

شیشه‌های مدرن در صنعت خودروسازی

مهندس مهناز کرباسی - دانشگاه علوم و تحقیقات - دانشکده‌ی مهندسی مواد

مهندس مصطفی پهلوانی - دانشگاه علم و صنعت ایران - دانشکده‌ی مهندسی خودرو

شیشه‌های کم‌گسیل

با توجه به اثرات مخربی که مصرف بی‌رویه انرژی در آلوده‌سازی محیط زیست کره زمین به‌وجود آورده است و همچنین در پی بحران انرژی در سال ۱۹۷۰ موضوع صرفه‌جویی انرژی، یکی از مسائل بسیار مهم و حیاتی محسوب می‌شود. مشکل عمده در مورد شیشه، اتلاف گرما از سطح شیشه‌ها می‌باشد که نتیجه آن، اتلاف بسیار زیاد هزینه و انرژی است. در سال ۱۹۸۰ توسعه تجاری پوشش‌های شفاف نازک با انعکاس کم، خط مشی صرفه‌جویی را در پنجره‌ها به طور چشم‌گیر دگرگون کرد پوشش‌های کم‌گسیل در درون واحدهای شیشه‌ای عایق‌کننده جایگذاری شدند.

مکانیزم عمده در انتقال حرارت از طریق شیشه، تشعشع است و ضریب تشعشع شیشه معمولی $0/84$ می‌باشد که با ایجاد لایه‌های نازک بر روی سطح شیشه می‌توان تا $0/2$ آن را کاهش داد. این در حالی است که با دوجداره کردن شیشه فقط تا حدی جلوی انتقال حرارت به‌روش هدایت گرفته می‌شود و بدون استفاده از پوشش‌های کم‌گسیل در ساختار شیشه دوجداره نمی‌توان ادعا کرد که جلوی انتقال حرارت و تلفات ناشی از نور خورشید گرفته خواهد شد.

شیشه‌های کم‌گسیل اجازه عبور درصد بالایی از طیف مرئی را می‌دهند، در حالی که طیف فرابنفش و فرو سرخ را تا حد بالایی منعکس می‌کنند. شیشه کم‌گسیل می‌بایست بتواند طیف فرورسرخ که طول موج آن کمتر از 400 نانومتر و همچنین طیف فرابنفش، که طول موج آن بیشتر از 800 نانومتر می‌باشد را به طور کامل و یا بخشی از آن را جذب نماید و محدوده روشنایی که مورد نیاز برای بینایی انسان می‌باشد و طول موج آن مابین 400 تا 800 نانومتر است را کاملاً عبور دهد. در شیشه‌های معمولی اشعه فرابنفش در مقیاس متوسط 80% و اشعه فرورسرخ در مقیاس 60% از جداره شیشه عبور می‌نماید که مطلوب نمی‌باشد، چرا

که، عبور اشعه فرورسرخ باعث گرم شدن داخل کابین خودرو و عبور اشعه فرابنفش باعث فرسودگی زودرس مبلمان و اثاثیه داخل کابین خودرو و همچنین آسیب رساندن به سلامت سرنشینان خودرو می‌گردد. اما در شیشه‌های کم گسیل اشعه فرابنفش را در مقیاس متوسط ۴۰٪ (نصف شیشه معمولی خودرو) و اشعه فرورسرخ را در مقیاس متوسط ۲۰٪ (یک‌سوم شیشه معمولی خودرو) از خود عبور می‌دهد، که این امر، کاهش مصرف سوخت و همچنین کاهش تولید دی‌اکسید کربن را نیز نتیجه می‌دهد.

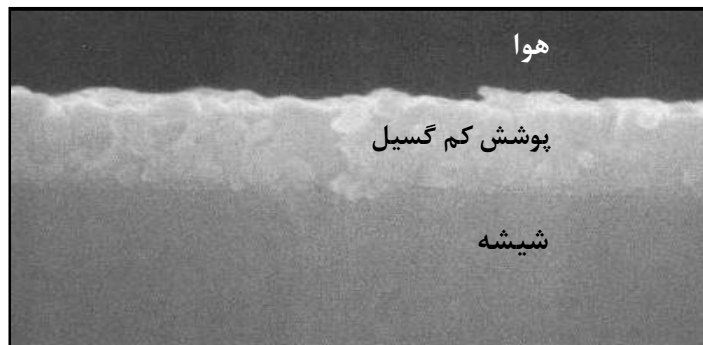


شکل ۱ - عبور نور مرئی و انعکاس نور مادون قرمز و فرابنفش

روش‌های مختلفی برای پوشش‌دهی شیشه‌های خودرو وجود دارد. از جمله مهمترین آنها شامل:

۱- پوشش‌دهی با بخار شیمیایی^۱: این روش یکی از دو تکنولوژی اساسی به کار رفته در ساخت شیشه‌های گسیل پایین (کم گسیل) است. در این پروسه بخار به سرعت به سمت سطح گرم شیشه می‌رود که به شکل یک پوشش سرامیکی روی سطح شیشه قرار می‌گیرد که این سطح سرامیکی حاصل از پوشش دارای قابلیت نشر و توانایی جذب و انعکاس گرما می‌باشد. این محصول کم گسیل، پوشش سخت نامیده می‌شود که به عنوان پیرولیت از آن نامبرده می‌شود. همچنین پوشش‌های سخت به ساختار شیشه‌های کم گسیل که از طریق پوشش‌دهی با بخار شیمیایی به وجود آمده‌اند، ارجاع داده می‌شود و چون این پوشش یک پیوند کووالانسی با شیشه برقرار می‌کند به شدت پایدار می‌باشد.

^۱ - Chemical Vapor Deposition (CVD)



شکل ۲- نمای میکروسکوپی شیشه پوشش داده شده (کم گسیل)

۲- پوشش دهی بوسیله کندوپاش مغناطیسی^۲: یکی دیگر از دو تکنولوژی مورد استفاده برای ساخت شیشه‌های کم گسیل، این نوع پوشش دهی است. نتیجه تولید این نوع پوشش کم گسیل، پوشش نرم نامیده می‌شود که به عنوان پاشش به روش پلاسما نام برده می‌شود. دوام کمتر آن‌ها نسبت به پوشش‌های سخت ایجاب می‌کند، که به طور مخصوص نگهداری و حمل و نقل شوند. پوشش کم گسیل به روش کندوپاش مغناطیسی یک پوشش گذاری نرم محسوب می‌شود در حالیکه پوشش گذاری با بخار شیمیایی یک پوشش گذاری سخت محسوب می‌شود و قابل استفاده در شیشه اتومبیل است.

شیشه‌های کم‌گسیل شونده دارای مزایای متعددی هستند، از جمله:

- ۱- راحتی سرنشین.
- ۲- صرفه‌جویی در مصرف سوخت، در خودرو.
- ۳- کاهش آلودگی محیط زیست.
- ۴- خنثی بودن رنگ (بی رنگی): پوشش‌های چند لایه از نمایان شدن قوس رنگی جلوگیری می‌کنند.
- ۵- انتقال زیاد: اجازه عبور بیش از ۷۰٪ از طیف مرئی را می‌دهد.
- ۶- انعطاف پذیری: طبق استاندارد اصول شیشه تخت عمل می‌کند.

² - Magnetron Sputtered Vacuum Deposition (MSVD)

۷- انتخاب طیف جذبی: توانایی قابلیت جذب مقدار زیادی از طیف‌های نزدیک به طول موج طیف فروسرخ و نور مرئی را دارا می‌باشد. از داخل شدن مقداری طیف فروسرخ به داخل اتاقک جلوگیری می‌کند، بنابراین نور اتاقک را حفظ کرده بار گرمایی داخل اتاقک را کاهش می‌دهد.

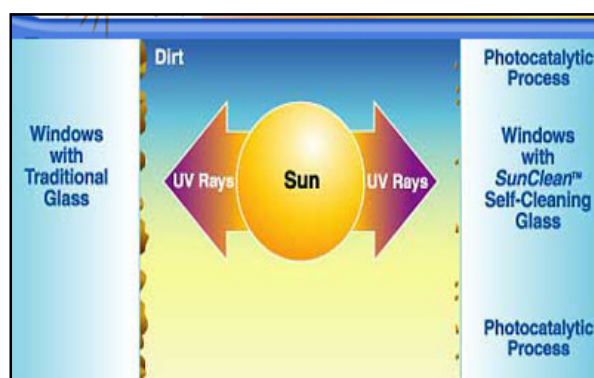
۸- همچنین عبور طیف فرابنفش را به طور موثر به منظور جلوگیری از محو شدن رنگ لباس‌ها و وسایل داخل کابین کاهش می‌دهد.

۹- شیشه‌های کم گسیل مانند شیشه‌های کم گسیل با پوشش چند لایه‌ای عایق می‌توانند در جهت تولید محصولات چند لایه‌ای به کار گرفته شوند و کارایی خوب عایقی داشته باشند.

۱۰- پوشش کم گسیل در هر شرایط آب و هوایی می‌تواند استفاده شود زیرا به‌عنوان کنترل کننده انرژی خورشیدی و کنترل کننده گرما عمل می‌کند.

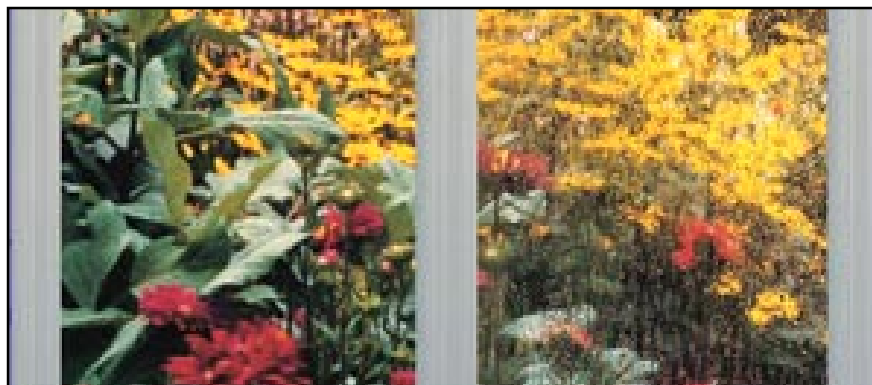
شیشه‌های خود تمیز شونده

در حالت کلی مکانیزم خود تمیز شونده‌گی شامل ۲ رفتار است: (۱) رفتار فتوکاتالیتیک، (۲) آبدوستی. تیتانیا یک ماده نیمه‌هادی است که باند ممنوعه نسبتاً وسیع (حدود ۳/۲ الکترون-ولت) دارد [۶]. وقتی یک پرتو نور با انرژی مساوی یا بالاتر از ۳/۲ الکترون-ولت به آن بتابد، الکترون از باند ظرفیت خارج شده و به باند هدایت می‌رود. بدین ترتیب یک حفره در باند ظرفیت و یک الکترون در باند هدایت ایجاد خواهد شد. در نتیجه این عمل یک جفت الکترون-حفره به وجود می‌آید.



شکل ۳- مقایسه عملکرد شیشه‌های خود تمیز شونده و معمولی مقابل آلودگی

یون‌های هیدروکسیل (OH) در داخل حفره می‌افتند و منجر به تشکیل رادیکال‌های هیدروکسیلی می‌شوند که عاملین اکسیداسیون بسیار قوی هستند.



شکل ۸ - مقایسه شیشه خودتمیز شونده (چپ) و شیشه‌های معمولی (راست) حین بارندگی

اکسید تیتانیوم در حالت عادی پودری سفید رنگ است و با فناوری عادی نمی‌توان از این پودر به عنوان پوشش روی شیشه استفاده کرد زیرا، شیشه را مات و کدر می‌کند و امکان دیدن اجسام در آن سوی شیشه دیگر ممکن نخواهد بود. اما فناوری های جدید اجازه ساخت شیشه با پوشش‌هایی با ضخامت ۱۵ نانومتر را فراهم کرده و همین باعث می‌گردد که از لحاظ ظاهری هیچ تفاوتی با شیشه‌های عادی نداشته باشد و در عین حال تفاوت عمده‌ای در عملکرد این شیشه‌ها نسبت به شیشه‌های معمولی حین بارندگی و در مقابل آلودگی وجود دارد.

شیشه‌های فتوکاتالیتیک چند کاره مثل پوشش چند لایه خود تمیز شونده کم گسیل نیز بر اساس پوشش‌دهی اکسید تیتانیوم تولید می‌شوند. مثلاً شیشه $TiO_2/TiN/TiO_2$ مخلوط از خواص خود تمیز شونده‌گی و کم گسیلی را دارا هستند. این شیشه‌ها پایداری شیمیایی و حرارتی زیادی دارند و با کنترل ریز ساختار از لایه‌های TiO_2 خارجی و با استفاده از روش سل-ژل حاصل می‌شوند.

شیشه‌های خود تمیز شونده دارای مزایای متعددی هستند، از جمله:

۱- کاملاً بی‌خطر (از اکسید تیتانیوم در کرم ضد آفتاب و غیره استفاده می‌شود).

- ۲- عدم چسبندگی آلودگی و کثافات بر روی سطوح.
 - ۳- پاک شدن گل و لای به وسیله آب باران.
 - ۴- عدم رسوب گرفتن سطوح.
 - ۵- به کار بردن این شیشه‌ها در خودرو باعث می‌شود سطح شیشه خودرو تا ۵۰۰۰۰ کیلومتر بدون برف پاک کن تمیز بماند.
 - ۶- افزایش استحکام و مقاومت شیشه در برابر خش افتادگی.
 - ۷- جلوگیری از تشکیل اثر انگشت روی شیشه.
 - ۸- تا ۲۰٪ شیشه روشن‌تر و شفاف‌تر می‌شود.
 - ۹- سطح شیشه تا ۳۰٪ یکنواخت‌تر می‌شود.
 - ۱۰- افزایش دید از طریق شیشه در شرایط نامناسب آب و هوایی.
 - ۱۱- کاهش انتقال صدا تا ۲۴٪ در مقایسه با شیشه‌های معمولی.
 - ۱۲- کاهش مقدار عبور پرتو فرا بنفش از شیشه، که در نتیجه آن از کدر شدن سطوح کنترلی و داشبرد جلوگیری می‌شود.
 - ۱۳- شیشه تا مدت زمان طولانی تمیز باقی می‌ماند.
 - ۱۴- دوام بالا.
 - ۱۵- باعث کاهش نیاز به مواد شوینده و پاک کننده و در نتیجه کاهش لطمه به محیط زیست می‌شود.
 - ۱۶- باعث کاهش باکتری‌هایی نظیر فورمالدئیدها و در نتیجه کاهش آسیب به لایه اوزون می‌شود.
- تحقیقات طولانی از اوایل دهه ۱۹۹۰ بر روی فناوری ساخت پوشش با لایه‌های نازک آغاز شد. ۵ تا ۷ سال طول کشید تا یافته‌های آزمایشگاهی تبدیل به خط تولید ساخت شیشه‌های همیشه تمیز شود و بالاخره در سال ۲۰۰۲ در دنیا به نحو گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفتند. پژوهشگران کشورمان در سال ۲۰۰۸ با بررسی پارامترهای موثر در ایجاد نانو لایه، روی شیشه موفق به تولید این نوع شیشه‌ها در صنایع مختلف از جمله صنعت خودرو شدند.