



منسوجات ورزشی



# عایق حرارتی Thermal insulation

تهیه و تنظیم: دکتر فرناز نایب مراد

عایق چیست؟

گاهی نیز یک عایق تنها یک عملکرد خاص دارد مانند عایق حرارتی مثل پشم شیشه یا عایق صوتی مثل بتن لیکا یا عایق رطوبتی مثل ایزوگام و...



هر چیزی که مانع عبور جرم، انرژی، صوت و مومنتم شود را عایق گویند. در حقیقت عایق‌ها در سه دسته جایگذاری می‌شوند که امروزه با توجه به افزایش مصرف انرژی و مواجهه شدن با کمبود انرژی در سال‌های در پیش رو و عدم امکان بازیافت انرژی و ... بیشتر به بحث بهینه‌سازی مصرف انرژی پرداخته می‌گردد که این تنها با استفاده از عایق‌هایی که باعث کاهش عبور و انتقال انرژی می‌شوند امکان‌پذیر است.

عایق انرژی در سه دسته عایق رطوبتی و عایق حرارتی و عایق صدا مهم‌ترین بحث مورد بررسی جهان نسل سوم است:

عایق حرارتی - به عایقی گفته می‌شود که از عبور و انتقال انرژی حرارتی ممانعت به عمل آورد.

عایق رطوبتی - در حقیقت یک نوع عایق و جاذب رطوبت است.

عایق صدا - باعث جذب یا حذف صدا می‌گردد.

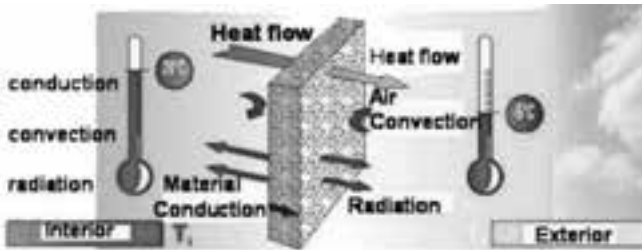
در برخی موارد یک ماده می‌تواند هر سه ویژگی عایق صدا بودن، عایق رطوبت و عایق حرارت بودن را همزمان دارا باشد مانند پشم سنگ، فوم و پی وی سی و غیره.

## عایق حرارتی در سالن‌های ورزشی

یکی از عوامل مهم در تأمین شرایط آسایش ورزشکاران در فضاهای داخلی سالن‌های ورزشی، تنظیم درجه حرارت محیط اطراف آنهاست. امروزه با پیشرفت تکنولوژی ضخامت پوسته خارجی سالن‌ها به حداقل کاهش یافته، از این رو تبادل حرارتی آن با محیط خارج افزایش یافته است. عایق‌های حرارتی به میزان قابل توجهی مانع این تبادل حرارت شده و هزینه‌های گرمایش و سرمایش و فضاهای داخلی را تا حد زیادی کاهش می‌دهند. عایقکاری نقش بسیار مهمی در جلوگیری از اتلاف گرما در فصل زمستان و خنک نگه داشتن فضای داخلی در فصل تابستان دارد. به این ترتیب علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی و حفظ منابع انرژی برای استفاده آیندگان به پاک‌ی محیط زیست نیز کمک می‌شود. تمام مصالح ساختمانی بخشی از گرما یا سرما را از خود عبور



ورقه های پوشش زیرین و در سقف سالن های تخت در زیر پوشش آسفالتی یا نمدی استفاده می شود. پشم شیشه سبک و نصب آن آسان است. این عایق حرارتی باید دور از رطوبت نگه داشته شود، بنابراین به وسیله یک لایه نازک ناپلونی محافظت می شود.



### ۳- عایق حرارتی: پشم سنگ (Rock Wool)

پشم سنگ متداول ترین و سالم ترین عایق حرارتی است و منشأ آن سنگ های آذرین می باشند. این عایق وزن نسبتاً سبکی دارد و کاربرد آن آسان است. زمانی که از آب اشباع شود ساختار آن تخریب نمی شود. پشم سنگ پس از خشک شدن ویژگی های خود را حفظ می کند. این عایق در برابر نفوذ بخار آب مقاومت کمی دارد که از مهمترین امتیازات آن است، زیرا رطوبت در ساختمان هایی که به تازگی بنا شده اند به راحتی به صورت بخار آب از عایق می گذرد و بنا را خنک می کنند. ضمناً با کلیه مصالح ساختمانی سازگاری دارد.

یکی از کاربردهای مهم پشم سنگ استفاده از آن به عنوان ضد حریق می باشد. در واقع از این پوشش می توان برای حفاظت از سازه های فلزی، چاهک های آسانسور، تاسیسات الکتریکی، راهروهای فرار و ... در برابر حریق استفاده نمود. از آنجایی که پشم سنگ یک عایق سلول باز است، لذا آب و بخار بر آن اثر می کنند و بعد از نصب باید، یک پوشش بخار بند روی آن نصب شود. طول عمر پشم سنگ زیاد بوده و به اندازه عمر سالن ها و اماکن ورزشی می باشد. در صورت عایق کاری با پشم سنگ می توان مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش ساختمان را تا ۳۵ الی ۴۵ درصد کاهش داد. این بدان معنی بوده که در فصل زمستان می توان ۵ الی ۷ درجه سانتیگراد دمای داخلی را گرمتر و در فصل تابستان تا ۱۰ درجه سانتیگراد دمای داخل ساختمان را خنک تر نمود.

می دهند. در برخی مواد مثل فلز و شیشه این انتقال به راحت انجام می شود. اما موادی مثل پشم، خز حیوانات، پارچه های ضخیم و هوای ساکن در برابر انتقال گرما و سرما بسیار مقاوم هستند و به عنوان عایق استفاده می شوند.

خصوصیات مهمی که در انتخاب مواد عایق باید مد نظر قرار گیرد عبارتند از:

مقاومت حرارتی، قابلیت احتراق، درجه سمیت، مقاومت فشاری، چروک خوردگی، مقاومت در برابر اشعه ماورای بنفش، مقاومت در برابر قارچ و میکروب، ضریب انبساط و انقباض، خنثی بودن از نظر شیمیایی (به منظور جلوگیری از آسیب رساندن به فلزات اطراف)، خاصیت مویبندی و چگالی.

عایق ها به اشکال مختلف صفحه ای، تخته ای، آجری، ورقه ای و نواری به بازار عرضه می گردند. انتخاب نوع عایق حرارتی به دمای محیط، ایمنی، شرایط محیطی و قیمت آن بستگی دارد. ضخامت عایق حرارتی باید به گونه ای انتخاب شود که از نظر اقتصادی بهینه باشد، یعنی این که با حداقل ضخامت عایق از هدر رفتن انرژی جلوگیری شود.

مصالح عمده عایق حرارتی عبارتند از: بتن سبک (بتن گازی و بتن کفی و...)، دانه های سبک، کاغذ و آلومینوم، پنبه کوهی، چوب پنبه پرس شده، تخته های فیبری، الیاف معدنی، پشم سنگ، پشم شیشه، شیشه اسفنجی، پوک معدنی، پرلیت، تخته های گچی سبک با روکش آلومینومی و ساده، مواد پلاستیکی، ساقه های تو خالی و پشم چوب.

### نمونه ای از عایق های حرارتی:

#### ۱. عایق های حرارتی: الیاف معدنی

این ماده از خرد کردن دانه بندی سنگ آتش نشانی دیر ذوب ساخته می شود. پشم معدنی از لحاظ ابعاد پایدار است و علاوه بر نم گیر و بی بو بودن امکان رشد قارچ یا کپک را فراهم نمی سازد. در ضمن، این ماده اشتعال ناپذیر عایق حرارت و صوت است که به شکل حصیر سبک ارتجاعی یا بدن پوشش برای عایق کاری بام های شیب دار بر روی صفحات پوشش زیرین استفاده می شود.

#### ۲. عایق حرارتی: پشم شیشه (Glass Wool)

پشم شیشه با الیاف بسیار نازک تارهای شیشه که تقریباً به هم متصل اند گفته می شود. این الیاف را پس از سرد شدن با همدیگر دسته می کنند و روی کاغذ کرافت، سربی، قیری یا تور الیاف دار قرار می دهند. این ماده نسوز از خصوصیات مانند پایداری ابعاد، بی بویی و غیر نم گیری برخوردار است که امکان رشد قارچ و کپک در آن وجود ندارد. برای عایق بندی سقف سالن های شیب دار بر روی



تبدیل می شود. آب جذب نمی کند. نسوز است، در مقابل جانوران موذی مقاوم و از نظر ابعاد پایدار و از مقاومت فشاری خوبی برخوردار است.

#### ۵- عایق حرارتی: پرلیت

پرلیت نوعی سنگ آتشفشانی است که در مناطق مرطوب تشکیل می شود. برخی از خواص پرلیت عبارتند از: بسیار سبک است و مادهای غیرقابل اشتعال است. به علت شکل ظاهری آن، صوت را جذب می کند. مادهای غیرآلی است و با اکثر اسیدها وارد واکنش نمی شود و در برابر پوسیدگی و حمله مورینهها مقاوم است. از جمله معایب پرلیت مقاومت فشاری کم آن است لذا نباید در مکان هایی که تحت فشار و رطوبت زیاد است، مورد استفاده قرار گیرد. به علت اتصال سوراخهای آن به هم، مانند اسفنج آب را می مکد و بزرگترین عیب پرلیت در در ساختمان سازی این است که آب جذب می کند و مقاومت آن کاهش می یابد.

#### ۶- عایق حرارتی: تخته های فیبری

این ماده اولین عایق حرارتی ساختمان است که از فشرده کردن پشم نمد و دیگر الیاف گیاهی به صورت تخته های صلب ساخته می شود. دارای مقاومت مکانیکی متوسط، مقاومت متوسط در برابر انتقال حرارت و پایداری ابعاد خوبی است. این ماده به سادگی رطوبت را جذب می کند و اشباع می شود و مقاومت مکانیکی و پایداری خود را در برابر انتقال حرارت از دست می دهد. مقاومت ضعیفی در برابر آتش سوزی و گسترش شعله دارد. با توجه به قیمت پایین و پایداری ابعاد آن، به همراه پوشش زیرین از عایق پلاستیک به عنوان زمینه ای برای آسفالت و پوشش نمدی مصرف می شود.

#### ۷- عایق حرارتی: تخته چوب پنبه فشرده

این تخته ها از فشرده کردن دانه های چوب پنبه توسط صمغ طبیعی آن در کنار هم تولید می شود. تخته آن از مقاومت فشاری خوب و مقاومت کششی ضعیف برخوردار است. در مقابل رطوبت و پوسیدگی مقاومند بنابراین در محل هایی که رطوبت شدید دارند به کار برده می شوند. این تخته ها گران قیمت اند و در برابر انتقال حرارت مقاومت خوبی دارند، و مقاومت آنها در برابر آتش سوزی متوسط است. تخته های شکننده آن با فاصله های کم به تکیه گاه هایی نیاز دارند.

#### ۸- عایق حرارتی: پلاستیک ها

این عایق ها انواع پلاستیک ها را شامل می شوند. به دلیل تنوع و تعداد زیاد عایق های پلاستیکی و تفاوت در خصوصیات آنها و انواع



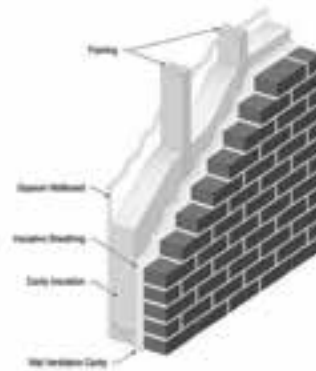
عموماً عایق کاری دیوارهای سالن های ورزشی شامل دو روش می باشد.

روش اول عایق کاری دیوار هنگام ساخت دیوار

روش دوم عایق کاری دیوارها پس از ساخت دیوارها.

در هر دو روش عایق کاری دیوار عمل عایق کاری را به منظور عایق حرارتی می توان با کیفیت تقریباً برابر اجرا نمود ولی از نظر عایق کاری صوتی دیوارها کیفیت ها کمی تفاوت خواهند داشت و کفه ترازو به نفع روش اول می باشد. هنگامی که دیوارها به روش اول عایق کاری شده باشند عمل عایق کاری با استانداردهای بالاتری صورت گرفته است زیرا مهندس طراحی که عمل عایق کاری را برای اماکن ورزشی در حال ساخت از قبل پیش بینی کرده باشد شکل بلوک ها و دیوارهای ساختمانی رو طوری در نظر گرفته که عایق کاری از نظر صوتی به صورت مطلوب تری صورت می پذیرد. اینگونه عایق کاری موجب می شود تا انعکاس و تفرق صدای نامطلوب ایجاد نشود.

برای حل مسئله عایق کاری صوتی سالن های ورزشی که به روش دوم باید عایق کاری شوند می توان از عایق های صوتی پر قدرتی همچون پشم سنگ استفاده نمود. زیرا پشم سنگ از جمله عایق های دو منظوره حرارتی صوتی بوده که در ساختار آن حباب های ریز هوا به وفور یافت می شود و همین مزیت موجب کاهش هدایت حرارت و انتقال صوت می گردد و عملیات عایق کاری با بازده قابل توجهی صورت می پذیرد.



#### ۴- عایق حرارتی: شیشه اسفنجی

این ماده با استفاده از شیشه خالص که تا بیست برابر حجم خود منبسط می گردد و به صورت صفحات صلب و اسفنجی عایق بندی



آنها را به شما معرفی می‌کنیم: فوم‌های پلی‌استایرن، پلی‌اتیلن، پلی‌یورتان، فنولیک، پلی‌وینیل کلراید، اوره فرم آلدئید، فوم EPDM (اتیلن، پروپیلن، داین، منومر)، نیتریل فوم و ...



### نانو عایق حرارتی و رطوبتی

سالن‌های ورزشی و یا سوله‌ها معمولاً دارای مساحت زیادی هستند و چون سقف بلندی دارند، گرم نگه داشتن یا سرد نگه داشتن آنها اولاً کار دشواری است و ثانیاً بسیار پرهزینه است. از آنجایی که ورزشکاران در این سالن‌ها با لباس ورزشی، ورزش می‌کنند اهمیت مسئله تعادل دمای سالن‌ها دو چندان می‌شود.

به عنوان مثال در محیط منازل به دلیل وجود فرش، موکت، پرده، مبلمان و همچنین کوتاه بودن سقف منازل نسبت به سالن‌ها گرم نگه داشتن خانه کار راحت‌تری است لذا کنترل دمای سالن‌ها کاری بس دشوارتر از سایر ساختمان‌ها یا منازل می‌باشد. یکی از بهترین روش‌ها برای گرم نگه داشتن محیط در سالن‌ها، سوله‌ها و ... استفاده از نانو عایق‌های حرارتی و رطوبتی است که این عایق با حداکثر یک میلی‌متر ضخامت دمای محیط را در حالت تعادل نگه می‌دارد. همچنین در مناطق شمال، جنوب و غرب ایران که میزان بارندگی بیشتر است خاصیت رطوبتی بودن این نانو عایق بسیار کارآمد می‌باشد و عایق کردن سقف ساختمان باعث جلوگیری از نفوذ آب و رطوبت به داخل ساختمان، سوله و ... می‌گردد. این پروژه به مساحت ۵۰۵ مترمربع در سقف سالن ورزشی مخابرات تهران اجرا شده است که تا حد زیادی باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی و همچنین جلوگیری از نفوذ رطوبت و آب به داخل ساختمان می‌گردد.

در واقع این کار باعث می‌شود که دمای سالن ایزوله شود به عبارت دیگر گرمای داخل به خارج نفوذ نکرده و محیط گرم می‌شود. با ظهور فناوری نانو تکنولوژی در سراسر جهان مردم به سمت استفاده از این فناوری سوق داده می‌شوند. تاکنون محصولات زیادی با این فناوری تولید شده‌اند که در زندگی روزمره بسیار با این محصولات سروکار داریم.

همه این‌ها نشان‌دهنده این است که مردم در سراسر دنیا علاقمند به استفاده از فناوری نانو تکنولوژی در زمینه‌های مختلف هستند

هرچند محصولاتی که با این فناوری ساخته شده‌اند قیمت بالاتری دارند اما چون بسیار مقرون به صرفه هستند و کارایی بالایی دارند همه و همه از آن استفاده می‌کنند.

### ساخت نانو عایق بر پایه سیلیکا به عنوان جایگزین مناسب برای عایق پشم شیشه و آزبست

پشم شیشه از جمله عایق‌های گرم بوده و ساختار الیافی و فیبری دارد. پشم شیشه معمولاً از شیشه بازیافتی به همراه مقدار ماسه معمولی و رزین مخصوص ساخته می‌شود و مقاومت حرارتی بسیار خوبی از خود نشان می‌دهد.

به دلیل ساختار بسیار مشابه پشم شیشه با پشم سنگ، استاندارد ASTM، در بسیاری از موارد، استاندارد مشترکی برای هر دو عایق‌های پشم سنگ و پشم شیشه در نظر گرفته و به طور خلاصه به آنها پشم‌های معدنی (Mineral Wool) می‌گویند. پشم شیشه در اقطاع مختلف از جمله لوله‌ای، فله‌ای، پتویی و لحافی در بازار عرضه می‌شود و یکی از پرکاربردترین انواع عایق‌های گرم محسوب می‌شود.

ساختار فیبری و متخلخل این‌گونه از عایق‌ها، در مقابل رطوبت و نفوذ بخار و آب، مقاومت کمی از خود نشان می‌دهد و خاصیت عایق بودن آن نیز نسبت به رطوبت حساس بوده و با نفوذ رطوبت و بخار آب به درون عایق، از مقاومت حرارتی کاسته می‌شود. از معایب پشم شیشه می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- تماس مستقیم پشم شیشه با پوست، چشم و سیستم تنفسی مشکل‌زا خواهد بود. در بسیاری از گزارش‌ها، تنفس مستقیم گرد پشم شیشه علت افزایش نرخ ابتلا به سرطان، به خصوص سرطان ریه عنوان شده است.

- به دلیل عدم مقاومت پشم شیشه در مقابل رطوبت و بخار، در صورت نصب در فضای باز، استفاده از پوشش‌های ضد رطوبت و فویل‌های آلومینیومی اجباری است.

نوع دیگر عایق‌های حرارتی که در صنعت کاربرد دارد پنبه کوهی یا آزبست می‌باشد. پنبه کوهی یا پنبه‌نسوز یا آزبست، نام گروهی از ترکیب‌های معدنی منیزیوم و سیلیسیوم است که بیشتر در طبیعت به صورت الیاف معدنی و سنگ یافت می‌شود. این مواد به خاطر مقاومت زیادی که در برابر گرما و آتش دارند به عنوان مواد نسوز بکار می‌روند. الیاف پنبه کوهی می‌تواند به ذرات بسیار ریز و نامریی تبدیل شود.

این ذرات نامریی که قطر آن‌ها کمتر از ۰/۵ میکرون است، در هنگام تنفس به اعماق شش نفوذ می‌کنند و برای همیشه در آن جا می‌مانند. با گذشت زمان این ذرات بر اثر تحریکات مداوم خود می‌توانند سبب بیماری‌های آزبستوسیس (Asbestosis)،



و انتقال حرارتی را دارا می‌باشد. این رنگ حاوی ذراتی با پرزهای فراوان است که از خشک شدن ساختار سل ژل حاصل می‌شود.

این پوشش از دو بخش اصلی تشکیل شده است:

۱- تشکیل کامپوزیت با ساختار نانو حفره: بعد از خشک شدن ساختاری با پرزهای فراوان حاصل می‌شود که پرزها حداقل ۸۰٪ آن را تشکیل می‌دهند. این نانو کامپوزیت‌ها در بستری پلیمری قرار می‌گیرند و قابلیت‌های ویژه‌ای به آن می‌دهند.

۲- رزین پلیمری: ۳۰٪ این فیلم نازک عایق را یک ترکیب پلیمری تشکیل داده که ذرات نانو ساختار در آن پخش شده اند در واقع این رزین پلیمری به عنوان بستری برای ذرات نانو ساختار عمل می‌کند. اندازه پرزهای تشکیل شده در حدود ۴-۵ nm می‌باشد و اندازه کامپوزیت با ساختار نانو حفره ۵-۵۰۰ میکرو متر و ترجیحاً ۵-۱۵ میکرومتر می‌باشد که در حدود ۹۰-۸۰٪ پرزدار هستند که این را می‌توان توسط حجم هوای اشغال شده در این پرزها اندازه‌گیری کرد. در سطح جهان نیز شرکت Inc Silicachem آمریکا تولیدکننده نانو کامپوزیت Nano Silicasol XL100 می‌باشد که تولیدکننده اصلی در رنگ نانو عایق است.

#### منابع

- [1] Kaynakli O., "A review of the economical and optimum thermal insulation thickness for building applications", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16, No. 1, 2012, pp. 415-425.
- [2] Ebrahimpour A., Maerefat M., Mohammad Kari B., "Optimization of insulation in permanent used buildings based on annual heat loads in iran climate conditions", *Scientific Research Journal of Modares*, Vol. 4, No. 17, 2004, pp. 33-52
- [3] Asan H., "Numerical computation of time lags and decrement factors for different building materials", *Building and Environment*, Vol. 41, 2005, pp. 615-620.
- [4] Asan H., "Investigation of wall's optimum insulation position from maximum time lag and minimum decrement factor point of view", *Energy and Buildings*, Vol. 32, No. 2, 2000, pp. 197-203.
- [5] Ozel M. and Pihitili K., "Optimum location and distribution of insulation layers on building walls with various orientations", *Building and Environment*, Vol. 42, No. 8, 2007, pp. 3051-3059.
- [6] Mavromatidis L.E., Mankibi M.E., Michel P. and Santamouris M., "Numerical estimation of time lag and decrement factors for wall complexes including multilayer thermal insulation, in two different climatic zones", *Applied Energy*, Vol. 92, 2012, pp. 480-491.
- [7] Kontoleon K.J. and Bikas D.K., "The effect of south wall's outdoor absorption coefficient on time lag, decrement factor and temperature variations", *Energy and Buildings*, Vol. 39, 2007, pp. 1011-1018.
- [8] The Online Resource for Cement Concrete & Aggregates, [www.concrete.net.au/publications/pdf/Moisture.pdf](http://www.concrete.net.au/publications/pdf/Moisture.pdf) (accessed 8 March 2013).

در شماره‌های بعدی بصورت جزئی‌تر به عایق‌های سالن‌های ورزشی می‌پردازیم.

سرطان ریه و یا بیماری مزوتلیوما (Mesothelioma) شوند که همه آن‌ها در نهایت به مرگ منتهی می‌شوند. پدیده نانو تکنولوژی در ارتباط با تغییر خصوصیت مولکولی مواد در جهت ارتقاء کیفی آنها می‌باشد. در واقع با بکارگیری روش‌هایی، فواصل بین مولکول‌ها یا اتم‌های مواد را کاهش داده که با حفظ خصوصیت آنها، خواص جدیدی از جمله سختی، عایقی و شفافیت را ایجاد می‌نماید. در حال حاضر این فناوری رشد چشمگیری در کلیه صنایع داشته است. عایق حرارتی نانو ماده جدیدی از فناوری نانو می‌باشد که محافظ و عایق حرارتی مناسبی در مقابل هر سه نوع انتقال گرما شامل تشعشع، جابجایی و همرفتی می‌باشد. با این خصوصیت که می‌توان از آن براحتی در صنایع مختلف استفاده نمود. نانو عایق به عنوان جدیدترین محصول عایق حرارتی تولید شده در جهان بوده که با استفاده از تکنولوژی نانو تولید می‌شود و دارای کمترین میزان انتقال حرارت در میان تمام عایق‌های موجود می‌باشد. انواع تولیدات این تکنولوژی با خاصیت چسبندگی بالا امکان پوشش تمام سطوح را فراهم نموده و باعث جلوگیری از خوردگی زیر عایق که مهمترین مشکل لوله‌های عایق شده در صنعت نفت و گاز می‌باشد، را فراهم می‌آورد. نانو عایق تنها عایقی است که به راحتی همانند رنگ بر روی سطوح فلزی و غیرفلزی توسط پیستوله، برس و رول‌های نقاشی می‌توان استفاده کرد لذا با صرفه هزینه نسبتاً کمی و بدون هیچ‌گونه تغییری در فضای ساختمان می‌توان از هدر رفتن انرژی جلوگیری نمود. این عایق انواع مختلفی دارد که نوع GP آن برای سطوح غیرفلزی و نوع PT آن برای سطوح فلزی کاربرد فراوان دارد. این محصول جهت عایق کاری ساختمان‌های، اماکن ورزشی، سالن‌ها، سوله‌ها، مخازن، لوله‌های انتقال نفت و گاز و صنعت کشتی‌سازی بکار می‌رود.

#### تولید نانو رنگ‌های پلیمری جهت عایق کاری حرارتی و ضد خوردگی

خوردگی و همچنین اتلاف حرارتی در اجسام و مواد بکار رفته در صنایع گوناگون بسیار اهمیت داشته و اگر به موقع مورد توجه قرار نگیرند، می‌توانند باعث ایجاد زیان‌ها و خطرات جبران‌ناپذیری از نظر اقتصادی، میزان مصرف انرژی و همچنین زیست محیطی شوند. رنگ نانو عایق برای عایق کاری دیوارها، سقف، تاسیسات، لوله‌ها، مخازن و غیره به کار می‌رود. این رنگ به روش‌های بسیار ساده اسپری، رول و یا قلمو اعمال می‌شود و عایق حرارت می‌باشد. رنگ نانو عایق در بخش صنعت و ساختمان‌سازی به عنوان عایق حرارتی لایه نازک (در ابعاد میکرون) به کار می‌رود. این عایق به صورت لایه‌ای نازک است که هدایت حرارتی پایین و چسبندگی بالا دارد و به طور همزمان قابلیت محافظت از خوردگی