



جلسه دوازدهم - بخش دوم رنگدانه ها با کاربردهای خاص



- در حوزه به رنگدانه هایی با کاربرد های خاص می رسمیم که مهم ترین کاربرد ها عبارتند از:
- رنگدانه های ضد خوردگی
- ضد حریق
- ضدخش
- ضد پرتو فرا بنفش
- آنتی باکتریال
- رنگدانه محافظ الکترومغناطیس
- آنتی استاتیک
- پوشش های آبگریز



رنگدانه آنتی باکتریال

- ◇ یکی از بزرگترین و مهمترین عوامل انتشار و انتقال بیماریها، سطوح دیوارها کف ساختمانها، مراکز تفریحی و عمومی و سطوح تجهیزات مورد استفاده عموم است.
- ◇ امروزه در کشورهای پیشرفته دنیا استفاده از پوششها و روکشهای ضد میکروب به عنوان یک امر ضروری به تمامی بخشها از جمله بیمارستانها، آشپزخانه ها، رستورانها و ... اعلام شده و در ساختمانهای در دست ساخت به عنوان امری بدیهی و لازم الاجراست.



- ◇ اگرچه در بازار فعلی حجم زیادی از انواع میکروبخشها در رنگ استفاده میشوند، اما به دلیل گرانقیمت بودن، عدم اثرگذاری آنها بر طیف وسیع میکروبها و عدم کارایی بالای آنها، پیش بینی میشود که در آینده نزدیک میکروبخشهای مبتنی بر فناوری نانو رشد و توسعه قابل توجهی یابند.
- ◇ نانوذرات اکسیدروی و نقره در رنگها بیشترین استفاده را به عنوان خواص ضد باکتری دارند.
- ◇ اما برخی دیگر از نانوذرات از جمله اکسید مس و گرافن و.... نیز موردتوجه قرار گرفته اند.



مزیت	کاربرد	نانوماده
ارزان بودن، روش ساخت آسان، سازوکارهای آنتی باکتریال چندگانه	قابلیت استفاده در اکثر محصولات آنتی باکتریال شامل رنگ ها، کف پوش ها، تجهیزات پزشکی و درمانی	نقره
دارای خاصیت آنتی باکتریالی فوتوکاتالیستی، اثرگذاری روی باکتری بتسیلیوس	به عنوان پوشش آنتی باکتریال شفاف قابلیت استفاده روی شیشه را دارد	TiO ₂
عدم تاثیرگذاری ساختار کریستالی و شکل ذرات روی فعالیت آنتی باکتریال آن	قابلیت استفاده به عنوان ماده آنتی باکتریال در برابر طیف وسیعی از باکتری ها و اسپورهای مقاوم به دمای بالا و دمای پایین	ZnO

نانوماده

کاربرد

مزیت

کند کردن و یا متوقف کردن رشد میکروارگانیسم‌ها	ایجاد اتصال به سلول‌های توموری	Fe_3O_4
به دلیل سوراخ کردن دیواره باکتری‌ها این ماده تقریباً روی تمامی انواع میکروارگانیسم‌ها مؤثر است	کاربرد به عنوان مواد آنتی باکتریالی که با تماس مستقیم سبب از بین بردن باکتری‌ها می‌شوند	نانولوله‌های کربنی



شرکت خارجی رنگ ضد میکروب

شرکت Graphenstone



**RECOMMENDED FOR
HEALTH FACILITIES**

شکل ۶. رنگ ضد میکروب حاوی یون نقره و رشته‌های گرافن

رنگ GrafClean Ag + Premium به دلیل حضور یون‌های نقره مانع از تجمع و رشد عوامل بیماری‌زا در سطح می‌شوند. علاوه بر این رنگ مذکور بدون بو است و قابلیت شست‌وشو دارد. این رنگ از فناوری منحصربه‌فرد گرافن استفاده می‌کند؛ که رشته‌های گرافن منجر به هدایت حرارتی، چقرمگی و استحکام بالاتر آن شده که هزینه‌ها را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. این شرکت مدعی است با استفاده از این رنگ، هزینه‌ها تا ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

شرکت داخلی رنگ ضد میکروب

■ شرکت رنگین نانو ساختار



مواد مورد استفاده در داخل ساختمان‌ها در صورتی که دارای محتویات مغذی برای تغذیه میکروب‌ها باشند، در حضور رطوبت می‌توانند مکان‌های اصلی برای رشد میکروب‌ها به شمار روند. پوشش دادن انواع مختلف سطوح توسط رنگ‌ها و پوشش‌های آنتی‌باکتریال می‌تواند از رشد باکتری‌ها بر روی آن‌ها جلوگیری کند. با رشد جمعیت جهان و گسترش بیماری‌ها، شمار میکروارگانیسم‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها افزایش

می‌یابد و عفونت‌ها نیز از طریق این میکروارگانیسم‌ها اتفاق می‌افتند. یون‌های نقره و ترکیبات آن برای طیف وسیعی از باکتری‌ها بسیار کشنده هستند. تا به حال گزارش خاصی مبنی بر سمیت آن‌ها ارائه نشده است؛ آن‌چنانکه استفاده از نقره در اشکال مختلف یک روش رایج برای محافظت در مقابل باکتری‌هاست. افزودن نقره و اکسیدروی به رنگ‌ها باعث ایجاد خواص آنتی‌باکتریال در آن‌ها می‌شود.

مشکلات امواج الکترو مغناطیس - رنگدانه محافظ در برابر امواج الکترومغناطیس

در طول چند دهه گذشته، به دلیل رشد گسترده الکترونیک و تجهیزات الکترونیکی، ارتباطات راه دور و استفاده از سیستم‌های کنترل در صنایع مختلفی چون هوافضا، سیستم‌های دفاعی، تجهیزات پزشکی و غیره، افزایش کاربرد سیستم‌های الکترومغناطیس و محدوده فرکانسی به کار رفته به طور چشمگیری افزایش یافته است. امواج الکترومغناطیس محدوده وسیعی از امواج رادیویی با انرژی کم تا پرتوهای پرنرژی گاما را شامل می‌شوند و قرار گرفتن طولانی مدت در معرض این امواج مشکلات جدی برای سلامت جسمانی انسان به وجود می‌آورد. همچنین به دلیل گسترده‌گی استفاده از ابزارهای الکترونیکی در زندگی روزمره تداخل امواج الکترومغناطیس نیز همواره مسئله‌ای قابل توجه بوده و یکی از آلودگی‌های مهم زندگی کنونی بشر به شمار می‌رود. به همین دلیل محققان از دیرباز به دنبال یافتن روش‌های موثر و کارآمد به منظور کاهش اثرات مضر این امواج بوده‌اند، اما مشکلاتی نظیر اثربخشی نسبتاً کم مواد محافظ، هزینه بالا و نیز فرایند ساخت پیچیده این مواد همواره پیش رو بوده است.



مکانیزم حفاظت تداخل الکترومغناطیس در پوشش ها

مکانیزم حفاظت تداخل الکترومغناطیس

به طور کلی عملکرد مواد در میدان های الکترومغناطیس، به وسیله جابه جایی الکترون های آزاد و حرکت های اتمی آنها در میدان مغناطیسی تعیین می شود. سازو کار اصلی حفاظت الکترومغناطیس، شامل تولید میدان مغناطیسی مخالف با میدان مغناطیسی برخوردی و در نتیجه اتلاف انرژی در محیط محافظ و تضعیف امواج ورودی است (شکل ۱). در استفاده از مواد نانو مقیاس، این حفاظت به دلیل رسانایی بالای نانو کامپوزیت ها بسیار موثرتر از مواد محافظ دیگر است.

» شکل ۱. مکانیزم حفاظت الکترومغناطیس (EMI)، با عبور امواج عبوری از پوشش محافظ شدت امواج خروجی به میزان قابل توجهی کاهش می یابد [۱].



فناوری نانو و رنگ‌های محافظ^۲ در تداخل الکترومغناطیسی

در طول دهه گذشته فناوری نانو و دست‌یابی به مواد نانو مقیاس با ویژگی‌ها و عملکردهای منحصر به فرد، افق نویدبخشی در زمینه استفاده از رنگ‌های محافظ الکترومغناطیس برای محققان گشوده است. اساساً نانو مواد گامی نوین در تکامل استفاده از مواد محافظ در برابر اشعه و تداخل الکترومغناطیسی به شمار می‌روند. عمدتاً اثر بخشی حفاظت الکترومغناطیسی یک ماده کامپوزیتی به هدایت ذاتی ماده محافظ و ضریب گذردهی الکتریکی آن

بستگی دارد. در این میان استفاده از نانو موادی نظیر نانوفیبرهای کربنی و لایه‌های گرافیت به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد حرارتی، الکتریکی، مکانیکی و فیزیکی برای استفاده در کامپوزیت‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته است. قطر کوچک، نسبت ابعادی بالا، رسانش زیاد و استحکام مکانیکی بالای نانولوله‌های کربنی این مواد را به عنوان یک انتخاب عالی برای بکارگیری در کاربردهای حفاظت تداخل الکترومغناطیس با درصدهای وزنی کم و عمکرد بالا مبدل ساخته است. نانولوله کربن تک دیواره^۳، چند دیواره^۴ و گرافن (شکل ۲)، دارای کاربرد ویژه‌ای در کامپوزیت‌های مورد استفاده در رنگ‌های حفاظت الکترومغناطیسی هستند.

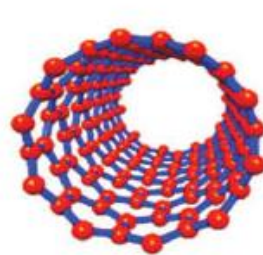
گذردهی را می‌توان میزان قطبیت‌پذیری یک ماده دانست.

اگر ماده ای گذردهی بالاتری نسبت به یک ماده دیگر داشته باشد، در میدان الکتریکی یکسان، می‌تواند بار الکتریکی بیشتری در خود ذخیره کند.

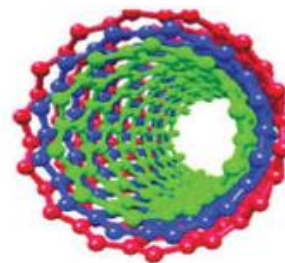
مهم ترین رزین برای رنگدانه محافظ در برابر امواج الکترومغناطیس

از طرفی با توجه به گستردگی و تنوع پلیمرها، اپوکسی با داشتن خصوصیات مناسبی چون مقاومت عالی در برابر خوردگی، خصوصیت چسبندگی خوب، دانسیته کم و قیمت ارزان عمدتاً جز اصلی نانو کامپوزیت‌های محافظ به شمار می‌رود. در زیر به برخی از نتایج تحقیقات در زمینه کاربرد نانو کامپوزیت‌های محافظ اشاره شده است.

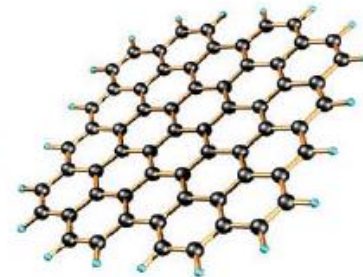
» شکل ۲. شمایی از
نانولوله‌های کربنی تک
دیواره، چند دیواره و
گرافن



SWCNT



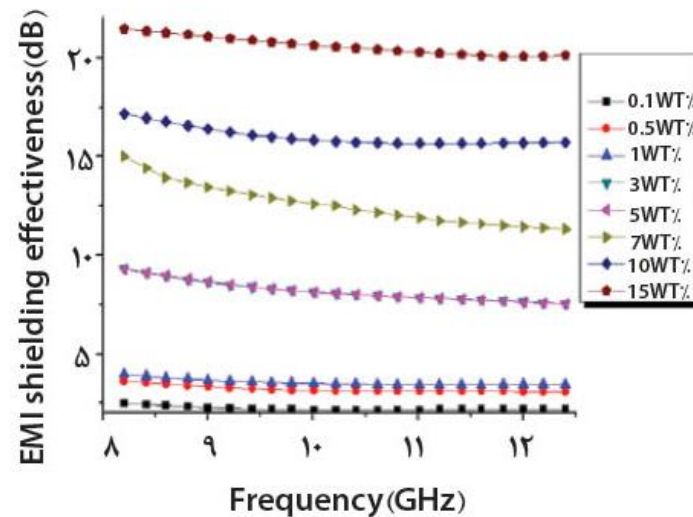
MWCNT



Graphene

نانو کامپوزیت اپوکسی - گرافن

گرافن نیز از جمله موادی است که به دلیل ویژگی های منحصر به فرد کاندید مناسبی برای حفاظت EMI به شمار می رود. گرافن حتی در درصدهای وزنی پایین تاثیر بسزایی در بهبود خواص حفاظتی کامپوزیت دارد. با توجه به شکل ۵ مشاهده می شود که اثر بخشی حفاظت الکترومغناطیس با افزایش مقدار نانو ماده افزایش یافته و برای همه محدوده های فرکانسی روند مطلوبی دارد. میزان اثر بخشی حفاظت به ازای ۱۵٪ وزنی گرافن (۸/۸ حجمی) ۲۱ دسیبل به دست آمده است



» شکل ۵. روند

اثر بخشی حفاظت EMI

به ازای درصدهای وزنی

مختلف گرافن در نانو

کامپوزیت اپوکسی -

گرافن

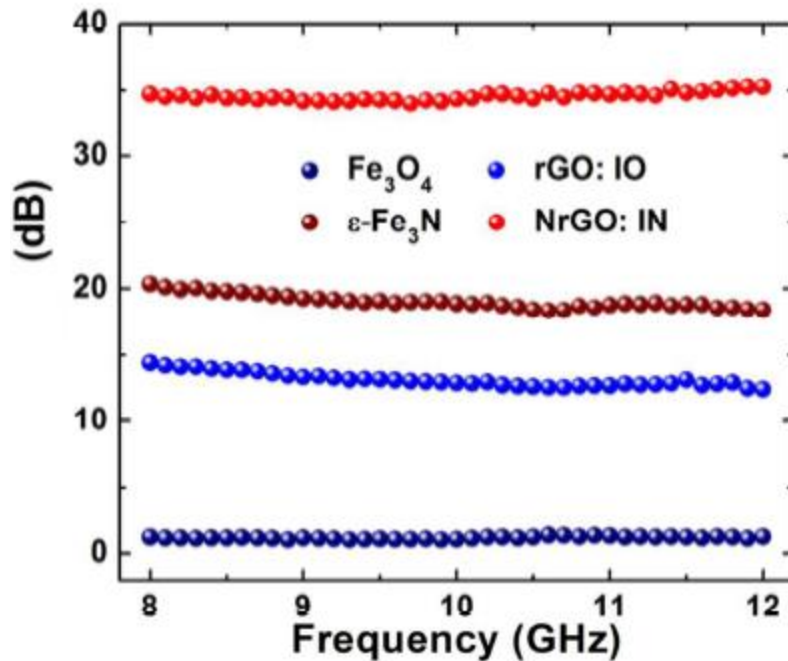
به طور کلی بهترین روش برای اعمال نانو کامپوزیت های پلیمر - کربن، رنگ و اسپری کردن این محلول بر روی سازه های مورد نظر است. در صورت مناسب بودن ویسکوزیته و غلظت محلول، پوشش یکنواختی روی سازه تشکیل می شود که اثر بخشی مورد نیاز را تامین می کند. استفاده از این رنگ ها با قیمت بسیار کمتر و سازگارتر در محافظت از سازه های زمینی، هوانوردی، تجهیزات پزشکی و سیستم های فضایی و ماهواره ها قابل استفاده است.



شکل ۶. اعمال پوشش های حفاظت الکترومغناطیسی به صورت رنگ یا اسپری کردن بر روی سطوح مورد نظر

استفاده از مواد نانو هیبرید برای تقویت خاصیت تداخل الکترومغناطیسی

- برای تقویت خاصیت تداخل الکترومغناطیسی نانو پوشش ها می توان از نانو مواد هیبریدی استفاده کرد.
- استفاده از نانو مواد هیبریدی که با ترکیب شدن مواد کربنی نانو ساختار با اجزای مغناطیسی نظیر آهن و نیکل تولید می شوند، می توانند به طور موثر در رنگ های محافظ مورد استفاده قرار گیرد.



Reduced graphene oxide- Fe_3O_4 nanocomposite (rGO:IO)	Fe_3O_4 wt% : 50 D : 38 nm	rGO wt% : 50
Nitrogen doped rGO- $\epsilon\text{-Fe}_3\text{N}$ nanocomposite (NrGO:IN)	$\epsilon\text{-Fe}_3\text{N}$ wt% : 50 D : 150 nm	NrGO wt% : 50

رنگدانه های آنتی استاتیک مقدمه

- برای جلوگیری از تجمع الکتریسیته ساکن در ساختمان، به ماده ای رسانا جهت تخلیه بار نیازمندیم. یکی از راه های معمول و قابل مشاهده برای تخلیه بار استفاده از سیم های ارت است.
- روشهای دیگر کنترل الکتریسیته ساکن ساخت پوششهایی مانند رنگ از طریق اضافه کردن مواد رنگدانه و پلیمرهای رسانا و ایجاد خاصیت آنتی استاتیک است.
- رنگهای آنتی استاتیک می توانند در هر جایی مورد استفاده قرار گیرند. کاربردهای صنعتی این رنگها در ادامه به اختصار بیان میشود



اهمیت رنگ های الکترو استاتیک

- صنعت تولید دیسکهای سخت که یکی از مراکز مهم در مصرف رنگهای آنتی استاتیک در محیطهای اتاق کاملاً تمیز است که قطعات کاملاً حساس به ثبت در آنجا وجود دارد. در اینجا حتی ایجاد کوچکترین مقدار از الکتريسيته میتواند هزاران قطعه را در یک لحظه تخریب کند.
- پالایشگاههای بزرگ که در آنها نفت خام به فرآورده های نفتی تبدیل میگردد، به شدت به استفاده از رنگهای آنتی استاتیک در تمام محیط نیازمند هستند. حتی کوچکترین جرقه ایجاد شده به وسیله الکتريسيته ساکن میتواند فاجعه بدی را در محیطهای پر از بخارات به شدت آتشگیر نفتی ایجاد کند.
- از دیگر موارد کاربرد صنعتی گسترده رنگهای آنتی استاتیک میتوان محیطهای تولید دارو، نگهداری مواد اولیه و انبارهای نگهداری دارو را نام برد.
- مراکز تولید نیمه هادیها که کنترل الکتريسيته ساکن در سراسر کف بخش تولید ضروری است.



جدول ۲. مواد افزودنی نانو جهت ایجاد خاصیت رسانایی و آنتی استاتیک

نام نانوذره	توضیحات
نانولوله کربن و فولرین	انتقال بار الکتریکی و ممانعت از تجمع آن در سطح، عامل ایجاد رسانایی در پوشش
گرافن	انتقال بار الکتریکی و ممانعت از تجمع آن در سطح، عامل ایجاد رسانایی در پوشش



شکل ۵. رنگ آنتی استاتیک بر پایه گرافن بانام تجاری گرافنانو.

پوشش های آبگریز

- وجود رطوبت و نشت آب به زیرساختهای مختلف قطعات ساختمانی و صنعتی مسئله ای شناخته شده است. آب و رطوبت در صنایع مختلفی مانند صنعت ساختمان، صنایع دریایی و... میتواند مشکل ساز باشد: برخی مشکلات عبارتند از:
- **در مصالح ساختمانی، نشت آب به علت خلل و فرج داخلی و ترکهای ریز، مسئله ای شناخته شده ای می باشد.** بیشتر مصالح ساختمانی مانند گچ، بتن و سیمان دارای تخلخلهای بسیار ریز و گروهای هیدروکسیل در سطح خود هستند. این گروهای هیدروکسیل به خاطر شباهت با ساختار آب و ویژگی آبدوستی جاذب آب بوده، بنابراین به راحتی خیس شده و آب در سطح آنها نفوذ میکند. بنابراین به منظور جلوگیری از رشد ترکها، پوسته شدن سطوح رنگ و گچ، ایجاد کبک و قارچ در اثر رطوبت و... آبگریز کردن این سطوح دارای اهمیت ویژه ای است.
- **خوردگی سطوح فلزی و فولادی به ویژه در نواحی ساحلی و جلوگیری از تضعیف مقاومت مصالح ساختمانی بتنی، مسئله مهم دیگری است که در ضد آب سازی به آن پرداخته میشود.**
- یکی دیگر از کاربردهای مهم سطوح آبگریز استفاده از آنها به **عنوان ضد یخ است.** در مناطق سردسیر یخ در سطح جامدات رسوب میکند و باعث افت خواص مکانیکی سیستمهای جامد میشود. سطوح آبگریز با مقدار انرژی سطحی پایین خود مانع ایجاد یخ زدگی بر روی سطوح میشوند





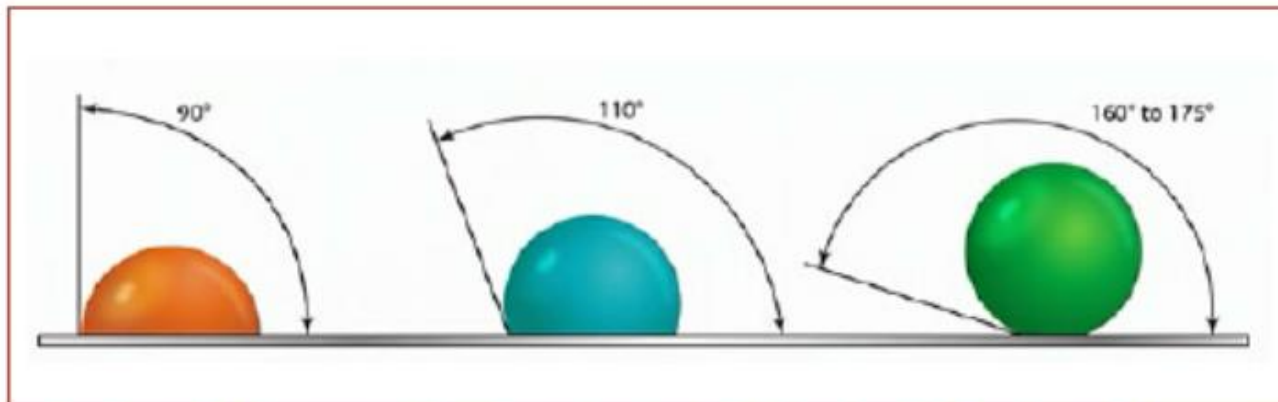
شکل ۱. نمونه‌های از بروز مشکلات در مصالح ساختمانی به دلیل وجود آب و رطوبت



شکل ۲. محافظت سیستم‌های دریافت و ارسال امواج ماهواره‌ای با رنگ‌های ضدآب، نسبت برف نشسته شده بر روی سطح پوشش داده شده با رنگ ضدآب (ب) در مقایسه با سطح پوشش داده نشده بسیار ناچیز است [۱].

■ تعریف سطوح آبگریز:

یکی از عوامل تعیین کننده در میزان ترشوندگی^۱ یک سطح، زاویه تماسی مایع با آن است. زاویه تماس برای یک مایع (قطره)، در فصل مشترک فاز جامد و مایع، در محل تماس قطره مایع با سطح جامد تشکیل می شود. هرچه زاویه تماس به صفر نزدیک تر باشد ترشوندگی بیشتر و با افزایش زاویه تماس میزان ترشوندگی سطح کاهش می یابد.

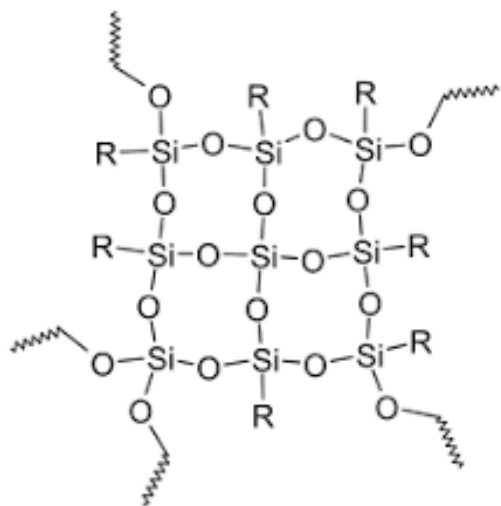


زاویه تماس یک قطره با سطح آبگریز: برای زاویه بزرگتر از ۹۰ درجه سطح آبگریز و برای زاویه

تماس بیشتر از ۱۵۰ درجه باشد، سطح فوق آبگریز نامیده می شود

استفاده از مواد غیر نانو- استفاده از پلیمر های حاوی سیلیکون و فلوئورین جهت آبگریزی بیشتر

اصولاً در رنگ های آب گریز از ترکیبات حاوی عناصر سیلیکون، مانند پلی اورگانوسیلیکان، اپوکسی پلی سیلوکسان و پلیمرهای حاوی فلوئورین استفاده می شود. زاویه تماسی که در اثر استفاده از این رنگ های آب گریز ایجاد می شود کمتر از ۹۰ درجه است.



استفاده از فناوری نانو در رنگ های آبگریز

در اینجا است که استفاده از فناوری نانو در رنگ های آبگریز می تواند راه گشا باشد، تا بتوان به رنگ فوق آبگریز و با خواص مطلوب دست یافت . استفاده از افزودنی های نانومتری به منظور افزایش زبری سطح و در نتیجه افزایش زاویه تماس، دلیل استفاده از نانوذرات با خاصیت آبگریز (مانند نانوذرات سیلیکا) در رنگ است. عموماً در رنگ های فوق آبگریز نانو از نانوکامپوزیت های آلی- معدنی در رنگ استفاده می شود. به عنوان مثال در نمونه ای از رنگ های آبگریز مبتنی بر فناوری نانو از نانوکامپوزیت های آلی- معدنی (نانوکامپوزیت آکریلیک- سیلیکا) در رنگ استفاده شده است، اندازه ذرات سیلیکا استفاده شده حدود ۱۵ تا ۳۰ نانومتر و اندازه نانوکامپوزیت تشکیل شده زیر ۲۰۰ نانومتر است





شکل ۷. نمونه‌های کاربردی رنگ‌های آب‌گریز نانویی در سطوح متفاوت

فیلمی از آبگیریزی سطوح

- <https://youtu.be/Bff4UdLJyk0>

کاربردهای پوشش‌ها و رنگ‌های ضد آب مبتنی بر فناوری نانو

■ استخر، سونا و جگوزی	■ برج‌های خنک کننده
■ آثار گلی، کاشی و سفال‌ها	■ تصفیه خانه فاضلاب
■ سنگ‌های طبیعی و مصنوعی	■ تراورس‌های خط آهن
■ آجرهای بدون حفاظ	■ تونل‌ها
■ سطوح چوبی	■ باراندازها
■ ستون‌های دریایی	■ کارخانه‌های کشتی‌سازی

نام شرکت	محصول	پایگاه اینترنتی
نانوپوشش نوین البرز	پوشش‌های ضد آب	www.n-alborz.ir
شرکت نانوپوشش طوس	نانوآیکوسیل	www.nano-p-toos.com
شرکت نانو پارسه	پوشش‌های محافظ آب‌گریز در سطوح مختلف	www.nanoparse.com
Nanotech	پوشش‌های آب‌گریز	www.nanotechcoatings.com
ESU high-tech	رنگ و پوشش‌های آب‌گریز	www.alibaba.com
NTT AT	رنگ‌های آب‌گریز	www.hirecpaint.com