

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۳۲

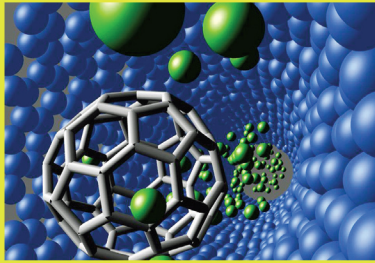
کاربرد فناوری نانو در عایق‌های رطوبت

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست



نانو یک واحد اندازه است. یک نانومتر برابر یک میلیاردم متر می‌باشد (به اندازه ۱۰ اتم هیدروژن که پشت سر هم قرار گرفته‌اند). به صورت قراردادی، زمانی که اندازه ذرات یک ماده کمتر از ۱۰۰ نانومتر باشد به آن نانوماده گفته می‌شود.



شکل ۱. خاصیت آب‌گریزی ناشی از نانوذرات

عایق‌های رطوبتی

عایق رطوبت به ماده‌ای گفته می‌شود که بتواند از نفوذ آب جلوگیری کند. این مواد معمولاً صفحات پلاستیکی یا فویل هستند که می‌توانند از نفوذ رطوبت به دیوارها، سقف و کف ساختمان جلوگیری کنند و عمر مواد مورد استفاده در یک ساختمان را افزایش دهند. رطوبت موجب پوسیدگی مواد و بوجود آمدن عوامل بیماری‌زا و مضر می‌شود. متأسفانه بسیاری از مواد ضد آب مرسوم مثل

پلی‌اوریتان^۱ با خیس شدن، ترکیبات اورگانیک مضرری ایجاد می‌کنند (VOC)^۲.

آب منبع اصلی صدمات وارده به بتن است. حتی بهترین بتن‌ها هم در اثر خاصیت موینگی، آب و سایر آلودگی‌ها را وارد خود می‌کنند که این امر موجب از بین رفتن استحکام بتن می‌شود.

در صنعت بسته‌بندی معمولاً از پلیمرهای قابل تجزیه در طبیعت استفاده می‌شود. پلیمرهایی که برای ساخت بسته‌بندی استفاده می‌شوند، اغلب آب و گازهای مختلف را از خود عبور می‌دهند که باعث می‌شود عمر مفید مواد درون آنها کاهش یابد. از نقطه نظر تکنیکی تمام این مواد نفوذ آب را به تاخیر می‌اندازند که میزان این تاخیر وابستگی به درجه نفوذپذیری آنها دارد. سلولز یکی از بیوپلیمرهای مورد استفاده در این حوزه می‌باشد [۸]. تمام مواد دارای نرخ عبور بخار آب هستند که توسط روش‌های استاندارد اندازه‌گیری می‌شود. واحد اندازه‌گیری خاصیت نفوذپذیری $g/m^2 \cdot day$



و یا Perms می‌باشد. بر اساس استاندارد نفوذپذیری مواد به سه دسته تقسیم می‌شوند: غیرقابل نفوذ ($1 \text{ US Perm} >$) نفوذ تقریبی ($1-10 \text{ US Perm}$) و نفوذپذیر ($10 \text{ US Perm} <$).



شکل ۲. عایق‌های رطوبت در صنایع بسته‌بندی کاربردهای زیادی دارند.

مواد مورد استفاده در عایق‌های رطوبتی معمولاً به صورت غشا یا پوشش می‌باشند مانند فویل



آلومینیومی، ورق پلاستیکی پلی‌اتیلن، کارت‌ن قیر اندود شده، پلی‌استایرن، تخته سه‌لایه و ورق‌های فلزی و شیشه‌ای همچون درها و پنجره‌ها.

۹۸ درصد بخار آب وارد شده به ساختمان از طریق هوا و ۲ درصد از طریق حرارت و نفوذ در مواد ساختمانی می‌باشد. همچنین نیروی باد، اثر موینگی و نفوذ هوا نیز موثر می‌باشد [۱]. نفوذ رطوبت از دیواره و کف

ساختمان و همچنین در بسته‌بندی مواد غذایی، الکترونیکی و دارویی می‌تواند مشکلاتی را ایجاد نماید.

هزینه بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی در دنیا که نیاز به عایق رطوبت دارند در سال ۲۰۰۷، ۳/۸ میلیارد دلار بوده و تخمین زده می‌شود که این مقدار در سال ۲۰۱۴ به ۴/۶ میلیارد دلار خواهد رسید [۲]. عایق‌های رطوبتی که فلزی هستند به دلیل قیمت بالا و عایق‌های شیشه‌ای به دلیل عدم سهولت حمل و نقل مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. بنابراین از کاغذهای سلولزی استفاده می‌شود که برای به‌دست آوردن خواص عایقی مناسب از پوشش‌های پلاستیکی، موم و آلومینیوم استفاده می‌شود که باعث می‌شود از خاصیت زیست‌سازگارپذیری آن کاسته شود [۲].

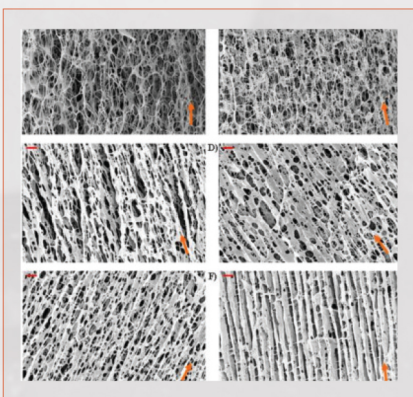
فناوری نانو در عایق‌های رطوبتی

پوشش‌های نانو با ایجاد خاصیت مقاوم در برابر رطوبت، می‌توانند از بروز خطرات مواد پلیمری VOC جلوگیری کنند. نانوفیبرهای سلولزی (با قطر ۱۰ تا ۵۰ نانومتر) به سبب داشتن خاصیت زیست‌سازگاری بالا، ساختار متخلخل و طبیعتاً وزن کم، پیوندهای هیدروژنی و در نتیجه ساختار مستحکمی که ایجاد می‌کند، می‌تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب در این کاربرد مطرح باشد. استفاده از این مواد همچنین از هزینه‌های انتقال می‌کاهد.

نانوپوشش‌های عایق بر روی بسته‌بندی‌های معمول می‌تواند خواص منحصر به فردی به آن بدهد.

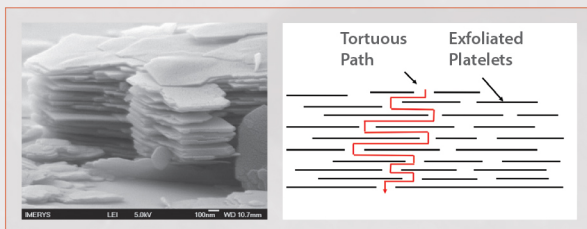
لایه‌های بسیار نازک نانومتری آب‌گریز می‌تواند کاغذ معمولی را تبدیل به مانعی بسیار خوب در

برابر رطوبت و هوا کند [۲]. پوشش‌های ایجاد شده می‌توانند حاوی نانوصفحات خاک رس (کلی) باشند تا در برابر نفوذ آب، روغن و هوا مقاومت بالایی بدست آورند [۲]. اضافه کردن نانوصفحات خاک رس باعث افزایش کیفیت حرارتی و پایداری پوشش می‌شود. اضافه کردن تنها ۳ درصد وزنی از این مواد می‌تواند عبور رطوبت را تا 38 g/day.m^2 کاهش دهد [۸]. این مواد علاوه بر افزایش استحکام و خواص مکانیکی به دلیل قیمت بسیار کم در مقایسه با پلیمرها می‌توانند کاهش زیادی در هزینه‌ها ایجاد کنند. مانعی که این صفحات ایجاد می‌کنند می‌تواند در برابر عبور گازها و ترکیبات آروماتیک و اکسیژن نیز مقاومت کرده و کیفیت خود را بدون محدودیت زمان حفظ کند.



شکل ۳. ساختار فشرده‌ای از نانوفیبرهای سلولزی استحکام بالایی ایجاد می‌کنند [۳]

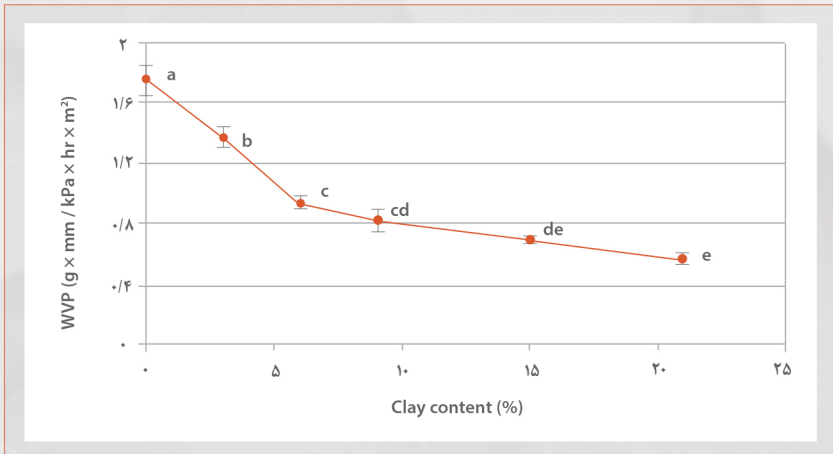
شکل ۴. نانوصفحات خاک رس می‌توانند با افزایش مسیر انتقال، نفوذ رطوبت را به حداقل ممکن برسانند [۹]



این نانوصفحات برای جلوگیری از نفوذ اکسیژن نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌تواند در ساخت تایر خودروها نیز کاربرد داشته باشد. نحوه اعمال این نانومواد اعمال پوششی از این مواد بر روی بسته‌بندی‌هایی از جنس پلی‌پروپیلن، پلی‌استر و نایلون می‌باشد. همچنین از روش‌های اکستروژن^۲ و تزریق قالب^۳ نیز برای ساخت نانو کامپوزیت‌های آن استفاده شده است.



شکل ۵. پوشش نانوفیبری دارای نانوصفحات خاک رس بر روی کاغذ [۳]

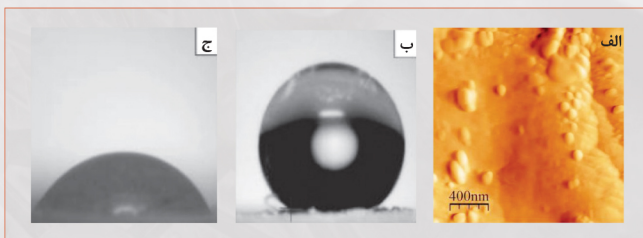


شکل ۶. افزایش خاک رس تا ۲۰ درصد وزنی می‌تواند بیشترین میزان کاهش در انتقال رطوبت را باعث شود [۶]

افزایش نانوصفحات خاک رس به زمینه نشاسته نشان داده است نه تنها نفوذ رطوبت کاهش پیدا می‌کند، بلکه استحکام زمینه نیز افزایش پیدا می‌کند [۶].

افزایش استحکام مدول یانگ پلیمرها تا ۵ برابر دیده شده است [۹]. تولیدات صنعتی بر پایه نانوصفحات خاک رس به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: ۱. معمولی ۲. تقویت‌شده. محصولات معمولی دارای ۲ تا ۴ درصد نانوصفحات خاک رس بوده و دو برابر محافظ بهتری در برابر گاز اکسیژن و رطوبت آب می‌باشند. در حالی که محصولات تقویت‌شده دو برابر محافظ بهتری در برابر گاز دی‌اکسید کربن می‌باشند [۱۱].

نانوذرات اکسید تیتانیوم دارای خاصیت آب‌گریزی می‌باشند. با اضافه کردن پوشش آب‌گریز بر روی بسته‌بندی‌ها علاوه بر اینکه مولکول‌های آب از سطح پوشش دفع می‌گردند، خاصیت خودتمیز شوندگی پوشش موجب افزایش بهداشت بسته‌بندی به خصوص در بسته‌بندی مواد دارویی می‌شود.



شکل ۷. الف) نانوذرات روی سطح بسته‌بندی، ب) قطرات آب بر روی سطح فوق آب‌گریز شده توسط نانوذرات به صورت کروی در آمده و سطح بسته‌بندی را خیس نمی‌کنند، ج) شکل قطره آب بر روی سطح بدون نانوذرات آب‌گریز [۴]

مانع گاز و رطوبت می‌تواند توسط لایه نازکی با ضخامت ۱۰ تا ۳۰ نانومتر از نانومواد زیر نیز ایجاد شود.

■ آلومینیوم

■ SiO_2 (آب‌دوست عایق رطوبت معمولی)

■ Al_2O_3 (عایق بهتری است)

■ Al_2O_3 -OxyNitrate عایق بسیار خوب



نانوذرات مختلف در صورتی که به رنگ اضافه شوند، می‌توانند پوششی مناسب ایجاد کنند که مقاومت پوشش را نه تنها در برابر رطوبت بلکه در برابر رشد باکتری، قارچ و کپک، نفوذ پرتوهای فرابنفش و عبور انرژی حرارتی افزایش دهند. این محصولات در صورتی که پایه سیمانی باشند، تنفس بتن را حفظ کرده و هیچگاه طبله و ورقه نمی‌شوند و در مقابل ایجاد درز و ترک تا حد قابل ملاحظه‌ای مقاومت دارند.

خاصیت آب‌گریزی این رنگ‌ها، می‌تواند موجب خودتمیز شوندگی سطوح شده و از یخ‌زدگی و فروپاشی مصالح جلوگیری می‌کند. نانوذرات سیلیس موجود در این گونه رنگ‌ها ساختاری سخت و با دوام ایجاد می‌کنند که می‌تواند جایگزین مناسبی برای رنگ‌های مرسوم در نما و انواع کینتکس و پوشش‌های رزین دار و همچنین ایزوگام و قیرگونی باشد. نحوه اعمال این پوشش‌ها با قلم‌مو، فرچه، غلتک و اسپری بوده و بر روی تمامی سطوح از قبیل سنگ، آجر، گچ و سیمان قابل اعمال است.



شکل ۸. سطوح عایق کاری شده با رنگ‌های عایق رطوبت.

محصولات خارجی

محصولات مختلفی در زمینه‌ی عایق‌های رطوبتی وجود دارد. برخی از این محصولات در جدول زیر آورده شده است.

نام محصول	نوع محصول
Nano-Encap	درزگیر ضد میکروب و عایق رطوبت
میکرو آمولسیون ۳۰۰۱	عایق رطوبتی بتن
Hycrete	عایق رطوبتی بتن
Nanoprotect CS	عایق رطوبتی بتن

استفاده از این محصولات مزایای زیادی به دنبال دارد. این محصولات می‌توانند از سنگ، چوب و سایر



مواد متخلخل در برابر رطوبت محافظت کنند. این محصولات در صورت اعمال شدن بر روی چوب و کاغذ می‌توانند آن را تمیزتر از حالت عادی نشان داده و هرگونه رطوبتی که در ماده است را در زمان استفاده خارج کنند. این مواد را می‌توان در حال ساخت بتن به آن اضافه و یا بعداً روی آن اعمال کرد. این محصولات بتنی مقاوم در برابر نمک، یخزدگی، خزه، باکتری و قارچ ایجاد می‌کنند و عاری از مواد مضر برای

بدن هستند و می‌توانند در هر شرایطی استفاده شوند. این بتن‌ها کمتر از ۱ درصد جذب رطوبت از خود نشان می‌دهند. همچنین از این محصولات می‌توان جهت پوشش سطوح فولادی استفاده کرد. این محصولات در حفرات فولاد جوانه‌هایی ایجاد کرده و با پر کردن آن‌ها از جذب رطوبت جلوگیری می‌کنند.

بطور کلی با استفاده از این محصولات، مواد در برابر هرگونه روغن، آب و آلودگی حفظ می‌شوند و سطوحی زیبا با عمر طولانی ایجاد می‌کنند.

شرکت‌های فعال داخلی در زمینه عایق‌های رطوبتی مبتنی بر فناوری نانو:

اطلاعات تماس	نام شرکت
www.tooppaint.com	شرکت رنگ توپ
www.nilifam.com	نیلی فام ری
www.nanoisola.com	ناتوفن
www.z-ab.ir	Z-AB - زداب
www.nanoisomix.org	نانوایزومیکس
www.nano-p-toos.com	نانو پوشش طوس
www.nanoayeghvatan.blogfa.com	نانو عایق نوین وطن
www.istgah.com	مچالیان
www.caspianmaharab.com	کاسپین محراب

بازار عایق‌ها

به دلیل افزایش ساخت‌وساز و گسترش صنایع، انتظار می‌رود تقاضا در خصوص استفاده از مواد عایق در چند سال آینده رشد چشمگیری داشته باشد، بازار جهانی نانو پوشش‌های جدید شامل عایق‌های حرارتی



و رطوبتی از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴ رشد بیش از ۷ درصدی داشته است و در سال ۲۰۱۴ به بیش از ۱۵/۴ میلیارد دلار رسیده است. بر اساس پیش‌بینی کارشناسان، تقاضای سرمایه‌گذاری‌های عمومی و خصوصی در ساختمان‌سازی منجر به رشد جهانی بخش عایق در سال‌های آینده خواهد شد، به‌طوری که در سال ۲۰۱۷ در امریکا این مقدار به بیش از ۱۰ میلیارد دلار برسد [۱۲].

مجموعه نرم‌افزارهای «نانو و صنعت»



مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم‌افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است. تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع «نفت»، «خودرو»، «نساجی»، «ساخت‌وساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹ - www.nanosun.ir

پی‌نوشت‌ها

- 1 Polyurethane
- 2 Volatile organic compounds
- 3 Extrusion
- 4 Injection molding

مراجع

- 1 en.wikipedia.org/wiki/Vapor_barrier
- 2 Yulin Deng, Art Ragauskas, "Green Nanocellulosic Barriers" a report from Georgia institute of technology, april 2012.
- 3 J. Lee, Y. Deng, "The Morphology and Mechanism Properties of Ice-Templated Cellulose Microfibril Porous Foams", Soft Matter, (2011) 7, 6034.
- 4 Stanssens, D., H. Van den Abbee, et al "Creating water-repellent and super-hydrophobic cellulose substrates by deposition of organic nanoparticles." Materials Letters. (2011) 65(12): 1781-1784.
- 5 Milton T. Nettle, Oladiran Fasina, "A Study of Barrier Properties of LDPE Nanocomposite Films Under Extreme Environmental Conditions" Proceedings of ANTEC 2005, Annual Technical Conference (Boston, MA, 1-5 May 2005).
- 6 Xiaozhi Tang, Sajid Alavi, and Thomas J. Herald, "Barrier and Mechanical Properties of Starch-Clay Nanocomposite Films" Cereal Chem. 85(3):433-439
- 7 Harris A. Goldberg, Laxmi Samantara, David Rigie, Carrie A. Feeney, and Michele Farrell "Moisture-barrier properties of water-based nanocomposite coatings" society of plastic engineering, 10.1002/spepro.003644.
- 8 R. I. Quintero, M. J. Galotto, A. Guarda, F. Rodriguez "Mechanical, Thermal And Water Vapor Barrier Properties Of Nanocomposite Films Based On Cellulose Acetate Butyrate" international conference on food innovation, (2010) 25-29.
- 9 Peter Maul, "Fillers, Pigments and Additives for Plastics in Packaging Applications", Pira International Conference, Brussels, Belgium December 5-6, 2005.
- 10 US Patent # 5,021,515, issued June 4, 1991
- 11 US Patent # 6,232,388, issued May 1, 2001.
- 12 www.nanowerk.com



- نماهای کامپوزیتی نانویی
- کاربرد پوشش‌های نانو در لوله‌های آب گرم
- ظروف آشپزخانه با پوشش نانویی
- تکمیل ضد آتش و دیرسوزی منسوجات
- نانوذرات لیپیدی، سامانه‌ای جدید برای دارورسانی
- نانومیسل‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- نانوبلورهای دارویی فرمولاسیون جدید داروهای کم‌محلول
- نقش فناوری نانو در توسعه بچ‌های پوستی
- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در صنعت نساجی
- بهره‌گیری از جاذب‌های نانو بر پایه آئروژل‌ها در حذف آلاینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌استاتیک
- داروهای متصل شده به پادتن
- تصفیه آب با استفاده از غشاء پلیمری نانوفیلتراسیون
- نانو حسگرها جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی متداول
- خون (تعیین میزان قند، چربی و...)
- نانو کامپوزیت‌های زیست تخریب پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های خود تمیز شونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های ضدخش
- فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌باکتریال
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های صوتی
- افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی با استفاده از نانو کودهای بیولوژیک
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه هوا
- کاربرد فناوری نانو در بتن‌های سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتن
- نانولیبوزوم‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- کاربردهای فناوری نانو در محیط‌های بیمارستانی
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

۰۲۱-۶۳۱۰۰

تلفن:

۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

نمبر:

www.nano.ir

پایگاه اینترنتی:

۱۴۵۶۵-۳۴۴

سندوق پستی:

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهر ویژن

نظارت: داود قرابلو

report@nano.ir

تهیه‌کننده: شرکت توسعه نانوفناوری افشار

civil@nano.ir