

مطالعه ای بر شیشه‌های لایه‌دار و سکوریت در خودروهای سواری

بنیامین آبکار^{۱*}، سمیرا طاهریان^۲

۱- گروه مهندسی مکانیک، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران
 ۲- گروه مهندسی مکانیک، واحد مهندسی، شرکت تولیدی صنعتی عقاب افشان (اسکانیا)، سمنان، ایران
 ۳- مدیر کنترل کیفیت، شرکت شیشه ایمنی کبیر، سمنان، ایران
 * سمنان، صندوق پستی: ۳۵۱۴۷۶۳۹۶۱، پست الکترونیکی: Abkar.benjamin@yahoo.com

چکیده

مبحث شیشه در خودرو از اهمیت فراوانی برخوردار است. همواره شیشه‌های خودرو به علت ایمنی و زیبایی مورد توجه کارخانه‌های بزرگ تولید کننده خودرو بوده است و با پیشرفت صنعت خودرو پیشرفت قابل توجهی در صنعت شیشه رخ داده است. امروزه انواع شیشه‌ها بر اساس نیاز، با کاربردهای مختلف در خودرو به کار گرفته می‌شوند. نیازهای مختلف در صنعت خودرو، صنعتگران تولید شیشه را بر آن داشت تا به سمت ساخت شیشه‌های متنوع روی آوردند برای مثال اولین شیشه‌های جلو برای خودرو، شیشه‌های معمولی بوده است که به علت شکستن سریع به هنگام تصادف و خطرات ناشی از آن برای سرنشینان، ساخت شیشه‌های نشکن واداشت تا از جراحات و صدمه دیدن سرنشینان در هنگام شکست شیشه جلوگیری نماید و پس از آن به منظور بالا بردن سطح ایمنی سرنشینان و بالا بردن سطح کیفیت و ضریب شکست شیشه‌ها به فکر ساخت و تولید شیشه‌های طلقی افتادند. اغلب از شیشه‌های طلقی به علت استحکام و امنیت بالا در قسمت جلو خودرو استفاده می‌شود و از شیشه‌های نشکن نیز به عنوان شیشه‌های جانبی و شیشه عقب خودرو استفاده می‌گردد.

کلیدواژگان

لایه‌دار، طلقی، نشکن، سکوریت، طلق پلی وینیل بوتیرال

A brief study about Laminated and Tempered glass of automotive

Benjamin abkar^{1,2*}, Samira Taherian³

1- Department of Mechanical Engineering, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran
 2- Department of Mechanical Engineering, Oghab afshan company (Scania), Semnan, Iran
 3- Manager of Quality Control, Kabir Safety Glass Company, Semnan, Iran
 * P.O.B. 3514763961 Semnan, Iran, Abkar.benjamin@yahoo.com

Abstract

Glasses are important topic in automotive manufacturing industry. Always automotive glasses because of safety and beauty are attracted attention by big automobile manufacturing companies and with development of the automotive industry, significant progress has been occurred in the glass industry. Today different types of glasses are used with various applications based on the needs. The different requests in the automotive industry, glass artisans have tried to turn into producing variety glasses. For example the first automotive front glasses were common glasses which because of rapid breakage during the accident and its dangers for passengers, unbreakable glasses have been produced to prevent passengers from smashed glass injuries. After that has been thought to produce PVB glass for raising the passenger safety, improving the quality and increase refractive index of glass. Laminated glass almost has been used in front glass of car for more safety and strength and also tempered glass has been used in order to behind and back glass.

Keywords

Laminated, Tempered, Low-E, Automotive glass, double glass

۱- مقدمه

یکی از موارد بسیار مهم در ایمنی و زیبایی خودرو، شیشه‌های خودرو می‌باشد. شیشه، مایعی می‌باشد که بسیار سرد شده است و در حرارتی پایین‌تر از نقطه انجماد آن، در حالت مایع قرار دارد و در برابر گرما و مذاب شدن رفتاری مانند انتقال شیشه از خود نشان می‌دهد. شیشه از مواد گوناگونی به دست می‌آید مانند آلیاژ فلزها، گدازه‌های یونی (یون ذوب شده)، محلول آبی و مایع‌های مولکولی. در درجه حرارت‌های بالا، شیشه مانند هر مایع دیگری رفتار می‌کند. اما با کاهش دما، گرانش آن بطور غیر عادی افزایش می‌یابد و باعث می‌شود مولکول‌ها نتوانند در آرایشی که لازمه کریستال شدن است، قرار گیرند. به این ترتیب شیشه از نظر ساختمان مولکولی مانند مایعات

نامنظم است، ولی این ساختمان غیر منظم، دیگر متحرک نیست. شیشه جسمی سخت است و همه اجسام بجز الماس‌ها را خط می‌اندازد. وزن مخصوص شیشه ۲/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب بوده و بسیار ترد و شکننده است. شیشه در مقابل تمام مواد شیمیایی حتی اسیدهای قوی و بازها مقاومت کرده و تحت تاثیر خوردندگی واقع نمی‌شود، به همین علت ظرف آزمایشگاهی را از شیشه می‌سازند. فقط اسید فلوئوریدریک (HF) بر آن اثر داشته و شیشه را در خود حل می‌نماید [۱].

خواسته اصلی از شیشه‌های خودرویی تامین دید مناسب به محیط پیرامون خودرو است. هر چند که شفافیت بدیهی ترین قابلیت شیشه است، اما حفظ شفافیت شیشه در فرآیند تولید شیشه‌های خم و ایمن خودرو کار

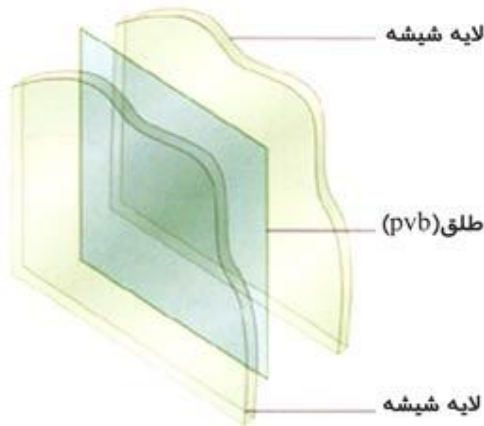
جدول ۱ انواع شیشه‌های خودروهای سواری [۸]			
نام شیشه	ترکیبات	ویژگی‌ها	محل کاربرد
نشکن	جام‌های شیشه	مقاومت بالا در مقابل دما، استحکام ۵ الی ۸ برابر شیشه-های معمولی و فاقد لبه‌های تیز و برنده پس از شکست	شیشه‌های جانبی و عقب در خودروها
طلقی	دو لایه شیشه+یک لایه طلق	مقاومت در برابر عبور اجسام، عایقی مناسب در برابر نور و صدا و عدم ریزش و پایدار ماندن پس از شکست	شیشه جلو خودرو

۳- انواع مختلف شیشه خودرو

شیشه خودروهای سواری به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول شیشه‌های لایه‌دار^۲ یا طلقی و دسته دوم شیشه‌های نشکن^۳.

۳-۱- شیشه های لایه‌دار

در صنعت خودرو، شیشه‌های لایه‌دار عمدتاً به عنوان شیشه‌های جلوی خودرو استفاده می‌شوند. شیشه‌های لمینت از دو لایه شیشه تشکیل می‌شوند که با استفاده از طلق شفاف و مقاوم پلی وینیل بوتیرال^۴ با یکدیگر لمینت شده‌اند. لایه طلق، شیشه‌ها را در هنگام تصادف‌های سنگین و شکست در جای خود نگه می‌دارد و از پرتاب شدن خرده‌های شیشه که باعث ایجاد جراحت برای سرنشینان خودرو خواهد شد، جلوگیری می‌کند. علاوه بر این ویژگی این نوع شیشه به خاطر داشتن خاصیت ارتجاعی از پرتاب شدن سرنشینان به خارج از خودرو هم جلوگیری می‌کند. از دیگر خواص طلق می‌توان به کاهش انتقال صداهای با فرکانس بالا، جلوگیری از ورود اشعه ماورای بنفش (تا حدود ۹۵ درصد) و جلوگیری از تابش نور خورشید با رنگی کردن قسمت بالایی طلق در شیشه جلو اشاره کرد [۲،۹،۱۰].



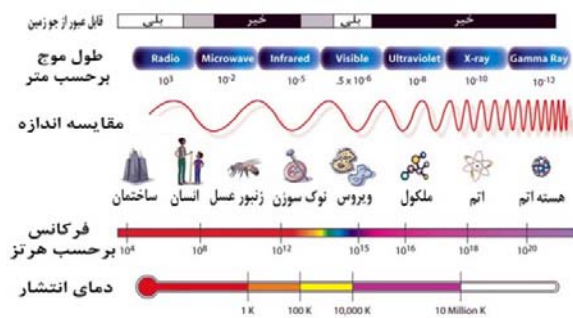
شکل ۱ لایه‌های تشکیل دهنده شیشه طلقی [۱۱]

دشواری است که نیاز به تکنولوژی بسیار پیشرفته دارد. روند کلی صنعت خودرو در طراحی، افزایش سطح شیشه بدنه خودرو و یکپارچگی خم و شکل شیشه‌ها با خم و شکل بدنه ایرودینامیک خودرو می‌باشد. اما خم کردن شیشه ذاتاً منجر به ایجاد موج در شیشه می‌شود. تولید شیشه ای غیر معوج با قوس پیچیده و ابعاد بزرگ شیشه‌های خودروهای جدید، اولین و مهمترین چالش پیش روی تولید کنندگان شیشه‌های خودرویی است [۲].

۲- تاریخچه

شیشه‌گری، یکی از قدیمی‌ترین حرفه‌هایی است که بشر بدان اشتغال داشته است. مصری‌ها سازنده اولین اشیای شیشه‌ای بوده‌اند، ظروف بدست آمده از حفاری‌های مصر قدمت ۶۰۰۰ ساله دارد. رونق شیشه‌سازی در نخستین ادوار تاریخ اسلامی صورت گرفته است، زیرا هنری بود که در مساجد و زیارتگاه‌ها و تزئینات مذهبی جلوه خاصی داشته است و مورد استفاده قرار می‌گرفت. در طی قرون وسطی، ونیز به مرکز انحصاری صنعت شیشه بدل شده بود. در سال ۱۶۸۸ شیشه جام در فرانسه به شکل فرآورده نو عرضه گردید. در ایران نیز ساختن شیشه قدمت چند هزار ساله دارد. شیشه های ایرانی ابتدا مات و نیمه شفاف و یا سفید رنگ بود و سپس ایرانیان توانستند شیشه های بلورین و شفاف بسازند. صنعت شیشه‌سازی، در ایران سابقه بسیار طولانی دارد که به حدود پیش از ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد. یک گردن‌بند شیشه‌ای حاوی دانه‌های آبی رنگ متعلق به ۲۲۵۰ سال پیش از میلاد، در ناحیه شمال غربی ایران و قطعات شیشه‌ای مایل به سبز که در کاوشهای باستان شناسی لرستان، شوش و حسنلو بدست آمده است، نشان دهنده سابقه تاریخی صنعت شیشه‌سازی در ایران است. از زمان هخامنشیان آثار شیشه‌ای چندانی در دست نیست. در آن دوره مهره‌های شیشه‌ای ایران در سراسر جهان قدیم معروف بوده که ظاهراً به رنگ سیاه و سفید بوده‌است. هنرمندان ساسانی در تراش دادن شیشه مهارت مخصوصی داشته‌اند. شیشه ساسانی در چین ارج بسیار داشته و به‌ویژه شیشه لاجوردی را گرانبها می‌شمردند. جام‌های پایه‌دار با نقش حلقه‌های برجسته از دوره اشکانیان و ساسانیان به‌جای مانده است. در دوره تیمور دو شهر سمرقند و شیراز از مراکز عمده شیشه‌سازی در ایران بودند. از این زمان به بعد این هنر روی به انحطاط نهاد تا زمان شاه‌عباس که با ساختن چراغ‌های مساجد و بطری‌ها این هنر دوباره زنده شد. شاه‌عباس شیشه‌گران ونیزی را برای احیای این صنعت به ایران آورد. در نتیجه شیشه‌گری در دوره صفوی رونق دوباره یافت. گاه شیشه را با دمیدن به درون قالب می‌ساختند و گاه شیشه را می‌تراشیدند تا به‌شکل جواهر در آید و یا نقوشی روی آن می‌کنند. و گاهی نیز شیشه را با نقوش درخشان، مینایی و طلائی می‌کردند. در این دوره کارگاه‌های شیشه‌سازی در شهرهای مختلف ایران از جمله اصفهان، شیراز و کاشان دایر شد. با وجود هزاران فرمول جدید شیشه که طی ۳۰ سال گذشته بوجود آمده، درخور توجه است که هنوز مانند ۲۰۰۰ سال پیش، ۹۰ درصد تمام شیشه‌های جهان از آهک، سیلیس و کربنات سدیم تشکیل یافته‌اند. [۳-۷].

1. Automotive glass
2. Laminated
3. Tempered
4. PVB



شکل ۲ مقایسه طول موجها بر اساس فرکانس و دمای انتشار [۱۲]

۳-۱-۲-۳- ایمنی در برابر ضربه

یکی از مهمترین مزایای شیشه‌های لمینت، ایمنی بسیار زیاد در برابر ضربه می‌باشد. شیشه‌های معمولی و سکوریت با اصابت ضربه در حین تصادف به علت ایجاد تنش‌های شدید مکانیکی شکسته و فرو می‌ریزند و این مسئله باعث ایجاد خطرات بسیار زیاد می‌گردد. شیشه‌های لمینت به علت وجود طلق‌ها در برابر ضربه و تنش‌های شدید مکانیکی و حرارتی مقاوم بوده، در صورتی که بشکند فرو نمی‌ریزند و قطعات آن‌ها به طلق چسبیده باقی می‌ماند و به این صورت شیشه کاملاً در جای خود باقی می‌ماند.



شکل ۳ وضعیت شیشه جلو خودرو پس از شکست [۱۳]

۳-۱-۲-۴- شیشه‌های ضدگلوله، ضد سرقت

شیشه‌های ضد گلوله نوعی شیشه لمینت می‌باشد که با افزایش تعداد لایه‌های شیشه و طلق بوجود می‌آید. مقاومت این نوع شیشه‌ها بصورتی است که پس از اصابت گلوله با وجود اینکه شیشه شکسته می‌شود ولی فرو نمی‌ریزد و گلوله از آن عبور نمی‌کند و امکان عبور از آن به هیچ صورتی وجود ندارد. شیشه‌های ضد گلوله کاربردهای بسیار فراوانی داشته و مهمترین کاربرد آنها بالا بردن سطح ایمنی و امنیت می‌باشد. لزوم استفاده از این گونه شیشه‌ها در خودروهای تشریفات و خودروهایی که دارای حساسیت خاصی هستند به منظور تامین امنیت در برابر سرقت‌های مسلحانه کاملاً واضح و مبرهن است [۲،۹،۱۰].

۳-۱-۱- فرایند تولید

شیشه‌های جلوی خودرو مطابق استانداردهای مرجع الزاماً شیشه لمینت هستند و از دو لایه شیشه تشکیل شده‌اند. شیشه‌ها با دستگاه‌های بسیار دقیق CNC بریده شده و لبه‌هایشان با سنگ دیاموند سنگ زده می‌شوند، در مراحل سنگ زنی سطح تماس سنگ دیاموند و شیشه باید همواره با فرایند پاشش آب همراه باشد تا از شکست شیشه جلوگیری گردد. پس از آن طرح حاشیه شیشه‌ها موسوم به مشکی کاری بر روی یکی از لایه‌های شیشه چاپ می‌شود. هر شیشه چاپ خورده با یک شیشه بدون چاپ جفت می‌شوند و در کوره‌های خم قرار می‌گیرند تا هم رنگشان پخته شود و هم شکل مورد نظر را به خود بگیرند. شیشه‌ها را به علت شکل‌گیری یکسان به صورت جفت در کوره مخصوص قرار می‌دهند و برای جلوگیری از چسبیدن شیشه‌ها به هم، سطح تماس آنها را به پودر نسوز آغشته می‌کنند. شیشه‌های خم شده پس از تمیزکاری و قرارگیری طلق به محفظه‌ای به نام وکیوم منتقل می‌گردند. در دستگاه وکیوم توسط شلنگ‌های مخصوص هوای بین دو شیشه که طلق در بین آنها قرار دارد تخلیه کامل می‌گردد. سپس تحت فرآیندی که شامل حرارت‌دهی و اعمال فشار در دستگاه اتوکلاو می‌شود، لمینت شده و به شکل محصول نهایی در می‌آیند [۲].

۳-۱-۲- مزایا و خصوصیات شیشه لمینت

۳-۱-۲-۱- کنترل نور و کاهش مصرف انرژی

۳-۱-۲-۲- مقاومت در برابر نفوذ اشعه ماوراء بنفش^۱

نور خورشید از سه طیف اصلی تشکیل شده است که شامل نور ماوراء بنفش، نور مرئی^۲ و مادون قرمز^۳ می‌باشد. نور ماوراء بنفش قسمتی از پرتوهای نور خورشید می‌باشد که طول موج آنها بین ۲۹۰ تا ۳۸۰ نانومتر می‌باشد، این پرتوها برای سلامتی انسان بسیار مضر بوده و ورود و تابش بلند مدت آن‌ها موجب تغییر رنگ تزئینات داخلی خودرو می‌شود. نور مرئی پرتوهایی با طول موج ۳۸۰ تا ۷۸۰ نانومتر می‌باشد که قابل رویت با چشم انسان می‌اشد و ضرر و زبانی نداشته و فقط تابش بیش از حد آن در بعضی محیط‌ها مناسب نیست. نور مادون قرمز پرتوهای با طول موج ۷۹۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر می‌باشند. این بخش از نور خورشید قسمتی است که به صورت حرارت احساس می‌شود. انتقال حرارت از طریق تابشی توسط این امواج صورت می‌گیرد. وجود طلق در بین لایه‌های شیشه لمینت باعث مقاومت این شیشه‌ها در برابر اشعه ماوراء بنفش می‌شود. با افزایش ضخامت طلق میزان عایق بودن این شیشه نسبت به اشعه ماوراء بنفش افزایش می‌یابد و استفاده از طلق با ضخامت ۱،۵۲ میلیمتر در شیشه‌ها باعث می‌شود که تا میزان بیش از ۹۵٪ از نفوذ اشعه ماوراء بنفش به داخل خودرو جلوگیری شود. استفاده از شیشه‌های سان انرژی و کم گسیل^۴ همراه با دیگر شیشه‌ها به صورت لمینت بطور کامل از نفوذ اشعه مضر ماوراء بنفش و همچنین اشعه مادون قرمز جلوگیری می‌نماید و نقش مهمی در حفظ سلامت انسان و ماندگاری رنگ تزئینات داخلی خودرو دارد

1. ultraviolet
2. Visible spectrum
3. Infrared
4. Low-E

عبور نور تغییر نمی‌کند. همچنین سختی، وزن مخصوص، ضریب انبساط، نقطه نرم شدن و هدایت حرارتی نیز بر اثر عملیات سکوریت بدون تغییر باقی می‌ماند. مقاومت پیچشی و کششی و مقاومت در برابر ضربه و استرسهای حرارتی، ویژگی‌هایی فیزیکی هستند که طی عملیات سکوریت بهبود خواهند یافت. هر گونه عملیات برشکاری و خم‌کاری پس از عملیات حرارتی منجر به شکستن این نوع از شیشه‌ها خواهد شد و تمامی عملیات‌ها باید قبل از حرارتی شدن انجام شود. شیشه‌ی حرارتی شده به راحتی از فواصل دور قابل تشخیص هستند، کافی است در یک روز آفتابی، یک عینک آفتابی پولاریزه شده بر چشم داشته باشید و از مقابل به لبه یک شیشه حرارتی شده نگاه کنید، در این حالت شکلهای متقارنی را که در حین عملیات حرارتی در شیشه پدید آمده، مشاهده خواهید کرد [۲،۹،۱۰].

۲-۲-۳- ویژگی‌های شیشه سکوریت

شیشه سکوریت مقاومت حرارتی و ضربه‌پذیری بالایی دارد. قادر است ۵ برابر بیشتر از شیشه معمولی در برابر حرارت و ضربه پایداری کند و تغییرات حرارتی تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌نماید. فرآیند سکوریت، الگوی شکست شیشه را نیز تغییر می‌دهد. شیشه نشکن در صورت اعمال ضربه شدید به قطعات بسیار کوچکی تقسیم می‌شود که برندگی شیشه عادی را نداشته و خسارت جانی و مالی حادثه را به حداقل ممکن می‌رساند. اهمیت این امر به هنگام بلایای طبیعی مانند زلزله و طوفان آشکار می‌شود. شیشه‌های نشکن دارای مقاومت مکانیکی حدود ۵ برابر شیشه‌های معمولی هستند. هنگامی که شیشه سکوریت می‌گردد هیچ گونه تغییری در رنگ آن اتفاق نخواهد افتاد و تنها ممکن است کمی موج بر روی شیشه ایجاد گردد که آن



شکل ۴ شمایی از شیشه ضد گلوله [۱۴]

۲-۲-۳- شیشه های نشکن

روش و ماشین آلات شیشه‌های نشکن اولین بار توسط شرکت فرانسوی سنت گووین طراحی و ابداع شد و این نوع شیشه با نام تجاری سکوریت وارد بازار گردید. از این زمان به بعد شیشه‌های سکوریت مصارف بسیاری از جمله در صنایع خودروسازی، ساختمان، قطارها، هواپیماها، ... پیدا کرد [۲،۹،۱۰].



شکل ۵ وضعیت شیشه نشکن پس از شکست [۱۵]



طبیعی می‌باشد. در تولید شیشه‌های دوجداره با سایز بزرگ جهت ایجاد مقاومت بالا هر دو جداره شیشه دوجداره را سکوریت می‌نمایند [۲].

شکل ۶ کوره تولید شیشه سکوریت [۱۶]

مراجع

- 1] <http://www.chemists.ir>. (In Persian)
- 2] <http://www.venusglass.net/index.php/products/vehicles>. (In Persian)
- 3] "Glass Online: The History of Glass". Retrieved 2007-10-29.
- 4] The Roshd diploma, glass and its types. (In Persian)
- 5] True glazing over a ceramic body was not used until many centuries after the production of the first glass
- 6] Gowlett, J.A.J. High Definition Archaeology: Threads Through the Past. Routledge. (1997). ISBN 0-415-18429-0.
- 7] Rene Hughe, Byzantine and Medieval Art, Paul Hamlyn, (1963).
- 8] <http://www.iranviji.ir>. (In Persian)
- 9] ISIRI 709-1, 2nd. Revision, Road vehicle safety glasses -

۲-۲-۱- فرایند تولید

فرآیند تولید شیشه نشکن بدین گونه است که در کوره‌های مخصوص در دمای حدود ۷۰۰ درجه خم می‌شود و با عملیات دمش ناگهانی هوا، تنش سطحی بالایی در شیشه ایجاد می‌گردد که سبب افزایش استحکام سکوریت شدن می‌شود. شیشه‌های نشکن خودرویی هم‌زمان با حرارت دیدن، خم هم می‌شوند تا فرم آنها با بدنه خودرو هماهنگ شود. این فرآیند مقاومت فیزیکی شیشه را بین ۵ تا ۸ برابر افزایش می‌دهد. همچنین در صورت ضربه شدید به شیشه نشکن، این شیشه به قطعات بسیار ریز و غیر برنده‌ای تبدیل می‌شود. در صنعت خودرو شیشه‌های نشکن عمدتاً در شیشه‌های جانبی و عقب کاربرد دارند. بر اثر عملیات سکوریت رنگ، شفافیت، ترکیب شیمیایی و میزان

- Part 1: Specifications. (In Persian)
- [10] ECE No. 43, UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE APPROVAL OF SAFETY GLAZING MATERIALS
- [11] <http://www.omidglassco.com/view/FA/42.aspx> .(In Persian)
- [12] <http://www.centralclubs.com/topic-t113547.html> .(In Persian)
- [13] <http://offroad4x4.ir> .(In Persian)
- [14] <http://www.farniv.com> .(In Persian)
- [15] <http://www.niazerooz.com> .(In Persian)
- [16] <http://www.ajkglass.com> .(In Persian)