. شیشه همراه با کلسیم فلوئورید، سدیم کربنات، آهن اکسید، منگنز اکسید، سدیم سولفات و سدیم نیترات در دمای ۱۴۰۰°C ذوب می‌شود و سپس در کوره‌ای به شکل تونل - که دمای آن به آرامی کاهش می‌یابد - همراه کربن پخته می‌شود و سرانجام به قطعه‌هایی برش می‌یابد. این روش، به شیشه‌های معدنی، پایداری شیمیایی مناسبی می‌بخشد چنانکه شیشه‌های سلولی از ویژگی‌های مطلوبی از جمله چگالی نسبتاً کم، رسانایی گرمایی پایین، نفوذناپذیری نسبت به آب و بخار آب، اشتعال‌ناپذیری برخوردارند. این شیشه که قدرت مکانیکی زیادی دارد، در عین حال می‌تواند به راحتی برش داده شود و به جز هیدروفلوئوریک اسید، در برابر همه عوامل خوردنده، پایداری خوبی از خود نشان می‌دهد. ترکیب غیرسمی، عملکرد مناسب در طیف دمایی گسترده و پایداری ویژه سبب گسترش کاربردهای صنعتی شیشه سلولی شده است. تولیدکنندگان از این ماده در تهیه عایق‌هایی که در کف، دیوار و سقف ساختمان به‌کار می‌روند استفاده می‌کنند.

با توجه به کاربردهای گوناگون، گاه برای ایجاد خواصی همچون انعطاف‌پذیری در شیشه سلولی، مواد دیگری به ترکیب این ماده افزوده می‌شود. انواع چندسازه‌های عایق‌های گرمایی به این ترتیب معرفی می‌شوند که نمونه‌ای از آن، استفاده از قیر برای ایجاد روکش روی تخته‌های شکننده‌ای است که از شیشه سلولی ساخته شده‌اند. این تخته‌ها در کارخانه، به‌عنوان هسته چندسازه در کنار هم قرار می‌گیرند و قیر نقش چسبی مناسب را برای چسباندن آن‌ها از خود نشان می‌دهد. بسته به کاربردهای متفاوت، چندسازه‌های مختلف با استفاده از روکش‌های بافته شده از ورقه‌های فلزی، مقوایی یا پلاستیکی نیز طراحی و معرفی شده‌اند.

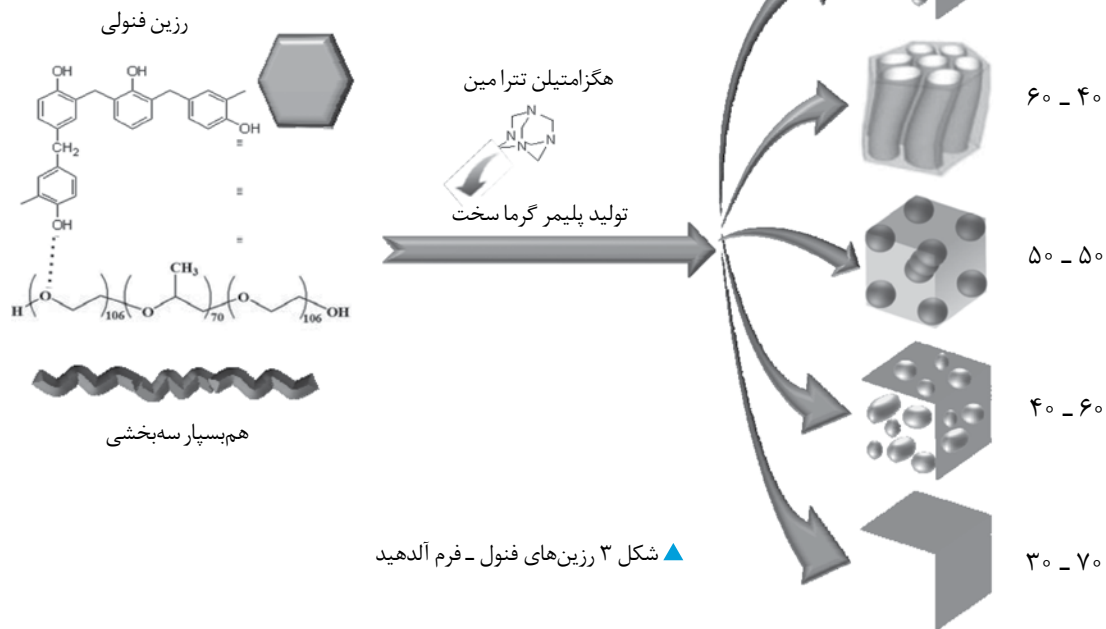


▲ شکل ۱ ساختار پلی‌اورتان

● پلی‌اورتان

این پلیمر از جمله مواد خام مورد استفاده در عایق‌های گرمایی از نوع آلی است، شکل ۱. عایق‌های ساخته شده از پلی‌اورتان

نسبت فنول - فرم آلدهید



▲ شکل ۳ رزین‌های فنول - فرم آلدهید

این رزین‌ها به رزول^۵ معروفند. افزون بر این، رزول‌ها برای درزگیری عایق‌هایی که در شکل فوم تولید می‌شوند به کار می‌روند. افشاندن رزول‌ها به شکاف‌های فوم، باعث افزایش کارایی عایق خواهد شد. نمونه دیگر از کاربرد رزول در تولید نوعی فوم فنولی است که مانند یک گلدان، آب موردنیاز یک گیاه را فراهم می‌کند. با قرار دادن این فوم در آب، در نتیجه نفوذپذیری بالای آن، محتوای آب درون فوم بالا می‌رود و نیاز گیاه را برآورده می‌کند. این فوم که در ایالات متحده و غرب اروپا کاربرد فراوان دارد به فوم گل^۶ معروف شده است، شکل ۴.

*سطوح ورقه‌ای یکپارچه

از مواد اشتعال‌ناپذیر همچون فیبر شیشه‌ای، سرامیک، آلومینا - کاغذ یا کاغذ صنعتی به‌عنوان عایق گرمایی به‌طور گسترده استفاده می‌شود. برای نمونه، سطوح ورقه‌ای برای پوشش دادن به سقف، کف، دیوار و خنک‌سازی انبارها به کار می‌روند.

برای تهیه چنین سطوح یکپارچه‌ای^۷ باید از یک نوار نقاله دوتایی استفاده شود که هزینه نصب آن زیاد است. این پوشش‌ها را می‌توان از فوم‌های فنولی یا فوم‌اترهای بنزیلی تهیه کرد.

در تولید سطوح یکپارچه مانند ساخت سطوحی که

فوم‌ها مواد سبکی را به نمایش می‌گذارند که در آن‌ها حباب یا ذره‌های گاز در محیطی پیوسته از یک جامد یا مایع دربر گرفته شده‌اند



▲ شکل ۴ فوم گل، نوعی فوم فنولی است که به‌عنوان خاک گلدان عمل می‌کند.



عایق‌های ساخته‌شده از پلی‌اورتان هم‌اکنون بهترین انواع عایق‌های گرمایی در جهان شناخته‌شده‌اند

از آنجا که سیلیس، SiO_2 ، پایداری گرمایی بسیار زیاد و ضریب انبساط گرمایی بسیار کمی در حدود $5 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ دارد، تهیه چندسازه‌هایی شامل سیلیس و پلی‌ایمید مورد توجه قرار گرفت. بنابر نتایج، وارد کردن سیلیس و نانولوله‌های کربنی به‌عنوان مواد پُرکننده در پلی‌ایمیدها خواص آن‌ها را نسبت به زمانی که به تنهایی مورد استفاده بودند، افزایش می‌دهد. این بهبود خواص مکانیکی و پایداری گرمایی چنان چشمگیر بوده که کاربردهای پیشرفته در عرصه هوا - فضا را برای چندسازه‌های سیلیس - پلی‌ایمید در پی داشته است.

نتیجه‌گیری

در جهان کنونی - که در زمینه‌های گوناگون از جمله تأمین مواد غذایی، آب آشامیدنی و انرژی با بحران مدیریتی جدی روبه‌روست - باید هر فرصتی را برای برنامه‌ریزی و یافتن راهکارهای مناسب غنیمت شمرد. استفاده از عایق‌های گرمایی راهکاری سودمند بوده که جلوگیری از اتلاف انرژی در سامانه‌های گوناگون از فضای خانه و انبارها گرفته، تا کارخانه‌ها و مخزن نگهداری مواد حساس به دما را تأمین کرده است. پژوهشگران همچنان در جهت معرفی مواد هرچه کاراتر به‌عنوان عایق‌های گرمایی به تلاش‌های پیگیر خود ادامه می‌دهند. در همین راستا، فناوری‌های پیشرفته‌ای معرفی و به خدمت گرفته می‌شوند.

* پی‌نوشت‌ها

1. thermal insulating material
2. composite
3. cellular glass
4. sandwich panel
5. resol
6. floral foam
7. continuous laminated board
8. novolac
9. Bogert, M.

* منبع

Thermal insulation materials-an over, www.sciencedirect.com

یک سمت آن‌ها با فلز پوشانده شده از اصول نظری تقریباً مشابه استفاده می‌شود؛ سمت فلزی سطوح آلومینیمی یا فولادی به‌صورت برجسته یا منحنی شکل داده می‌شوند و فوم فنولی هم همراه با کاغذ نسوز، قالب‌گیری می‌شود. این روش در ژاپن و کره برای ساخت پوشش خارجی مناسب خانه‌های چوبی به‌طور گسترده به کار می‌رود.

* فوم‌های سنگین

تهیه فوم‌هایی که چگالی بالایی دارند، از راه افزودن مقدار زیادی پُرکننده‌های معدنی به رزین‌های فنولی (رزول) یا فوم نووالاک^۸ امکان‌پذیر است.

فوم‌های نووالاک عایق گرمایی مناسبی برای مخزن‌های نگهداری نفت، لوله‌های انتقال گاز طبیعی مایع هستند و به دلیل پایداری زیاد نسبت به خوردگی، برای کارخانه‌های شیمیایی مناسب‌اند. از فوم‌های سبک نیز برای بسته‌بندی مواد استفاده می‌شود. فوم‌های فنولی کربن‌دار شده نمونه‌ای از فوم‌های سنگین هستند که به‌عنوان عایق نسوز کاربرد دارند.

* فیبر شیشه‌ای تقویت‌شده با پلاستیک

این مجموعه، نمونه‌ای از عایق‌های چندسازه‌ای است و از رزین‌های فنولی همراه با لایه‌های شیشه تشکیل شده است. از این عایق در قطرها و ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

* نانو چندسازه‌های سیلیس - پلی‌ایمید

از زمان تهیه پلی‌ایمیدهای آروماتیک - در سال ۱۹۰۸ توسط مارستون بوگرت^۹ و سنتز انواع سنگین‌تر این ترکیب‌ها در سال ۱۹۵۵ - این گروه از ترکیب‌ها به علت پایداری گرمایی و شیمیایی زیاد، خواص مکانیکی مناسب و ثابت دی‌الکتریک کم، در عرصه فناوری‌های الکترونیکی و دفاعی مورد توجه قرار گرفتند و در جهت بهبود خواص مکانیکی و فیزیکی آن‌ها طرح‌هایی تعریف و اجرا شد.