جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

مـــقدمـــه :

انسان حتی پیش از اینکه خود شیشه بسازد، شیشه‌های طبیعی نظیر فولگوریت و کوارتز را کشف نموده و از آنها در موارد گوناگون استفاده کرده است. کـسی از نخستین شیـشه‌گر چیزی نمی‌داند. تاریـخ ساختـن نخـسـتین شیشـه نیز مـعلوم نیست .

اطلاعات اولـیه :

شیشـه‌های معمولی که در زندگی روزمره بکار می‌روند، عمـدتا شـامل سیـلیس ، کربنـات کـلسیم یـا آهـک و کربـنات سـدیم و زغـال کـک است (گاهـی از فلدسپار و دولومیت نیز استفاده می‌شود). معمولا این مواد را به صورت پودر یا دانه‌هایی به قطر 0.2 تا 2 سانتی‌متر مصرف می‌کنند. البته برای تهیه شیشه‌های مرغـوب و کریستال از سیلیس تـقریـبا خالص (کوارتز) استفـاده می‌شود. در شیشه‌های معمولی حدود ½ درصد آلومین و 0.08 درصد اکسید آهن III نیـز وجود دارد .

تاریخـچـه :

مانند بسیاری از مواد دیگر ، در مورد اختراع شـیشه نیز تردید بسیاری وجـود دارد. یکی از قدیمی‌ترین استفاده‌های موجود در این ماده ، از" **پلینی** "نقل شده که در طی آن ، گفته می‌شود که بازرگانان فنیقی ، ضمن پختن غذا در ظرفی کـه برحسب اتفاق روی توده‌ای از **لزونا** در ساحل دریا قرار گرفته بود، به وجود این ماده پی بردند. یکی شدن ماسـه و قـلیا نظر آنان را به خود جلب کرد و سبـب انجام تلاشهای بعدی در راه تقلید این عمل شد.

مصری‌ها در هزاره ششم پیش از میلاد ، جواهرات بدلی شیشه‌ای می‌ساختند. در سال 290 میلادی ، شیشه پنجره ساخته شد. در طی قرون وسطی ، **ونیز** به مرکز انحصاری صنعت شیشه بدل شده بود. در سال 1688 شیشه جام در **فرانسه** بـه شکل فراورده نو عرضه گردید. در سال 1608 میلادی ، در **ایالات متـــحده** ، در" **جیمزتاون** "در **ویرجینیا** ، صنعت شیشه پایه‌گذاری شد. در سال 1914، **فرایند فورکالت** در **بلژیک** برای کشش مداوم ورق شیشه بوجود آمد .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

شیشه گری ، یکی از قدیمیترین حرفه‌هایی است که بشر بدان اشتغال داشته است. مصری‌ها سازنده اولین اشیای شیشه‌ای بوده‌اند که ظروف بدست آمده از حفاریهای مصر قدمت 5000 ساله دارد. رومیان نیز در فن شیشه گری مهارت داشته‌اند و در این صنعت از سایرین پیشرفته‌تر بودند. رونق شیشه سازی در نخستین ادوار تاریخ اسلامی صورت گرفته است، زیرا هنری بود که در مساجدو زیارتگاه‌ها و تزئینات مذهبی جلوه خاصی داشته و مورد استفاده قرار می‌گرفت.
در ایران نیز ساختن شیشه قدمت چند هزار ساله دارد. و نخستین واحد ماشینی تولید شیشه ساختمانی در ایران در سال 1340 شروع بکار کرد.

فینیقی‌های شیشه‌گر :

بنابر یک داستان قدیمی ، **فینیقی‌ها** برحسب تصادف نخستین شیشه را ساخته‌اند. داستان ، روایت بر مسافران یک کشتی دارد که در **سوریه** لنگر انداخته بودند. آنها برای درست کردن اجاق ، چون سنگی نیافته بودند، از قطعه‌هایی از بار کشتی که پودر رختشویی بود، استفاده کرده بودند. هنگام پختن غذا ناگهان مشاهده کرده‌اند که در اثر حرارت اجاق ، قطعه‌های سود با شنهای دور خود ترکیب شده و به شیشه تبدیل شده‌اند. البته ما دلیلی بر
درستی یا نادرستی این داستان نداریم .

سیر تحولی و رشد :

در تاریخ می‌خوانیم که به احتمال ، ده‌هزار سال پیش از میلاد مسیح در کشور **مصر** یا **سوریه** ، یک نوع شیشه ابتدایی ساخته شده است. ولی مدارکی دال بر صحت این موضوع در دست نیست، ولی یقین داریم که در 300 سال پیش از میلاد ، در **مصر** کارگاههای کوچک شیشه‌گری وجود داشته است و شیشه را از ماسه و سود می‌ساختند. می‌توان گفت در آن تاریخ ، وسایل شیشه‌ای جزو اشیاء تجملی مورد استفاده درباریان و توانگران قرار گرفته است.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

اکنون در موزه بریتانیا ، قدیمی‌ترین ظرف شیشه‌ای را می‌توان دید که 70 سال پیش از میلاد در رم ساخته و پرداخته شده است. بعدها در سده‌های 11 و 12 میلادی ، مسلمانان در تکمیل هنر شیشه‌گری کوشیده‌اند.

در سده سیزدهم میلادی ، اروپائیان ، شیشه رنگی را ساختند و از آن ، جهت تزئین کلیساها استفاده کردند. اما در آن زمان ، یک وسیله شیشه‌ای ، حاصل مدتها تلاش و کوشش یک هنرمند بود و این کار دستی قیمت سرسام‌آوری داشت. تنها از اوایل سده نوزدهم است که ماشین شیشه‌سازی به روش فشردن ماده مذاب آن اختراع شد و وسایل گوناگون و ارزان‌قیمت شیشه‌ای متداول گردید .

مراحل مختلف تهیه شیشه :

1. تهیه مواد اولیه و تبدیل آنها به پودر با دانه‌بندی بین 0.1 تا 2 میلی‌متر
2. توزین هر یک از مواد اولیه به نسبتهای مورد نظر و مخلوط کردن آنها همراه با 4 تا 5 درصد آب و انتقال مخلوط به کوره
3. ذوب کردن مخلوط در کوره و تهیه خمیر شیشه
4. بی‌رنگ کردن خمیر شیشه و خارج کردن گازها
5. تبدیل به فرآورده‌های مورد نیاز بازار و صنایع
6. نپختن شیشه (قرار دادن شیشه داغ در کوره‌هایی که دمای کمی دارد، برای کاهش شکنندگی شیشه)

فرآورده‌های مختلف شیشه‌ای :

در حال حاضر ، صنایع شیشه‌سازی عمدتا در پنج شاخه اصلی مصرف در ایران فعالیت دارند:

- ساختمان سازی
- صنایع غذایی
- تهیه لوازم خانگی
- صنایع خودرو سازی
- صنایع دارو سازی و آزمایشگاه

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

انـواع مـهم فراورده‌های شیـشه‌ای :

شیشه جـام :

این نوع شیشه ، برای مصرف در پنجره ، قاب عـکس و غیره تهیه مـی‌شود و دارای سطح کاملا صاف است. در مرحله تولید با عبور خمیر شیشه بین دو غلطک صاف افقی ، عمودی و یا عبور از روی قلع مذاب به دستگاه برش و کوره پخـت هدایت می‌شود .

انواع بـطری :

برای تهیه بطری ، خمیر شیشه را از بالای ماشین قالب‌زنی توسط قیچی مخصوص به صورت لقمه‌هایی در آورده ، به قسمت قالب‌زنی وارد می‌کنند و از پایین ، هوا در آن می‌دمند تا شکل مطلوب به خود بگیرد. برای تهیه انواع لیوان ، اسـتـکان ، لوله چراغ نفتی و فانوس ، مانند تهیه بطری عمل می‌شود، ولی بجای دمیدن هوا ، از قالب ویژه استفاده می‌شود .

شیشه‌های ایمنی بدون تـلق :

این نوع شیشه‌ها برای ویترینها و شیشه‌های عقب و کناری خودرو تهیه می‌شوند. پس از مراحل برش و شکل‌دهی ، در پرسـهای مـخصـوص ، آنها را در کـوره الکتریکی تا 650° C گرم کرده ، بطور ناگهانـی سرد می‌کنند تا بر اثر تـبـلور جزئی ، بر مقاومت آنها افزوده می‌شود .

شیشه ضـد گـلوله :

این نوع شیشه شامل چهار لایه 6 میلی‌متری و دو لایه تلق ضخیم است. در هر مورد ، ابتدا از طریق وصل کردن به خلاء ، هوای بین لایه‌ها را خـارج کرده ، ضخامت شیشه و تلق را به هم می‌چشبانند و بعد تحت فشار 13 اتمـسفر در دمای 120° C، به مدت سه ساعت نگه می‌دارند تا لایه‌ها کاملا به هـمدیگر بچسبند .

الیاف شیشه‌ای :

این نوع الیاف ، با عبور خمیر شیشه از منافذ باریک یک قسمت غربال مانند ، تهیه می‌شوند. از این نوع الیاف ، در تهیه پارچه ، پتو و لحاف و عایق‌بنـدی دستگاه‌های حرارتی و برودتی و عایق الکتریکی ، صحافی و غیره استـفاده می‌شود .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

شیشه‌ها نشکن :

این نوع شیشه‌ها دارای ضریب انبساط بسیار کم‌اند و در مقابل تغییر ناگهانی دما یا ضربه ، مقاومت زیادی دارند. از این رو ، از آنها برای تهیه ظروف و وسایل آزمایشگاهی و اخیرا ظروف آشپزخانه استفاده می‌شود.

برای تهیه این نوع شیشه‌ها ، به جای Na_2o و Cao از Zr_2O_3 ، Al_2O_3 و B_2O_3 استفاده می‌کنند که به نام شیشه‌های پیرکس ، ینا و کیماکس شهرت دارند .

شیشه‌های بلور :

این نوع شیشه‌ها بسیار ظریف و مشابه به کریستال‌اند. اما سنگین و صدا دهندگی کریستال را ندارند و خاصیت شکست نور در آنها کمتر است. دارای 75 درصد سیلیس ، 18 درصد و 7 درصد Cao اند .

شیشه‌های سرب‌دار :

این نوع شیشه‌ها از شیشه‌های معمولی شفافتر و سنگی‌ترند و ضریب شکست بالاتری دارند و دارای سه نوع‌اند:

- **کریستال:**

که بسیار شفاف ، سنگین ، صدادار و قابل تراش است و نور را در خود می‌شکند و طیف رنگی می‌دهد. از این رو ، در تهیه گلدان ، لوستر و ... بکار می‌رود. دارای 53 درصد سیلیس ، 11 درصد و 35 درصد Pbo است.

- **اشتراس:**

که **سنگ نو** نیز نامیده می‌شود و از آن ، جواهرات مصنوعی درست می‌کنند. دارای 40 درصد سیلیس ، 7 درصد و 52 درصد Pbo است.

- **فلینت:**

که در تهیه عدسی دوربینهای عکاسی و اسباب دقیق فیزیکی بکار می‌رود. دارای 20 تا 54 درصد سیلیس ، 5 تا 12 درصد و 34 تا 80 درصد سرب است .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

شیشه ضد پرتوها :

این نوع شیشه ، شامل یک قسمت و چهار قسمت pbo است، به مقدار قابـل توجهی پرتوهای ایکس و پرتوهای رادیواکتیو را جذب کرده ، جلوی اثرات زیان‌بار آنها را می‌گیرد .

شیشه جاذب نوترون :

این نوع شیشه‌ها با افزایش اکسید کادمیم (CdO) به شیشه معمولی تهیه می‌شوند و به‌عنوان حفاظ در مقابل تابشهای نوترونی ، بویژه در ارتـــباط با راکتورهای اتمی کاربرد دارند .

شیشه شفاف در مقابل IR :

این نوع شیشه با اضافه کردن مقدار زیادی آلومین Al_2O_3 به شیشه معمولی حاصل می‌شود و در دستگاههای طیف نمایی و طیف نگاری IR مورد استفاده قرار می‌گیرند .

شیشه ضد اسید فلوئوریدریک :

می‌دانیم که بعضی مواد شیمیایی مانند HF بر شیشه اثر می کنند. این تاثیر در واقع به واکنش سیلیسی موجود در شیشه با فلوئورید هیدروژن است که تولید اسید می‌کند. از این خاصیت در حکاکی و نقاشی روی شیشـــه استفاده می‌شود. اگر مقدار کافی فسفات آلومینیم که ساختار سیلـــیکات آلومیـــنیم را دارد، در ساختار شیشه وارد شود، شیشه بدست آمده ، مقاومت قابل توجهی در برابر HFاز خود نشان می‌دهد. علت این است که HF بر فسفات آلومینیم اثر ندارد .

شیشه‌های رنگی :

برای برخی مصارف ویژه ، تهیه شیشه‌های رنگی ضرورت دارد .برای این کار ، عمدتا از اکسید فلزات استفاده می‌شود. برای مات یا شیری کردن شیشه ، فلوئوریت کلسیم ، کریولیت ، اکسید آنتیموان (III) ، فسفات کلسیم ، سولفات کلسیم و دی‌اکسید قلع استفاده می شود، زیرا این مواد ، رسوبهای کلوئیدی در خمیر شیشـــه تولـــید می کنند که پس از سرد شـــدن ، سبب شـــیری شدن آن می‌شوند.

کاربردهای امـــروزی شیـــشه :

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

امروزه ، شیشه همه جا در خدمت انسان است. این ماده ، نه‌تنها ظرفهای خوراکی ما را تشکیل می‌دهند، بلکه از اتومبیل و هواپیما گرفته تا سفینه‌هایی که راه کره‌های دیگر را در پیش می‌گیرند، بطور قطع شیشه دارند. بویژه این که همین شیشه بود که به صورت عدسی در آمد و چشم انسان کنجکاو را به سوی آسمانها باز کرد و به صورت وسیله‌ای برای دیدن نادیدنی‌ها در آمد. امروزه نیز در آزمایشهای علمی بیشمار ، وسایل شیشه‌ای ، مورد نیاز پژوهشگران جهان است .

شیشه از نظر ساختمان مولکولی در حالت جامد آرایش مولکولی نامنظم دارد. در درجه حرارت‌های بالا ، شیشه مثل هر مایع دیگری رفتار می‌کند. اما با کاهش دما ، گرانروی 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 که سختی آن در حدود 8 می‌باشد و همه اجسام بجز الماسه‌ها را خط می‌اندازد. وزن مخصوص شیشه 2.5 گرم بر سانتیمتر مکعب بوده و بسیار تُرد و شکننده است. شیشه در مقابل تمام مواد شیمیایی حتی اسیدهای قوی و بازها مقاومت کرده و تحت تاثیر خورندگی 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 .

ترکیبات سازنده شیشه :

با نگاه به جدول عناصر ، کمتر عنصری را می‌توان یافت که از آن شیشه بدست نیاید، ولی سه ماده **کربنات دو سود ، سنگ آهک** و **سیلیس** ، مواد اصلی تشکیل دهنده شیشه می‌باشند .مواد شیشه ساز مورد تایید موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران عبارتند از **سیلیس (SiO_2) ، دی‌اکسید بور (B_2O_3) ، پنتا اکسید فسفر (P_2O_5)**که از هر کدام بتنهایی می‌توان شیشه تهیه نمود .

گدازآورها :

کربنات سدیم (Na_2CO_3) ، کربنات پتاسیم (K_2CO_3) و خرده شیشه ، سیلیکات سدیم و پتاسیم (K_2SiO_3 , Na_2SiO_3) که حاصل ترکیب

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

سیلیس با گدازآورها می‌باشند، در آب حل می‌شوند و از شفافیت شیشه به تدریج کم می‌کنند. به همین علت است که اغلب شیشه‌های مصرف شده در گلخانه پس از چند سال کدر می‌شوند و نور از آنها بخوبی عبور نمی‌نماید .

تثبیت کننده‌ها :

برای آنکه مقاومت شیشه را در مقابل آب و هوا ثابت کنیم، باید اکسیدهای دو ظرفیتی باریم ، سرب ، کلسیم ، منیزیم و روی به مخلوط اضافه کنیم که به این عناصر **، ثابت کننده** می‌گویند .

تصفیه کننده‌ها :

موجب کاستن حباب هوای موجود در شیشه می‌شوند و بر دو نوعند:

1. **فیزیکی :سولفات سدیم** (Na_2SO_4) **، کلرات سدیم** .$(NaClO_3)$ با ایجاد حباب‌های بزرگ حباب‌های کوچک را جذب و از شیشه مذاب خارج می‌کنند.
2. **شیمیایی :**املاح آرسنیک و آنتیموان ترکیباتی ایجاد می‌کنند که حباب‌های کوچک داخل شیشه را از بین می‌برند.

تا اینجا به موادی اشاره کردیم که عدم وجودشان ، در مواد اولیه باعث از بین رفتن مرغوبیت کالا می‌شد. حال به چند ماده دیگر که به نوعی در تولید شیشه سهیم هستند، اشاره می‌کنیم .

افزودنیها :

1. استفاده از **بوراکس** به جای اکسید و **کربنات سدیم)** گدازآور) که در اثر حرارت به Na_2O و B_2O_3 تجزیه می‌شود و در واقع بجای هر دو ماده عمل می‌کند .
2. استفاده از **نیترات سدیم**$NaNo_3$ برای از بین بردن رنگ سبز شیشه ناشی از **اکسید آهن** که همراه مواد دیگر وارد کوره می‌شود .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

3. استفاده از **اکسید منگنز** که باعث مقاومت بیشتر در مقابل عوامل جوی و شفاف‌تر شدن شیشه می‌شود .
4. استفاده از **اکسید سرب** pbo , PH_3O_4 جای **CaO** برای ساختن شیشه‌های مرغوب بلور و کریستال که باعث درخشندگی شیشه می‌شوند .
5. برای ساختن کریستال مرغوب از **اکسید نقره** استفاده می‌کنند .
6. استفاده از **فلدسپار** که باعث مقاومت بهتر در مقابل مواد شیمیایی می‌شود .
7. برای اینکه شیشه در برابر **اسید فلوئوریدریک** هم مقاوم باشد، ترکیباتی از **فسفات** به آن می‌افزایند .
8. استفاده از **خرده شیشه** که به ذوب مواد سرعت بیشتری می‌دهد .
9. استفاده از **اکسید فلزات** برای تهیه شیشه‌های رنگی.
10. **اکسید سزیم** برای جذب اشعه زیر قرمز و اکسید بر برای ازدیاد مقاومت حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دو نمونه از عناصر تشکیل دهنده که عمومیت بیشتری دارند، در زیر ذکر می‌گردد .

- **ترکیبات(1 :(اکسید سیلیسیم** (SiO_2) در حدود 74 تا 80 درصد و بقیه شامل **پراکسید سدیم** (NaO_2) تا 15 درصد و **اکسید کلسیم** 7 تا 12 درصد **اکسید منیزیم** 2 تا 4 درصد و 2 درصد هم عناصر دیگر مانند Fe_2O_3 - MnO - Al_2O_3 - TiP_2 - SiO_3.
- **ترکیبات (2 :(اکسید سیلیسیم** (SiO_2) در حدود 73 درصد ، **اکسید سدیم** 15 درصد ، **اکسید کلسیم**5.55درصد ، **اکسید منیزیم**3.6درصد ، **اکسید آلومینیوم**1.5درصد ، **اکسید بور** (B_2O_3) و **اکسید پتاسیم** (K_2O) هر کدام 0.4 درصد، **اکسید آهن** (Fe_2O_3)و **اکسید سیلیسیم** 6 ظرفیتی SiO_3 هر کدام 0.3 درصد.

علاوه بر مواد فوق همیشه مقداری خرده شیشه نیز با این مواد وارد کوره می‌گردد .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

انواع شیشه و کاربرد آنها :

شیشه به اشکال مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد .در ساخت لوازم تزیینی مانند گل ، تابلو و غیره در ساختن ظروف آزمایشگاهی و یا ظروف آشپزخانه مانند لیوان ، بطری و غیره و بالاخره در ساختن شیشه‌های مسطح که در دو نوع ساده و مشجر عرضه می‌گردد و مصارف مختلفی دارد که عمده ترین کاربرد آن به عنوان در و پنجره در کارهای ساختمانی است که به شکلهای مختلف اعم از شیشه‌های شفاف ، نیمه شفاف و رنگی ، جاذب حرارت ، ایمنی ، دوجداره ، سکوریت و... وجود دارد. همچنین در آینه سازی ، صنایع نشکن ، صنایع یخچال سازی ، میزهای شیشه‌ای ، انواع شیشه رومیزی و تیغه کاری ساختمان کاربرد دارد .

شیشه رنگی :

به دو طریق می‌توان شیشه رنگی بدست آورد :

1. با افزودن و کم کردن بعضی مواد شیمیایی در مصالح اولیه تهیه شیشه. برای نمونه **اکسیدهای مسی** به شیشه رنگهای مختلف قرمز می‌دهد و رنگ آبی پر رنگ بوسیله **اکسید کبالت** بدست می‌آید. رنگ زرد با افزودن مقداری **اکسید اورانیوم** و **کادمیوم** حاصل می گردد.

2. شیشه سفید را در شیشه مذاب رنگی فرو می‌کنند تا دو روی آن رنگی شود. شیشه‌های رنگی در ویترین مغازه‌ها ، نمایشگاهها ، آزمایشگاهها و ساختمانهای صنعتی بکار می‌روند .

شیشه ضد آتش (پیرکس) :

همراه مواد اولیه این شیشه‌ها در مقابل حرارت ، مقاومت زیادی دارند، مقدار زیادی **اکسید بوریک** بکار می‌رود و **سیلیس** آنها از انواع شیشه‌های معمولی بیشتر است. معمولا از آنها به عنوان ظروف آزمایشگاه و آشپزخانه و یا در جلوی بخاری‌های دیواری و اجاقها استفاده می‌نماید .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

شیشه مسطح :

این نوع شیشه را با اضافه نمودن توری فلزی در میان شیشه می‌سازند و بیشتر برای درهای ورودی ، کارگاهها ، موتورخانه‌ها ، آسانسورها و هر جایی که خطر شکستن و فروریختن شیشه وجود دارد، استفاده می‌نمایند .

شیشه دوجداره (مضاعف) :

این نوع شیشه‌ها ، از دو لایه ساده و گاهی رنگی که به موازات یکدیگر قرار گرفته‌اند و لبه‌ها یا درزهای آنها هوابندی شده است و فضای بین آنها با مواد خشک کننده‌ای مانند **سیلیکاژل** ، پُر و یا در بعضی از موارد بین دو لایه خلاء ایجاد می‌شود. این نوع شیشه که عایق گرما ، سرما و صداست، در بسیاری از ساختمانها مانند فرودگاهها ، هتل‌ها و بیمارستانها بکار می‌رود .

شیشه سکوریت :

در این حالت ، شیشه مجددا تا حدود 700 درجه سانتی‌گراد حرارت داده و بعد بطور ناگهانی و تحت شرایط خاص و کنترل شده‌ای سرد می‌شود. این عمل باعث افزایش مقاومت شیشه (حدود 3 الی 5 برابر) در مقابل ضربه و نیز شوک‌های حرارتی می‌گردد. این شیشه‌ها در صورت شکستن ، به ذرات ریز و مکعب شکل تقسیم می‌شوند که آسیب رسان نیستند. از این نوع شیشه در ویترین فروشگاهها ، درهای شیشه‌ای و پنجره‌های جانبی اتومبیلها استفاده می‌گردد .

شیشه نشکن :

این نوع شیشه‌ها شامل دو یا چند لایه شیشه‌اند که بوسیله ورقه‌هایی از نایلون شفاف تحت حرارت و فشار به هم متصل می‌شوند. همچنین بعضی از انواع شیشه‌های طلق‌دار به عنوان عایق صوتی ، جاذب حرارت ، کاهنده شفافیت و شیشه ایمنی بکار برده می‌شوند .وقتی که این شیشه‌ها می‌شکنند، خاصیت کشسانی نایلون مانع از پخش و پراکندگی ذرات شیشه می‌گردد.

از جمله کاربردهای این نوع شیشه‌ها در خودروها و ویترین مغازه‌هایی که اشیاء گرانقیمت می‌فروشند استفاده می‌گردد. ممکن است شیشه نشکن را از جنس شیشه سکوریت بسازند .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

شیشه ضد گلوله :

از چند لایه شیشه سکوریت و یا نشکن ، شیشه ضد گلوله می‌سازند. در هنگام وارد شدن گلوله به داخل شیشه ، از نیروی آن کاسته و در میان شیشه متوقف می‌گردد .

شیشه انعکاسی (باز تابنده) :

در این نوع شیشه‌ها یک سطح شیشه با یک پوشش منعکس کننده نور و حرارت از جنس فلز یا اکسید فلزی دارای این خاصیت پوشانده می‌شود .این نوع شیشه‌ها ، نور خورشید را منعکس می‌کنند و در کاهش حرارت و درخشندگی نور موثر هستند. اگر در روشنایی روز از بیرون به شیشه انعکاسی نگاه کنیم مشاهده می‌کینم که تصاویر اطراف را مانند آینه باز می‌تاباند و اگر از داخل به بیرون نگاه کنیم، شیشه کاملا شفاف خواهد بود. شبها پدیده مذکور برعکس است. یعنی شیشه از خارج شفاف و از داخل مانند آینه است.

این شیشه با منعکس نور خورشید ، حرارت ناشی از تابش نور خورشید را بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد و در نتیجه ، باعث صرفه جویی در هزینه‌های احداث ، راه اندازی و نگهداری سیستمهای تهویه و تبدیل می‌شود.

مواد خام شیشه :

به منظور تولید شیشه ، سالانه ، مقادیر بسیار زیادی ماسه شیشه ، سدیم کربنات ، سدیم سولفات ناخالص و غیره مورد نیاز است. در این مقاله منابع تهیه این مواد و علت استفاده از آنها ذکر می‌شود .

ماسه شیشه :

ماسه لازم برای تولید شیشه باید تقریبا **کوارتز** خالص باشد. در بسیاری موارد ، منطقه ته‌نشینی ماسه شیشه ، محل کارخانه شیشه سازی را تعیین کرده است. برای ظروف غذاخوری ، مقدار آهن موجود در ماسه نباید از 45٪ و برای شیشه اپتیکی نباید از 0.015٪ تجاوز کند، چرا که آهن تاثیر نامطلوبی بر رنگ اغلب شیشه‌ها دارد .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

سودا :

Na_2 یا **سودا** اصولا از سدیم کربنات چگال (Na_2CO_3) تامین می‌شود. سایر منابع عبارتند از سدیم بی‌کربنات ، سدیم سولفات ناخالص و نیترات سدیم. نیترات سدیم برای اکسایش آهن و شتاب دادن به عمل ذوب نیز مفید است. منابع مهم آهک (CaO) سنگ آهک و آهک پخته حاصل از **دولومیت** ($CaCO_3.MgCO_3$)است که خود MgO را نیز وارد عمل می‌کند .

فلدسپار :

این مواد دارای فرمول کلی $R_2O.\ Al_2O_3\ .\ 6SiO_2$ هستند که در آنها R_2O ، معرف Na_2O یا K_2O یا مخلوطی از این دو است. این مواد در مقایسه با اکثر مواد دیگری که منبع Al_2O_3 هستند، مزایای بسیاری دارند. فلدسپارها ارزان ، خالص و گدازپذیرند و کلا" از اکسیدهای ایجاد کننده شیشه تشکیل شده‌اند. از خود Al_2O_3 تنها هنگامی استفاده می‌شود که قیمت محصول از درجه دوم اهمیت برخوردار باشد. فلدسپارها همچنین Na_2O یا K_2O و SiO_2 را نیز تامین می‌کنند. مقدار **آلومین** در پایین آوردن نقطه ذوب شیشه و کُند کردن واشیشه‌ای شدن ، موثر است .

بوراکس :

بوراکس به عنوان یک جزء ترکیبی فرعی ، هم Na_2O و هم **اکسید بوریک** را برای شیشه تامین می‌کند. هر چند که از بوراکس به ندرت در شیشه پنجره یا شیشه جام استفاده می‌شود، اما اکنون این ماده ، عموما در انواع خاصی از شیشه بطری‌ها بکار می‌رود. یک نوع شیشه بوراتی با ضریب شکست بالا نیز وجود دارد که در مقایسه با شیشه‌های قبلی ، مقدار پراش نور آن کمتر و ضریب شکست نور در آن بالاتر است و شیشه اپتیکی باارزشی بشمار می‌رود.

بوراکس علاوه بر توانایی بالا در ایجاد گدازش ، نه‌تنها ضریب انبساط را پایین می‌آورد، بلکه دوام شیمیایی را نیز افزایش می‌دهد. هنگامی که قلیائیت اندکی در فرایند تولید مورد نظر باشد، از **اسید بوریک** استفاده می‌شود که بهای آن ، دو برابر بوراکس است .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

سدیم سولفات ناخالص :

این ماده که مدتها مانند سایر سولفاتها نظیر **آمونیوم سولفات** و **باریم سولفات** ، یک جزء ترکیبی فرعی در شیشه تلقی می‌شد، غالبا در تمام انواع شیشه بکار می‌رود. این ماده ، کف موجود در کوره‌های مخزنی را که ایجاد مشکل می‌کند، حذف می‌نماید. برای کاهش سولفاتها به سولفیتها ، از کربن استفاده می‌شود. ممکن است برای ایجاد سهولت در حذف حباب‌ها ، **آرسنیک تریوکسید** افزوده شود. آهن را با سدیم یا **نیترات پتاسیم** ، اکسید می‌کنند تا مقدار آن در شیشه نهایی چندان قابل توجه نباشد. از **پتاسیم نیترات** یا **کربنات** ، در بسیاری از شیشه‌های مرغوب‌تر نظیر شیشه ظروف غذاخوری ، شیشه تزئینی و شیشه اپتیکی استفاده می‌شود .

خرده شیشه :

این ماده از خرد کردن کالاهای معیوب ، لبه‌های پرداخت شده کالاها یا سایر ضایعات شیشه‌ای بدست می‌آید و استفاده از آن ، سبب سهولت عملیات ذوب می‌شود و در عین حال ، مواد ضایعاتی نیز به مصرف می‌رسند. ممکن است مقدار خرده شیشه مصرفی در هر بار بین 10 تا 80 درصد باشد .

بلوکهای نسوز :

این مواد در صنعت شیشه ، بدلیل شرایط سخت موجود به طرز ویژه‌ای بسط و توسعه یافته‌اند. زیرکن متخلخل ، آلومین ، مولیت و مولیت - آلومین تفجوش و زیرکونیا - آلومین - سیلیس ، آلومین و آلومین - کروم که به روش **ریختگی برقی** تهیه شده‌اند، از جمله بلوکهای نسوزی هستند که در کوره‌های مخزنی شیشه بکار می‌روند. آخرین تجربه بدست آمده در کوره‌های بازیابی گرما ، استفاده از فراورده‌های نسوز بازی بدلیل وجود غبار و بخارهای قلیایی در کوره است. طاقهای آجری کوره از جنس سیلیس که استفاده از آن در صنعت ، اقتصادی است، عمدتا تعیین کننده دمای عملیات کوره است .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

جریان تولید شیشه تخت :

برای ساخت شیشه ، مراحلی وجود دارد که باید طی شود تا مواد اولیه شیشه به محصولی با کیفیت و قابل قبول تبدیل شود. اما در طی ساخت شیشه ، ظرافت‌هایی وجود دارد که باید آنها را در یک کارخانه تولید شیشه مشاهده کرد و نمی‌توان به‌صورت تئوری آن را بیان کرد .

مراحل ساخت شیشه :

ذوب :

کوره‌های شیشه‌سازی را می‌توان به کوره‌های بوته‌ای یا کوره‌های مخزنی تقسیم‌بندی کرد. کوره‌های بوته‌ای با ظرفیت تقریبی 2 تن یا کمتر برای تولید شیشه‌های ویژه به مقدار کم یا هنگامی که حفاظت از پیمانه مذاب در برابر محصولات احتراق الزامی است، بسیار مفیدند. بوته‌ها از جنس خاک رس یا پلاتین هستند. در کوره مخزنی ، مواد پیمانه از یک سر مخزن بزرگی که از جنس بلوکهای نسوز است، وارد می‌شوند. این کوره‌ها با گاز یا برق گرم می‌شوند. بسته به توانایی آجر نسوز کوره برای تحمل انبساط ، دمای کوره‌ای که به‌تازگی شروع به تولید کرده است، روزانه تنها به اندازه معینی افزایش می‌یابد. پس از گرم شدن کوره بازیابی گرما ، در تمام اوقات دمایی که دست‌کم معادل با 1200 درجه سانتی‌گراد است، همچنان حفظ می‌شود. بخش زیادی از گرما به جهت تابش در کوره تلف می‌شود و در واقع مقدار بسیار کمتری از گرما برای ذوب شیشه به‌مصرف می‌رسد.

در هر حال ، دمای دیواره‌های کوره ممکن است چنان بالا رود که شیشه مذاب آنها را حل کند یا بپوساند، مگر اینکه اجازه داده شود دیواره‌ها ضمن تابش مقداری خنک شوند. به‌منظور کاهش کنش شیشه مذاب ، غالبا در دیواره‌های کوره ، لوله‌های آب خنک‌کن کار گذاشته می‌شود .

شکل دهی :

شیشه را می‌توان با قالب‌گیری ماشینی یا دستی شکل داد. عامل مهمی که باید در قالب‌گیری ماشینی شیشه مدنظر داشت، این است که طراحی ماشین باید چنان باشد

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

که کالای موردنظر ، ظرف چند ثانیه کاملا شکل گیرد. در طی این زمان نسبتا کوتاه ، شیشه از حالت یک مایع گرانرو به جامدی شفاف تبدیل می‌شود. در نتیجه به‌سهولت می‌توان دریافت که حل مشکلات طراحی همچون جریان گرما ، پایداری فلزات و لقی یاتاقانها بسیار پیچیده است و موفقیت چنین ماشینهایی به مهندس شیشه کمک شایانی می‌کند. شیشه پنجره ، شیشه جام ، شیشه شناور ، شیشه نشکن و مشجر ، شیشه دمشی و ... ، با ماشین شکل داده می‌شوند .

تابکاری :

به‌منظور کاهش کرنش در تمام کالاهای شیشه‌ای ، اعم از آنکه به روشهای ماشینی یا دستی قالب‌گیری شده‌اند، لازم است که تحت عملیات تابکاری قرار گیرند. بطور خلاصه ، عملیات تابکاری دو بخش دارد:

- اول ، نگه داشتن توده‌ای از شیشه در دمایی بالاتر از یک دمای بحرانی معین تا زمانی که میزان کرنش درونی ، ضمن ایجاد یک سیلان پلاستیکی ، کمتر از یک مقدار حداکثر از پیش تعیین شده گردد.
- دوم ، خنک کردن تدریجی این توده تا دمای اتاق به‌نحوی‌که مقدار کرنش همچنان کمتر از آن میزان حداکثر باقی بماند.

تابدان یا آون تابکاری چیزی بیش از یک محفظه گرم و به‌دقت طراحی شده نیست که در آن سرعت خنک کردن چنان کنترل می‌شود که شرایط گفته شده رعایت شود. ایجاد یک رابطه کمی میان تنش و شکست مضاعف ناشی از تنش ، متخصصان شیشه را قادر به طراحی شیشه ای کرده است که می‌تواند شرایط خاصی از تنش‌های مکانیکی و گرمایی را تحمل کند. با استفاده از این اطلاعات ، مهندسان ، مبنایی برای تولید تجهیزات پیوسته تابکاری یافته‌اند. این تجهیزات ، مجهز به وسایل خودکار تنظیم دما و گردش کنترل شده هستند که امکان انجام بهتر تابکاری با هزینه سوخت پایین‌تر و ضایعات کمتر محصول را فراهم می‌آورند .

سخن آخر :

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

تمام انواع شیشه‌های تابکاری شده باید تحت عملیات تکمیلی خاصی قرار گیرند. این عملیات در عین آنکه نسبتا ساده اند، از اهمیت بسیاری نیز برخوردارنـــد و مشتمل بر موارد زیرند:
تمیزکاری ، سنگ زنی ، پرداخت ، برش ، ماس زنی ، لعاب کاری ، درجه بندی و شابلن زنی .هرچنـــد که لازم نیســـت تمام این عـــملیـــات روی همه کالاهـــای شیشـــه‌ای صورت گیرد، اما تقریبا همواره یک یا چند تای آنها مورد نیاز خـــواهد بود.

مـــصارف و جنبه‌های اقـــتصادی :

مصارف و کاربردهای شیشه بسیار متعدد است. در مـــجمـــوع شیشه ســـازی در ایالات متحده ، سالانه یک صنعت 7 میلیارد دلاری را تـــشـــکیل می‌دهد و در آن میان ، شیشه خودرو ، سالانه نیمی از مقدار تولید شیشه تخت را به خود اختصاص می‌دهد. در معماری ، گرایش بیشتری به استفاده از شیشـــه در ساختمانـــهـــای تجاری و بویژه مصرف شیشه‌های رنگی ، پدید آمده است .

ترکیب شیشه :

شیشه ، محصولی کاملا «شیشه‌ای شده» یا دست کم فراورده‌ای است که مـــقـــدار مواد معلق غیرشیشه‌ای موجود در آن نسبتا کم است. با وجود هزاران فـــــرمول جدید شیشه که طی 30 سال گذشته بوجود آمده، درخور توجه است که هنـــــوز مانند 2000 سال پیش 900 درصد تمام شیشه‌های جهان از آهک ، **سیلیـــــــس** و **کربنات سدیم** تشکیل یافته‌اند. اما نباید چنین استنتاج کرد که در طـــی ایـــن مدت ، هیچ تحول مهمی در ترکیب شیشه صورت نگرفته است. بلکه در واقـــع تغییرات جزئی در اجزای اصلی ترکیب و تغییرات مهم در اجزای فرعی ترکیب ، پدید آمده است.
اجزای اصلی عبارتند از :**ماسه** ، **آهک** و **کربنات سدیم** .هر ماده خـــام دیگـر ، جزء فرعی تلقی می‌شود، هرچند که بر اثر استفاده از آن ، نتایج مهمی بـــدست آید. مهمترین عامل در ساخت شیشه ، گرانروی اکسیدهای مذاب و ارتباط میان این گرانروی و ترکیب شیشه است .

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

تـقسیم بندی شیشه‌های تجارتی :

سیلیس گداخته :

سیلیس گداخته یا سیلیس شیشه‌ای به روش تفکافت **تتراکلرید سیـلیسیـــــم** در دمای بالا یا بوسیله گدازش کوارتز یا ماسه خالص ساخته می‌شود و گاه آن را بـه اشتباه ، **شیشه کوارتزی** می‌خوانند. این ماده ، انبساط کم و نقطه نرمی بالایی دارد که به مقاومت گرمایی زیاد آن کمک می‌کند و امکان استفاده از آن را در گستره دمایی بالاتر از دیگر شیشه‌ها فراهم می‌آورد. این شیشه ، **اشعه ماوراء بنـفش** را بخوبی از خود عبور می‌دهد .

سیلیکاتهای قلیایی :

سیلیکاتهای قلـــیایی تنها شیشه‌های دو جزئی هستند که از اهمیـــت تـــجارتی برخوردارند .**ماسه** و **کربنات سدیم** را بسادگی با هم ذوب می‌کنند و محصولات بدست آمده با گستره ترکیب $Na_2O.SiO_2$ تا $Na_2O.4SiO_2$ را **سیلیکاتـــهای سدیم** می‌خوانند. سیلیکات محلول کربنات سدیم که به نام(**شیشه آبی**) انحلـــال پذیر در آب نیز خوانده می‌شود، بطور گسترده‌ای در ساخت جعبه‌هـــایی با کاغذ موج دار و به عنوان **چسب کاغذ** بکار می‌رود.

مصرف دیگر آن در ایجاد حالت ضد آتش است. انواع قلیایی‌تر آن به عنـــــوان شوینده‌های لباسشویی و مواد کمکی صابونها بکار می‌رود .

شیشه آهک سوددار :

این نوع شیشه ٪95 کل شـــــیشـــــه تولید شده را تشکیل می‌دهد و از آن ، برای ساخت تمام انواع بطری‌ها ، شیشه تخت ، پنجره خودروها و سایر پنـــــجره‌ها ، لیوان و ظروف غذاخوری استفاده می‌شود .در کیـــفیـــت فـــیزیکی تمام انـــواع شیشه‌های تخت ، نظیر همواری و نداشتن موج و پیچ ، بهبود کلی حاصل شده، اما ترکیب شیمیایی تغییر زیادی نکرده است. اصولا ترکیب شیمیایی در گستره زیر قرار

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

می‌گیرد:

SiO_2 از ٪70 تا ٪74، Cao از ٪8 تا ٪13، Na_2O از ٪13 تا ٪18.

فراورده‌هایی که این نسبتها را دارند، در دماهای نسبتا پایین‌تری ذوب می‌شوند. در تولید شیشه بطری ، بخش عمده پیشرفت از نوع مکانیکی است. در هر حال ، تجارت نوشابه‌ها ، سبب ایجاد گرایشی در بین شیشه سازان برای تولید ظروف شیشه‌ای با **آلومین** و **آهک** زیاد و **قلیائیت کم** شده است. این نوع شیشه با دشواری بیشتری ذوب می‌شود، اما در برابر مواد شیمیایی مقاومتر است.
رنگ شیشه بطری‌ها بدلیل انتخاب بهتر و تخلیص مواد خام و استفاده از سلنیم به عنوان **زنگ‌زدا** بسیار بهتر از قبل است .

شیشه سربی :

با جانشین شدن **اکسید سرب** به جای **اکسید کلسیم** در شیشه مذاب ، **شیشه سربی** بدست می‌آید. این شیشه‌ها بدلیل برخورداری از ضریب شکست بالا و پراکندگی نور زیاد ، در کارهای نوری از اهمیت بسزایی برخوردارند. تاکنون میزان سرب موجود در شیشه را به ٪92 نیز رسانده‌اند.

درخشندگی یک بلور تراش داده شده خوب بدلیل مقدار زیاد سرب در ترکیب آن است. مقدار زیادی از این شیشه برای ساخت حباب لامپهای برق ، لامپهای نئون و رادیوترونها بدلیل مقاومت الکتریکی بالای آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شیشه برای ایجاد حفاظ در برابر پرتوهای اتمی نیز مفید است .

شیشه بوروسیلیکاتی :

شیشه بوروسیلیکاتی ، معمولا حاوی حدود 10 تا 20 درصد B_2O_2 ، حدود 80 تا 85 درصد **سیلیس** و کمتر از 10 درصد Na_2O است. این نوع شیشه دارای ضریب انبساط کم ، مقاومت فوق‌العاده زیاد در برابر ضربه ، پایداری عالی در برابر مواد شیمیایی و مقاومت الکتریکی بالاست.
ظروف آزمایشگاهی ساخته شده از این شیشه ، تحت نام تجارتی پیرکس فروخته می‌شود. با این حال ، در سالهای اخیر نام پیرکس برای اجناس شیشه‌ای

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بسیاری که ترکیب شیمیایی دیگری دارند(مانند شیشه آلومین - سیلیکات در ظروف شیشه‌ای مناسب برای پخت و پز) نیز بکار می‌رود. مصارف دیگر شیشه‌های بوروسیلیکاتی علاوه بر ظروف آزمایشگاهی عبارت است از واشرها و عایقهای فشار قوی ، خطوط لوله و عدسی تلسکوپها .

شیشه‌های ویژه :

شیشه‌های رنگی و پوشش‌دار ، کدر ، شفاف ، ایمنی ، شیشه اپتیکی ، شیشه فوتوکرومیکی و سرامیکهای شیشه‌ای ، همه شیشه‌های ویژه هستند. ترکیب تمامی این شیشه‌ها بر طبق مشخصات محصول نهایی موردنظر تغییر می‌کند .

الیاف شیشه‌ای :

الیاف شیشه‌ای از ترکیبات ویژه‌ای که در برابر شرایط جوی مقاوم هستند، ساخته می‌شوند. سطح بسیار زیاد این الیاف سبب می‌شود تا آنها نسبت به همه رطوبت موجود در هوا آسیب پذیر باشند. مقدار سیلیس (حدود 55٪) و قلیایی موجود در این شیشه پایین است.

با تشکر از زحمات شما استاد گرامی امیدوارم در تمام مراحل زندگی در سایه پروردگار متعال موفق و پیروز باشید .

www.kandoocn.com