ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR

IranArze.ir
@iranarze
@iranarze

تعداد صفحات
۴۲

آخرین بروزرسانی
۲۸ بهمن ۱۴۰۳

جزوه خلاصه

تولید شیشه
پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۱۱

- حیطه تخصصی
- هنرآموز سرامیک
- خلاصه و نکات مهم

انتشار یا استفاده غیر تجاری از این جزوه، بدون حذف لوگوی ایران عرضه "مجاز" می باشد

لینک های مفید آزمون استخدامی هنرآموز سرامیک

خرید سوالات هنرآموز سرامیک	جزوات خلاصه عمومی و اختصاصی آزمون
خرید گلچین سوالات عمومی و اختصاصی آزمون	خرید پکیج سوالات عمومی و اختصاصی آزمون
منابع عمومی و اختصاصی آزمون	منابع تخصصی آزمون
اخبار آزمون	شبکه های اجتماعی ایران عرضه (فایل های رایگان + تخفیفات هفتگی + اخبار)
(برای مشاهده هر بخش روی آن بزنید)	

فهرست مطالب

❖ فصل اول: خلاصه تولید شیشه پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۱۱ تالیف ایران عرضه صفحه {۴}

❖ فصل دوم: نکات مهم تولید شیشه پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۱۱ تالیف ایران عرضه صفحه {۴۰}

ایران عرضه
IRANARZE.IR
فروشگاه کالاهای دانلودی

❖ فصل اول: خلاصه تولید شیشه پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۱۱ تالیف ایران عرضه

خلاصه سرامیک ۱۰

تولید شیشه

پودمان ۱ آماده سازی مواد اولیهٔ شیشه

طبق شواهد تاریخی، قبل از کشف روش ساخت شیشه بشر از هزاران سال پیش، از شیشه طبیعی برای ساخت ابزارهایی مانند سرنیزه استفاده میکرد.

برخی از شیشه های طبیعی از سریع سرد شدن مواد مذاب حاصل از فوران آتشفشانها به وجود می‌آیند که از آن جمله میتوان به شیشه اُبسیدین اشاره کرد.

همچنین نمونه هایی از شیشه های طبیعی در صحرای لیبی کشف شده‌اند.

پس از کشف روش ساخت شیشه، از طریق ذوب ترکیبات سیلیس، خاکستر گیاهان و آهک، ساخت ظروف شیشه ای آغاز شد. شیشه های ساخته دست بشر شیشه مصنوعی نامیده میشوند.

مهره های رنگین شیشه ای نیز از ساخته های ابتدایی بشر بوده اند. این مهره ها به عنوان وسایل زینتی مورد استفاده قرار میگرفتند و در دورهای نقش پول امروزی را داشته‌اند و برای داد و ستد استفاده میشدند.

در کشور ما ایران نیز تاریخ آغاز صنعت شیشه سازی به طور کامل شناخته نشده است و تنها طبق شواهد باستان شناسی این هنر در هزاره دوم قبل از میلاد رایج بوده است. شیشه های رنگین بکار رفته در بناهای تاریخی ایران و شیشه های ظروف باستانی نشان دهنده قدمت شیشه گری در ایران است.

امروزه اهمیت صنعت شیشه بر کسی پوشیده نیست و کاربرد شیشه در تمام عرصه های زندگی بشر مشاهده میشود.

شیشه ماده ای است که در اثر سریع سرد کردن مذاب و رساندن آن به دمای محیط، متبلور نشود. به دلیل سریع سردکردن مذاب، زمان لازم برای ایجاد ساختار منظم اتمی وجود ندارد و ساختار بی نظم ایجاد میشود. گرانروی مذاب شیشه زیاد است که این عامل همراه با سرعت سرمایش کنترل شده مذاب باعث تشکیل ساختار شیشه ای میشود.

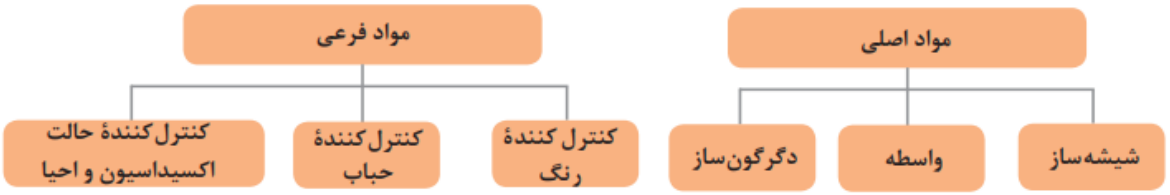
موادی برای ساخت شیشه مناسب هستند که در دمای ذوب گرانروی بالایی دارند و در هنگام سرد شدن نتوانند به ساختار منظم شبکه های بلوری تغییر آرایش دهند.

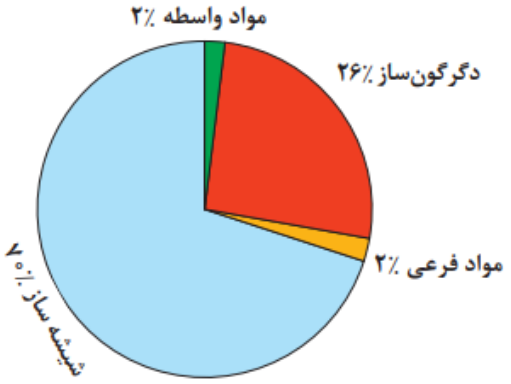
نکته: شیشه ها اینگونه شناخته شده اند که اجسامی ذاتا شفاف هستند که نور را به خوبی از خود عبور میدهند و پشت آنها به وضوح قابل مشاهده است. اما چنانچه نیاز باشد میتوان با روشهایی مانند تغییر ترکیب شیمیایی (شیشه های اُپال) یا تغییر سطح شیشه (مشجرکردن شیشه) قابلیت عبوردهی نوری شیشه را کاهش داد یا کاملا از بین برد.

فرایند آماده سازی آمیز شیشه

مواد اولیه شیشه

مواد سازنده شیشه به دو دسته مواد اصلی و فرعی تقسیم بندی میشوند:





مواد اصلی آمیز شیشه

مواد اصلی آمیز شیشه شامل مواد شیشه ساز، مواد واسطه و دگرگون ساز هستند.

۱ مواد شیشه ساز

شیشه سازها موادی هستند که حتی اگر به تنهایی ذوب و سریع سرد شوند متبلور نمیشوند و ساختار آمورف ایجاد میکنند. سیلیس (SiO_2) مادهٔ اصلی شیشه ساز در شیشه است که بیشترین جزء وزنی آمیز را به خود اختصاص میدهد.ص۱۶

در آمیز تمام شیشه ها مانند شیشه های ساختمانی، خودرو و ظروف غذاخوری از سیلیس به میزان زیادی استفاده میشود. درصد مصرف این اکسید به نوع، کاربرد و خواص مورد انتظار از شیشهٔ تولید شده بستگی دارد.

به جز سیلیس، مواد دیگری نیز میتوانند به‌عنوان ماده شیشه‌ساز مورد استفاده قرار گیرند، مانند بوراکسید و فسفراکسید که در درصدهای وزنی بالا نقش شیشه ساز دارند. این اکسیدها نسبت به سیلیس کاربردهای محدودتری دارند و برای ساخت برخی از شیشه های خاص مانند شیشه های با کاربرد در دستگاه لیزر استفاده میشوند.

۲ دگرگون سازها

سیلیس و سایر ترکیبات مورد استفاده در آمیز شیشه دارای دمای ذوب بالایی هستند و پس از ذوب شدن و تشکیل مذاب، گرانروی زیادی دارند. بنابراین نیاز است که در آمیز شیشه از مواد دگرگون ساز استفاده شود که باعث کاهش دمای ذوب و کاهش گرانروی مذاب شوند.

اصلی ترین و مرسوم ترین دگرگون سازها اکسیدهای قلیایی مانند K_2O,Na_2O و اکسیدهای قلیایی خاکی مانند MgO، BaO و CaO هستند.

۳ مواد واسطه

مواد واسطه یا دوام دهنده موادی هستند که به تنهایی قادر به ایجاد ساختار شیشه ای نیستند، اما اگر همراه مواد شیشه ساز در آمیز شیشه استفاده شوند، در شرایطی میتوانند باعث بهبود برخی از خواص شیشه مانند مقاومت در برابر ضربه، سایش، شوک حرارتی و خوردگی شیمیایی شوند.

میزان استفاده از مواد اولیه واسطه در آمیز اغلب شیشه ها در حدود ٦-١درصد است.

مهمترین و اصلی ترین مادهٔ واسطه آلومینیوم اکسید (Al_2O_3) است. در آمیز شیشه میتوان Al_2O_3 مورد نیاز را از کائولن، فلدسپات یا آلومینیوم اکسید تأمین کرد.

نکته: افزودن سرب اکسید معمولا به شکلی انجام میشود که در ترکیب نهایی شیشه بیشتر از ۲۴ درصد سرب اکسید وجود داشته باشد تا قابلیت تراشکاری آن بیشتر شود. این اکسید علاوه بر نقش دوام دهنده باعث بهبود درخشندگی شیشه میشود.

مواد اولیه فرعی آمیز شیشه

وجود عیوبی مانند حباب و ته رنگ سبز در شیشه از کیفیت ظاهری آن می کاهد و شیشه را معیوب می کند.

بنابراین در کارخانه های شیشه سازی به آمیز شیشه موادی اضافه میشوند تا از بروز این عیوب پیشگیری شود.

مقدار مصرف این مواد بسیار کم است بنابراین به آنها مواد فرعی یا جزئی گفته میشود.

۱ کنترل کنندهٔ حباب

برخی از مواد اصلی مانند کلسیم کربنات و بوراکس در هنگام ذوب شدن تجزیه شده و گاز تولید میکنند.

مقدار زیادی از این گازها پیش از ذوب شدن کامل آمیز از آن خارج میشوند، ولی برخی از این گازها فرصت خارج شدن پیدا نمیکنند. بنابراین در مذاب باقی میمانند و باعث به وجود آمدن حباب هایی با اندازه‌های مختلف در شیشه میشوند.

حباب ها بر اساس مقدار و اندازه، اثر نامطلوبی بر ویژگیهای نوری و استحکام شیشه تولید شده دارند و مقدار عبور نور و شفافیت را کاهش میدهند. همچنین حبابها اطراف ذرات سیلیس را احاطه کرده و مانع از ذوب شدن سیلیس میشوند.

در برخی از کارخانه ها برای حباب زدائی و تصفیهٔ مذاب به آمیز شیشه موادی اضافه میکنند تا در دماهای بالا در مذاب گاز تولید شود. این گازها باعث میشوند که حباب های گیر افتاده در مذاب بزرگتر شوند و با فشار بیشتر به سطح مذاب آمده و از آن خارج شوند. به مواد تولیدکنندهٔ گاز در مذاب، حباب زدا یا تصفیه کننده گفته میشود. مهمترین مواد حباب زدا عبارتند از:

- سدیم سولفات (Na_2SO_4) به همراه درصد کمی کُک
- آرسنیک اکسید (As_2O_5)
- آنتیموان اکسید (Sb_2O_5)
- نمک طعام (NaCl) به همراه فلوئورین (CaF_2) و سدیم نیترات ($NaNO_3$)
- سدیم نیترات($NaNO_3$)

ـ سریم اکسید (CeO_2).

۲ کنترل کنندهٔ رنگ

الف) بی رنگ کننده ها: مواد اولیه مصرفی برای تولید شیشه باید دارای کمترین میزان ناخالصی های رنگزا باشند. مواد اولیهٔ اصلی آمیز شیشه که از معدن استخراج میشوند گاهی مقداری ناخالصی دارند که درصد کمی از این ناخالصی ها اثرات نامطلوبی بر خواص شیشه تولیدی دارند.

ترکیبات آهن (آهن دو ظرفیتی) و کروم از جمله ترکیباتی هستند که باعث به وجود آمدن رنگهای نامطلوب در شیشه میشوند.

نکته: در مواد معدنی مانند سیلیس احتمال حضور ناخالصی آهن بیشتر از کروم است.

برای بی رنگ کردن شیشه ها به آمیز مقدار اندکی از مواد زیر اضافه میشود:

آرسنیک اکسید

آنتیموان اکسید

کبالت اکسید

عنصر سلنیم یا سلنیم دی اکسید .

رنگ بری شیشه با دو روش انجام میشود:

۱ـ شیمیایی: به آمیز شیشه ترکیباتی اضافه میکنند که باعث محو شدن رنگ نامطلوب میشود. به این مواد که باعث محوشدن رنگ میشوند بی رنگ کننده گفته میشود.

۲ـ فیزیکی: رنگ نامطلوب شیشه توسط رنگهای دیگر همپوشانی شده و محو میشود. نورهای گوناگون از ترکیب سه نور اصلی سبز، آبی و قرمز پدید میآیند که ترکیب آنها نور سفید را به وجود می آورد.

اساس بی رنگ کردن شیشه ها به روش فیزیکی ایجاد رنگ مکمل آن است که با ترکیب چند نور رنگی، نور سفید ایجاد میشود.

اگر در ترکیب شیشه، آهن سه ظرفیتی باشد باعث ایجاد رنگ زرد کاهی میشود که برای محو شدن آن باید ماده ای که رنگ آبی در شیشه ایجاد میکند، به آمیز اضافه شود تا شیشه بی رنگ شود. به همین منظور به آمیز درصد جزئی کبالت اکسید اضافه میشود.

اگر در شیشه ای آهن دو ظرفیتی باشد باعث ایجاد رنگ سبز مایل به آبی شده که برای محو آن باید ماده ای که در شیشه رنگ صورتی ایجاد میکند افزود. بنابراین به آمیز درصد جزئی عنصر سلنیم یا سلنیم دی اکسید اضافه میکنند.

ب) رنگ دهنده ها: برای تولید شیشه های رنگی به آمیز شیشه مقدار اندکی رنگدانه های معدنی یا اکسید عناصر واسطه که خاصیت رنگزایی دارند اضافه میکنند.

گاهی برای تولید رنگ از یک یا چند اکسید رنگی در آمیز شیشه استفاده میشود.

۳ کنترل کنندهٔ حالت اکسیداسیون و احیا

یکی دیگر از روشهای مورد استفاده برای رنگی کردن شیشه ها استفاده از اتمسفر احیایی است.

برای احیایی کردن اتمسفر کوره، به آمیز ترکیبات غنی از مواد کربنی (مانند زغال چوب، ضایعات لاستیک و پلاستیک، گازوئیل، قیر و روغن سوخته اتومبیل) اضافه میکنند. این مواد در کوره گازهای کربنی تولید میکنند به طوری که اتمسفر کاملا احیایی میشود. به شیشه های تولید شده در این شرایط، شیشه های احیایی گفته میشود.

ذخیره سازی

سیلوهای ذخیره سازی مواد اولیهٔ شیشه، نخستین واحد هر شرکت سازندهٔ شیشه است. در این بخش از کارخانه باید هر مادهٔ اولیه از تأمین کننده های مختلف به صورت جداگانه انبار شود به گونه ای که از ورود ناخالصیها و گرد و غبار محیطی به درون آنها محافظت شود.

در صنعت شیشه سازی، اغلب مواد اولیهٔ اصلی مانند سیلیس، کلسیمکربنات، دولومیت، کائولن و فلدسپات به صورت کلوخه ای یا فله وارد کارخانه میشوند، اما برخی از مواد اولیه مانند سدیم کربنات، پتاسیم کربنات، بوراکس، بوریک اسید، سرنج، سرب سیلیکات و اکسیدها به علت جذب رطوبت به صورت بسته بندی شده وارد کارخانه میشوند.

خردایش و آهن گیری مواد اولیه

مواد کلوخه ای اغلب به کمک سنگ شکن فکی خرد میشود و سپس در سیلوهای اتاقکی ذخیره میشوند.

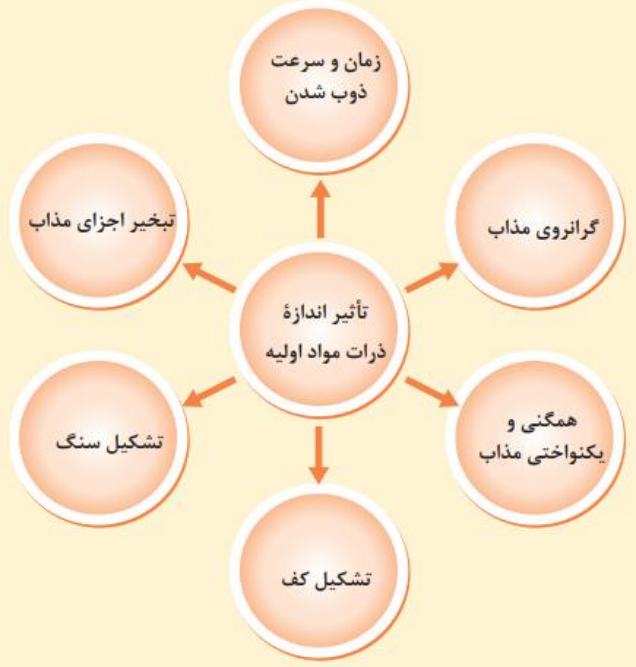
پس از عملیات خردایش در مسیرهای انتقال مواد به سیلوها که با نوار نقاله صورت میگیرد با قرار دادن چندین آهنربای قوی سعی میشود تا آهنهای موجود در مواد اولیه تا حد ممکن گرفته شود.

آسیاب کردن و آهنگیری

مواد اولیه شیشه به منظور دستیابی به دانه بندی مناسب برای فرایند ذوب به آسیاب منتقل میشوند.

آسیاب های مورد استفاده در صنایع شیشه بیشتر از نوع فکی، چکشی و میله ای است.

تأثیر اندازه ذرات مواد اولیه بر فرایند ذوب



نکات ایمنی:

در مراحل خردایش و آسیاب کردن مواد اولیه باید از ایجاد گرد و غبار در محیط جلوگیری شود زیرا اغلب مواد مصرفی در تولید شیشه باعث بیماریهای ریوی و مشکلات زیست محیطی میشوند. برای جلوگیری از ایجاد گرد و غبار لازم است نکات زیر رعایت شود:

۱- به مواد اولیه درصد کمی آب اضافه شود.

۲- از سیستمهای فیلتراسیون قوی استفاده شود.

۳- روی نوار نقاله ها، بالابرها و دهانه ورودی سنگ شکن و آسیاب سیستم مه آب مورد استفاده قرار گیرد.

در کارخانه های تولید شیشه بخش اصلی آمیز را سیلیس تشکیل میدهد، این مواد در فضای سقف دار انبار میشوند و هنگام برداشت به صورت برشی از انبارها برداشته میشود.

موادی مانند فلدسپات، کائولن و کلسیم کربنات (آهک) که مقادیر آنها نسبت به سیلیس کمتر است در سیلوهای فلزی ذخیره میشوند.

در هنگام انتقال مواد پودر شده از آسیاب به سیلو لازم است دوباره عملیات آهنگیری انجام شود.

وزن کردن مواد اولیه

هر یک از مواد اولیه آمیز شیشه (اصلی و فرعی) متناسب با درصد آنها در آمیز وزن شده و درون مخلوط کن (بچ پلانت) ریخته میشود. معمولاً ترتیب وزن کردن مواد اولیه به این روش است که ابتدا مواد اصلی مانند سیلیس و سپس مواد فرعی وزن میشود.

در اکثر کارخانه های شیشه مراحل آماده سازی آمیز، به صورت دستگاهی طبق برنامه بصورت خودکار از اتاقهای فرمان انجام میشود.

همگن کردن آمیز

آمیز شیشه در مخلوط کن (بچ پلانت) در مدت زمان ۳ تا ۵ دقیقه به خوبی همگن و یکنواخت میشود.ص۳۲

خرده شیشه به دو روش به آمیز اضافه میشود:

الف) در مسیر انتقال آمیز از بچ پلانت به سیلو، خرده شیشه با درصد معین به آمیز روی نوار نقاله افزوده میشود.

ب) در مجاور کوره و در ارتفاع کمی بالاتر از آن، سیلوی خوراک دهنده قرار دارد که آمیز از طریق نوار نقاله، به آن منتقل میشود. از مخزن حاوی خرده شیشه نیز به صورت لایه لایه (یک لایه آمیز و یک لایه خرده شیشه) به سیلوی خوراک دهنده افزوده میشود.

انواع شیشه

انتخاب مواد اولیه برای آماده سازی بستگی به نوع شیشهٔ تولیدی دارد. پرمصرف ترین شیشه ها از لحاظ ترکیب شیمیایی در نمودار زیر آورده شده است:

۱ شیشهٔ سودا ـ آهکی

حدوداً ۹۰ درصد از محصولات شیشه ای که برای مصارف روزمره مانند شیشه های در و پنجره ساختمان، خودرو، انواع بطری، ظروف پذیرایی، آشپزخانه ای وتزیینی کاربرد دارند از نوع شیشه های سوداآهکی هستند.

خواصی که از اغلب محصولات شیشه ای انتظار میرود شامل موارد زیر است:

۱- عبور نور و شفافیت

۲- مقاومت در برابر شوک حرارتی (تغییرات ناگهانی دما)

۳- مقاومت شیمیایی

شیشه های سودا- آهکی از لحاظ خواص مطرح شده و کیفیت در مقایسه با سایر شیشه ها نسبتاً مطلوب هستند و نیاز مصرف کنندگان را برای مصارف روزمره برآورده میکنند. همچنین قیمت آنها به ویژه در تولید انبوه نسبتاً پایین است.

سیلیس، سدیم اکسید و کلسیم اکسید اجزای اصلی آمیز این شیشه ها را تشکیل میدهند. البته به میزان کمی آلومینیوم اکسید، منیزیم اکسید و بعضی از اکسیدهای دیگر در آمیز این شیشه ها استفاده میشوند. در کارخانه های شیشه سازی به آمیز شیشه در حدود ٤٠- ١٥ درصد خرده شیشه که از ضایعات شیشه به دست می‌آیند اضافه میکنند.

در کارگاه های شیشه گری ترکیب آمیز سوداآهکی که در کوره بارگیری میشود به سه روش تهیه میشود:

۱- مواد اولیه (عیار)

۲- مواد اولیه و خرده شیشه

۳- خرده شیشه.

۲ شیشه های بوروسیلیکاتی

آمیز اصلی شیشه های بوروسیلیکاتی را سیلیس و بوراکسید تشکیل میدهد که علاوه بر این آلومینیوم اکسید، سدیم اکسید و پتاسیم اکسید نیز استفاده میشود.

شیشه های بوروسیلیکاتی در مقایسه با شیشه های سودا آهکی از مقاومت بالاتری در برابر شوک حرارتی، مقاومت شیمیایی و تا حدی از سختی برخوردار هستند.

این شیشه ها برای مصارف آزمایشگاهی، دارویی، صنعتی و حرارتی (پیرکس) تولید میشوند و قابلیت استفاده در معرض حرارت مستقیم را دارند.

۳ شیشه سربی (کریستال)

در آمیز شیشهٔ سربی درصد قابل ملاحظه ای سرب اکسید (٢٦- ١٨درصد) استفاده میشود که این اکسید باعث ایجاد خواص نوری مطلوب در این شیشه میشود.

شیشهٔجاذب امواج خطرناک و برخی ظروف شیشه ای تزیینی از جنس شیشهٔ سربی هستند.

شیشهٔ سربی سختی کمی دارد که در ظاهر نامطلوب است، اما این ویژگی امکان تراش دادن و برشکاری آنها را فراهم میکند. بنابراین با تراش دادن میتوان طرحهای هندسی مختلفی در این نوع شیشه ایجاد کرد.

٤ شیشهٔ اُپال

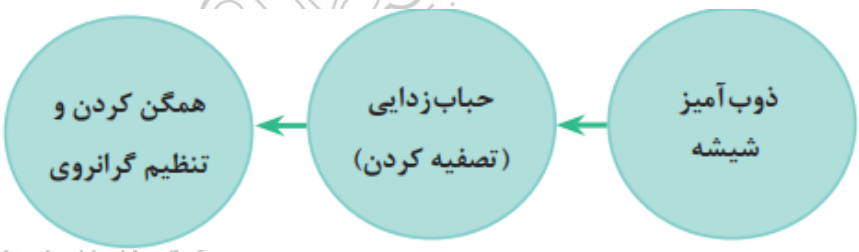
شیشهٔ اُپال به حالت نیمه‌شفاف تا غیرشفاف است و ظاهری شبیه به ظروف چینی دارد. این شیشه در برابر شوک حرارتی مقاومت مناسبی دارد، بنابراین بیشتر در ظروف آشپزخانه و در برخی از شیشه های صنعتی مقاوم به حرارت کاربرد دارد.

پودمان ۲ ساخت مذاب

با یک عملیات ذوب موفق برای آمیز شیشه میتوان محصولی با کیفیت مطلوب تولید کرد. آشنایی با انواع کوره و نحوهٔ عملکرد هر یک، ما را قادر میسازد روش مناسب برای ذوب آمیز را متناسب با نوع محصول تولیدی انتخاب کنیم.

برای ساخت یک محصول شیشه ای پس از تهیه آمیز شیشه، مواد اولیه باید ذوب شده و تبدیل به مذاب شیشه شوند.

ساخت مذاب شیشه شامل سه مرحله است که این مراحل در کورهٔ ذوب شیشه اتفاق میافتد.



ذوب آمیز شیشه

ابتدا آمیز آماده شده در قسمت بچ پلانت که در سیلوی خوراک دهندهٔ کوره ذخیره شده است، متناسب با ظرفیت کوره به صورت تدریجی به کوره تغذیه میشود.

مشعلها دمای آمیز را افزایش میدهند. با بالا رفتن دما، فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی در آمیز رخ میدهد تا مذاب تشکیل شود. واکنشهای انجام شده در آمیز به شرح زیر است:

خروج رطوبت	آب‌های فیزیکی و شیمیایی موجود در آمیز خارج می‌شود.
↓	
تجزیه	ترکیبات کربناتی و سولفاتی تجزیه شده و گاز تشکیل می‌شود.
↓	
ذوب	پس از تشکیل مذاب اولیه، مواد ذوب نشدهٔ باقیمانده در مذاب حل و ذوب می‌شوند.

مراحل ذوب شیشه با کورهٔ گاز سوز ـ آزمایشگاهی

۱- ابتدا اندکی شیر گاز کوره باز شود. سپس مشعل کوره را با میلهای که در سر آن پنبه نسوز آغشته به مواد سوختنی قرار دارد روشن کنید.

۲- اجازه دهید تا کوره در شعله کم برای مدت زمان کافی کار کند و حرارت به تدریج افزایش یابد. علت افزایش تدریجی حرارت کوره موارد زیر است:

الف) بوته ترک بر ندارد.

ب) به آرامی آبهای موجود در آمیز خارج شود.

۳- شیر هوا را کمی باز کنید و فن دمندهٔ کوره را روشن کنید.

٤- مقدار گاز و هوا را به آرامی افزایش دهید.

۵- فرصت دهید تا تمامی آمیز ذوب شود.

٦- مدت زمان قرارگیری مذاب در کوره باید به قدری باشد که حبابها از مذاب خارج شوند.

۷- پس از ذوب شدن کامل آمیز اندکی از مقدار گاز و هوا را کاهش دهید تا کمی دمای کوره کاهش یابد. این کار باعث افزایش گرانروی مذاب و انحلال حباب های ریز در آن میشود و قابلیت شکل پذیری مذاب بیشتر میشود.

مراحل ذوب شیشه با کوره الکتریکی آزمایشگاهی

۱- بوته را در نقطهای از کوره قرار دهید تا از دریچهٔ کوره قابل مشاهده باشد.

۲- برنامهٔ حرارتی را به شرح زیر تنظیم کنید:

الف) با سرعت کم دما افزایش یابد.

ب) سپس سرعت گرمایش (بالا رفتن دما) بیشتر شود.

ج) با رسیدن به دمای ذوب برای مدت زمان مشخصی در این دما باقی بماند.

د) سپس دما کمی کاهش یابد و مدت زمانی در این دما باقی بماند.

۳- پس از تنظیم برنامه حرارتی، کوره را روشن کنید.

٤- در دمای بالا فرصت دهید تا تمامی آمیز ذوب شود.

٥- مدت زمان قرارگیری مذاب در کوره به قدری باید باشد که حبابها از مذاب خارج شوند.

٦- پس از ذوب شدن کامل آمیز کمی دمای کوره را کاهش دهید. در اثر این کار گرانروی مذاب به مقدار کمی افزایش می یابد تا مذاب قابلیت شکل پذیری داشته باشد.

حباب زدایی و تصفیه مذاب

مایعات به طور طبیعی دارای گاز هستند. گازها میتوانند به صورت حبابهای قابل مشاهده در مایعات مانند حباب هوای حبس شده در عسل باشند. همچنین گازها میتوانند به صورت حل شده در مایع و غیرقابل مشاهده باشند مانند انحلال اکسیژن در آب که امکان حیات آبزیان را مهیا میسازد ولی غیرقابل مشاهده است.

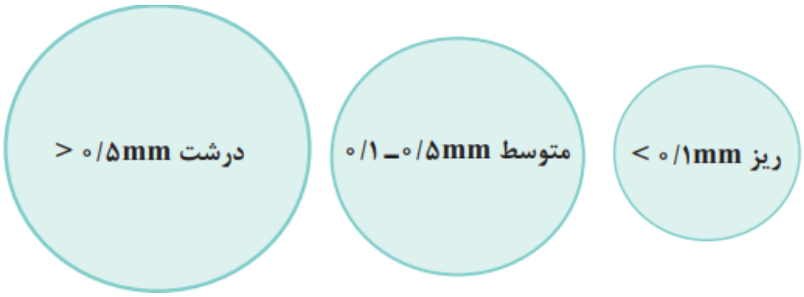
در داخل مذاب شیشه نیز امکان حبس شدن هوا وجود دارد. هوای حبس شده اگر به صورت حباب باشد باعث کاهش عملکرد و تغییر کیفیت ظاهر شیشه میشود ولی اگر به صورت حل شده باشد غیر قابل مشاهده بوده و فقط با استفاده از میکروسکوپ قابل تشخیص خواهد بود.

پس از تشکیل مذاب، اساسیترین مرحلهٔ حباب زدایی است. گرانروی مذاب شیشه در بهترین حالت فرایند ذوب، در حدود ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ پواز است. بنابراین مقداری از گازها نمیتوانند از مذاب خارج شوند و باعث تولید حباب در اندازه های مختلف در شیشه تولیدی میشوند.

نکته: مذاب شیشه از آب سفتتر است و گرانروی آن در کوره حداقل ۱۰۰۰۰ برابر آب است.

انواع حبابها از لحاظ اندازه

حبابهای موجود در مذاب شیشه میتوانند دارای اندازه های متفاوت باشند.



روشهای حباب زدایی

برای حذف گازها و حباب زدایی مذاب از روشهای مختلفی مانند حل کردن گازها در مذاب و خارج کردن آنها از داخل مذاب، میتوان استفاده کرد.

۱- حل کردن گازها و حبابها درون مذاب: مشابه حالت میعان با سرد کردن بعضی از گازها میتوان آنها را در مایع حل کرد. از این روش برای حل کردن گاز کربن دی اکسید در نوشابه نیز استفاده میشود. به همین ترتیب میتوان از این ویژگی برای از بین بردن حبابها در مذاب شیشه استفاده کرد. انحلال حبابهای ریز در مذاب در دمای پایین بیشتر اتفاق میافتد ولی نمیتوان تمامی حبابها و گازهای موجود در مذاب را حل کرد. در شرایط ایده آل حداکثر ۱۰ درصد حبابها را میتوان در مذاب حل کرد.

۲- خارج کردن حبابها از درون مذاب: حباب های متوسط و بزرگ را میتوان با افزایش اندازهٔ حباب از درون مذاب خارج کرد. با افزودن مواد حباب زا به آمیز، این مواد در مذاب گاز تولید می کنند که این گازها باعث بزرگتر و پرفشار شدن حباب های موجود در مذاب شده و در نتیجه خروج حبابها از مذاب اتفاق میافتد.

۳- همگن کردن و تنظیم گرانروی مذاب: دو مذاب شیشه از کوره خارج شده است؛ یکی از مذابها کاملا یکنواخت است و مواد اولیه به صورت کامل ذوب شده است و در دیگری عدم یکنواختی و ذوب نشدن مقداری از مواد اولیه قابل مشاهده است.

در شیشهٔ تهیه شده از مذاب غیرهمگن، رگه هایی قابل مشاهده است. این رگه‌ها و عدم همگنی باعث ایجاد خواص مکانیکی، شیمیایی و نوری متفاوت در قسمتهای مختلف شیشه میشود.

برای اینکه یک مذاب همگن داشته باشیم، باید شرایط زیر وجود داشته باشد:

۱- آمیز یکنواخت باشد و خوراکدهی کوره به روش صحیح صورت گیرد.

۲- زمان و دمای کافی در نظر گرفته شود.

۳- مذاب گرانروی و جریان مناسب داشته باشد.

انواع کوره در صنعت شیشه

در صنعت شیشه کوره های متنوعی براساس نوع شیشه، روش و ظرفیت تولید مورد استفاده قرار میگیرند.

کوره های شیشه بر اساس خوراک‌دهی به دو دسته پیوسته، ناپیوسته و بر اساس بازیافت حرارتی به دو دسته بدون سامانه بازیافت حرارتی و دارای سامانه بازیافت حرارتی تقسیم بندی میشوند. انواع کوره های مورد استفاده در صنعت شیشه سازی در جدول زیر آمده است.

نوع کوره	پیوسته	ناپیوسته	بدون سامانه بازیافت حرارت	با سامانه بازیافت حرارت
بوته‌ای[1]		✓	✓	
مخزنی روزکار[2]	✓		✓	
ریکوپراتوری[3]	✓			✓
ریجنراتوری[4]	✓			✓
کورهٔ الکتریکی[5]	✓	✓	✓	
کوره با سوخت اکسیژن[6]	✓		✓	

در کورهٔ پیوسته میتوان خوراک دهی آمیز و برداشت مذاب را همزمان انجام داد. در حالی که در کورهٔ ناپیوسته پس از تکمیل خوراک دهی و ذوب، مذاب کاملاً تخلیه میشود و سپس این مراحل به ترتیب تکرار میشود.

کوره های بوت های

کورهٔ بوته ای شامل بوته ای است که داخل کوره قرار گرفته و عمل بارگیری و برداشت مذاب از داخل بوته انجام میگیرد. این کوره در موارد زیر به کار میرود:

در کارگاه های کوچک شیشه‌گری که حجم تولید کم است.

برای ساخت محصولات خاصی که مقدار کمی مذاب مورد نیاز است.

برای ساخت شیشه های رنگی که برای تزیین شیشه های تولیدی به کار میروند.

حجم کوره های بوته ای بسیار کوچک است و ظرفیت تولید مذاب در آنها کمتر از ۱ تن در روز است. به دلیل ظرفیت تولید مذاب بسیار کم، نمیتوان به آنها دستگاه های شکل دهی متصل کرد.

کوره های مخزنی روزکار

فضای اصلی کوره های مخزنی روزکار شامل دو قسمت حوضچه بارریز و بارگیری است که با دیواره حائل از هم جدا شدها ند. در این کوره ها قسمت حوضچه بارریز، آمیز را به مذاب تبدیل میکند و در قسمت حوضچهٔ بارگیر مذاب را تصفیه و گرانروی را برای شکل دهی تنظیم میکنند.

۱- حوضچهٔ بارریز: در قسمت حوضچه بارریز (ذوب)، آمیز به کمک مشعل ذوب میشود. دمای حوضچه ذوب به گونه ای تنظیم میشود که مذاب گرانروی پایینی داشته و بتواند با عبور از دیوار حائل به حوضچه بارگیر وارد شود.

۲- دیوارحائل: دیواری است که ما بین حوضچه ذوب و حوضچه بارگیر قرار گرفته و آنها را از هم جدا میکند.

این دیوار گلوگاهی دارد که در پایین آن تعبیه شده است.

وظایف دیوار حائل شامل موارد زیر است:

از ورود مواد ذوب نشده، سنگها و کف شناور بر سطح مذاب به درون حوضچه بارگیر جلوگیری میکند.

امکان تنظیم دماهای متفاوت را برای حوضچه ها فراهم میکند.

۳- حوضچه بارگیر: در حوضچه بارگیر (لقمه برداری)، به مذاب فرصت داده میشود تا حبابها از داخل آن خارج شوند. سپس با کاهش دما، گرانروی مذاب برای شکل دهی تنظیم میشود. در دیوارهای حوضچه بارگیر، دریچه هایی برای برداشتن لقمه مذاب یا بار تعبیه شده است.

کوره بانی کوره های بوته ای و مخزنی روزکار

کوره بان وظیفه راه اندازی و کنترل کوره را بر عهده دارد و باید بر نحوه بارگیری و شرایط عملیاتی کوره نظارت کامل داشته باشد. برخی از نکات فنی که کوره بان باید مدنظر قرار دهد عبارت است از:

۱- قبل از اولین بارگیری، مشعلها روشن شوند تا کوره پیشگرم شود.

۲- بارگیری اولیه باید با خرده شیشه انجام شود و طبق برنامه حرارتی مناسب، دمای کوره افزایش داده شود.

۳- ارتفاع مذاب و حجم بارگیری مطابق با ظرفیت و حجم مفید کوره باشد.

٤- با لقمه گیری و بررسی گرانروی و شکل پذیری مذاب، شرایط مناسب را در حوضچهٔ بارگیری کنترل کند.

۵- اگر گرانروی مذاب برای شکل دهی مناسب باشد، حرارت مشعل ها ثابت نگه داشته میشود تا دما و گرانروی مذاب بدون تغییر باقی بماند.

کوره های پیوسته با سامانه بازیافت حرارتی

شعله حاصل از احتراق مخلوط سوخت و هوا است. برخی از کوره ها مجهز به سامانه ای هستند که هوای مورد نیاز مشعلها را به کمک حرارت گازهای خروجی از کوره پی شگرم میکند که به آن سامانهٔ بازیافت حرارتی میگویند. این سامانه باعث افزایش دمای شعله و کاهش مصرف انرژی میشود. افزایش دمای شعله نیز امکان افزایش ظرفیت تولید مذاب را مهیا میسازد.

شناخته‌شده ترین سامانه‌های بازیافت حرارتی سامانه های ریکوپراتوری و ریجنراتوری هستند.

سامانه ریکوپراتور از یک لوله دوجداره ساخته شده است که هوای داغ کوره در یک جداره و هوای مورد نیاز مشعلها در جداره دیگر جریان دارند. جریان گازها در خلاف جهت یکدیگر بوده و حرارت از گازهای داغ خروجی به هوای سرد ورودی مشعل انتقال مییابد.

در سامانه ریجنراتور برای گرم کردن هوای مورد نیاز مشعلها از دو مجموعه چکر استفاده می شود. چکر ها اتاقک هایی هستند که از آجرهای دیرگداز چیده شده به صورت شطرنجی، صلیبی یا دودکشی ساخته شده‌اند. یکی از چکرها وظیفه خروج هوای داغ کوره و چکر دیگر، وظیفه تأمین هوای مشعلها را بر عهده دارد. وظیفهٔ چکرها در دورههای زمانی ۱۵ تا ۲۰ دقیقه ای بهطور مداوم جابه جا میشود. در هر دوره زمانی آجرها توسط گازهای داغ خروجی گداخته میشوند و در دوره بعدی حرارت خود را به هوای سرد ورودی به مشعلها منتقل میکنند.

انواع کوره های ریجنراتوری

پشت گذر

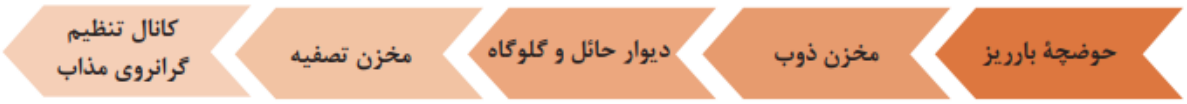
در این کوره ها، چکرها در ابتدای کوره و به اندازه عرض کوره در کنار هم ساخته می شوند.

پهلو گذر

در کوره های پهلو گذر (کنارگذر)، چکرها در دو طرف دیواره های جانبی به اندازهٔ طول قسمت مخزن ذوب کوره ساخته میشود.

اجزای مختلف کوره های پیوسته مجهز به سامانه بازیافت حرارتی

ظرفیت و ابعاد کوره پیوسته مجهز به ریکوپراتور و ریجنراتور حداقل بیش از ۱۰ برابر کوره روزکار است. این کوره شامل قسمتهای زیر است:



۱- حوضچهٔ بارریز: در ابتدای مخزن ذوب کوره و در ارتفاع کمی بالاتر از سطح مذاب، دریچهٔ بارریز قرار دارد که از آن آمیز به درون مخزن ذوب ریخته میشود.

دریچه بارریز در کوره های تولید بطری و شیشه های ظروف به صورت دریچه ای مربعی شکل مشابه دهانه کانال کولر در دیوار پهلو یا پشت مخزن ذوب واقع شده است.

در کوره های شیشه تخت با ظرفیت تولید بالا (کوره های با ظرفیت ٤٠٠ تا ٨٥٠ تن) دریچه بارریز در دیوار پشت (عرض) مخزن ذوب به اندازه عرض کوره واقع شده است.

۲- مخزن ذوب: مخزن ذوب حوضچه ای است که با حرارت مشعلها در آن واکنشهای ذوب انجام میشود و آمیز کاملاً ذوب میشود. ابعاد مخزن ذوب بستگی به ظرفیت کوره دارد.

۳- دیوار حائل و گلوگاه: گلوگاه کانالی است که در دیوار حائل تعبیه شده است تا از طریق آن، مذاب از مخزن ذوب به مخزن تصفیه منتقل شود. گلوگاه ها میتوانند دارای ابعاد و شکل متنوعی باشند.

٤- مخزن تصفیه: با ورود مذاب به مخزن تصفیه دو شرط برای بهبود حباب زدایی و همگن شدن ایجاد میشود که شامل موارد زیر است:

۱ـ راکد ماندن مذاب درون مخزن برای مدت زمان مشخص

۲ـ کاهش دمای مذاب به میزان ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس.

۵- کانال تنظیم گرانروی مذاب: کوره های تولید شیشه ظروف یا بطری، در انتهای مخزن تصفیه به کانال هایی متصل میشوند که مذاب را به سمت دستگاههای شکل دهی هدایت میکند. براساس تعداد خطوط شکلدهی این کانالها ساخته میشود. در این کانالها از دمش هوا برای کاهش دمای مذاب و تنظیم گرانروی آن برای شکل دهی استفاده میشود.

کورهٔ الکتریکی: در کورههای الکتریکی به جای استفاده از احتراق مشعلها، حرارت مورد نیاز از انرژی الکتریکی الکترودهای معلق در داخل مذاب فراهم میشود.

پودمان ۳ شکل دهی شیشه

فرایند تولید شیشه مسیر تکاملی از یک هنر و حرفهٔ دستی تا رسیدن به فناوری پیشرفته را طی کرده است. روشهای مختلف شکلدهی شیشه، امکان تولید محصولات شیشه ای متنوع را فراهم کرده است.

محصولات شیشه ای با روشهای دستی و دستگاهی شکل دهی میشوند.

شیشه گری دستی

شیشه گری هنر شکل دادن مذاب شیشه است. در این روش محصولات مختلفی از مذاب شیشه به وسیله دست و ابزارهای متعدد تولید میشود.

تولید شیشه به روش دستی با روشهای متعددی انجام میشود که پرکاربردترین آنها در نمودار ۱ نشان داده شده است.

افرادی که در کارگاه شیشه گری فعالیت میکنند با مذاب دما بالا و حرارت مستقیم سروکار دارند؛ بنابراین ایمنی در هنگام کار و استفاده از وسایل ایمنی ضرورت دارد.

شیشه گری به روش دمیدن

مراحل شیشه گری به روش دمیدن به شرح زیر است:

۱- برداشتن مذاب از کوره با میله دم: مهمترین وسیله شیشه گری دستی لولهای توخالی است که به آن «دم» گفته میشود و برای برداشتن مذاب شیشه از داخل کوره مورد استفاده قرار میگیرد. با فرو بردن و چرخاندن دم داخل مذاب شیشه، مقدار مورد نظر ماده مذاب روی میله قرار میگیرد و روی نوک میله ثابت میشود. پس از دمیدن در دم، گوی کوچکی که به آن «گوی اول» گفته میشود، بدست می آید.

۲- افزایش قطر گوی مذاب: بعد از کمی سرد و سفت شدن گوی اول، بار دیگر لوله دم به داخل شیشه مذاب فرو برده شده و مذاب شیشه بیشتری برای ساخت قطعهٔ مورد نظر برداشته میشود که اصطلاحاً به آن بار یا لقمه گفته میشود. گِردیگوی اول باعث میشود تا مقدار مذاب شیشه که در مرحله دوم برداشته میشود در تمام جهت ها دارای قطر مساوی باشد.

۳- دمیدن در میله: پس از افزایش قطر گوی، با دمیدن درون میلهٔ دمحبابی در گوی مذاب ایجاد میشود.

٤- سرد کردن گوی و قرار دادن آن درون قاشق: با ایجاد حرکات متناوب و دورانی سعی میشود که

گوی حاصل از مرحلهٔ قبل کمی سرد شود تا بتواند شکل اولیهٔ خود را حفظ کند و برای مرحلهٔ بعد آماده شود. در این مرحله گرانروی مذاب شیشه زیاد و قطر آن کم است. به همین دلیل گوی شیشه ای برای رسیدن به یکنواختی بیشتر، داخل قاشق قرار میگیرد.

۵- شکل دهی گوی شیشه ای: پس از حرارت دهی مجدد، با توجه به ابعاد و شکل قطعه مورد نظر درون میله دم دمیده میشود تا گوی کرهای شکل به وجود آید. سپس مذاب به کمک انبر یا چرخاندن بر روی تخته کار شکل داده میشود.

٦- جدا کردن قطعه از میله دم : برای جداکردن قطعه از میله دم از میله دم دیگری که حاوی مقدار کمی شیشه مذاب است و به آن واگیره گفته میشود، استفاده میشود. پس از اینکه لقمه مذاب به شکل موردنظر را به دست می آورد، فرد دیگری به آرامی انتهای قطعه ساخته شده را به واگیره میچسباند. سپس با قلم موی مرطوب یا قیچی روی شیشه خط میاندازد و با ضربه ملایمی آن را از لوله اصلی جدا میکند.

نکته: شیشه شکل دهی شده در مجاورت هوای عادی پس از دقایقی به علت سرد شدن سطح شیشه و گرم ماندن درون آن میشکند و به همین دلیل اشیاء ساخته شده به گرمخانه منتقل میشوند تا به تدریج خنک شوند.

خلاصهٔ مراحل شکل دهی به روش دمیدن در قالب در زیر بیان آمده:

۱- در ابتدا گوی شیشه ای با روش دمیدن ایجاد میشود.

۲- گوی ایجاد شده داخل قالب قرار داده میشود. سپس درون میله دم میدمند تا مذاب شیشه شکل قالب را به خود بگیرد. همزمان فرد دیگری وظیفه باز و بسته کردن قالب را به عهده دارد.

مراحل شکل دهی با دمیدن در قالب به روش نیمه دستی به شرح زیر است:

۱- مقدار مناسبی مذاب با میلهٔ دم از کوره برداشته میشود و آن را بسیار سریع از میله دم جدا کرده و در قالب پرس قرار میدهند.

۲- با بستن قالب فشار هوا از دستگاه پمپ هوا به درون آن وارد میشود و مذاب شکل قالب مورد نظر را میگیرد.

۳- سپس به سرعت قطعه شکل دهی شده از قالب خارج میشود. به منظور جلوگیری از ایجاد تنش و کنترل سرعت سرد شدن، شیشه در گرمخانه قرار داده میشود.

شیشه گری با شعله

بسیاری از محصولات تزیینی شیشه ای و شیشه های آزمایشگاهی مانند استوانهٔ مدرج به وسیلهٔ مشعل شکل دهی میشوند.

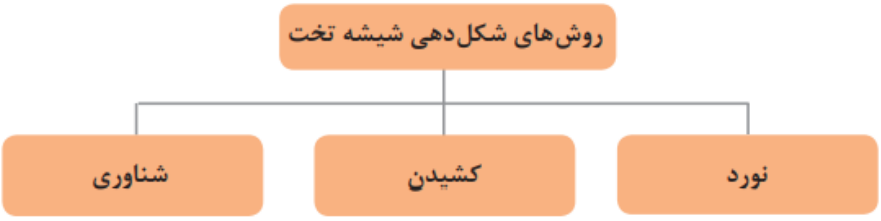
تولید شیشه به روش دستگاهی

امروزه اغلب محصولات شیشه ای با روش دستگاهی تولید میشوند و تعداد محدودی از کارگاه های شیشه گری به روش دستی فعالیت دارند. در تولید شیشه به روش دستگاهی تمام مراحل تولید شیشه به صورت خودکار انجام میشود. طراحی دستگاه های خط تولید به گونه ای است که محصول مورد نظر، در زمان کوتاهی شکل گیرد. مهمترین تولیدات شیشه به روش دستگاهی شیشهٔ تخت و ظروف شیشه ای هستند.

شیشه تخت

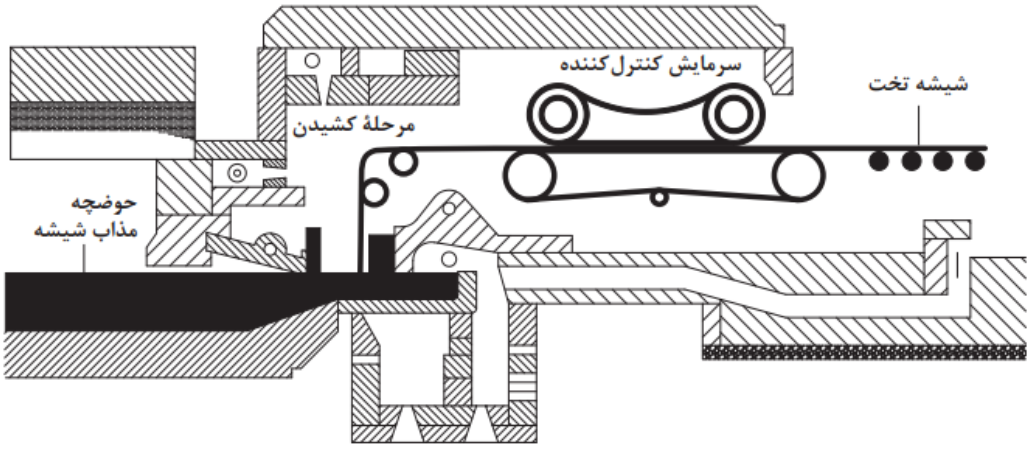
شیشهٔ تخت کاربردهای متنوعی مانند شیشهٔ اتومبیل، آینه و شیشه های مصرفی ساختمان دارد. در فرایند ساخت این شیشه ها هدف تولید شیشه ای با دو سطح کاملاً موازی و بدون اعوجاج در ظاهر آن است.

شیشهٔ تخت با روشهای مختلفی قابل تولید است که برخی از این روشها بیان شده است:



روش نورد: در روش نورد شیشهٔ تخت با قرارگیری مذاب بین غلتکهای فولادی شکل میگیرد. در این روش مذاب از بین غلطک های دوتایی که در خلاف جهت هم در حال حرکت هستند، عبور میکند.

روش کشیدن (کُلبِرن)



۱- مذاب به وسیله قالب هایی به سمت بالا کشیده میشود.

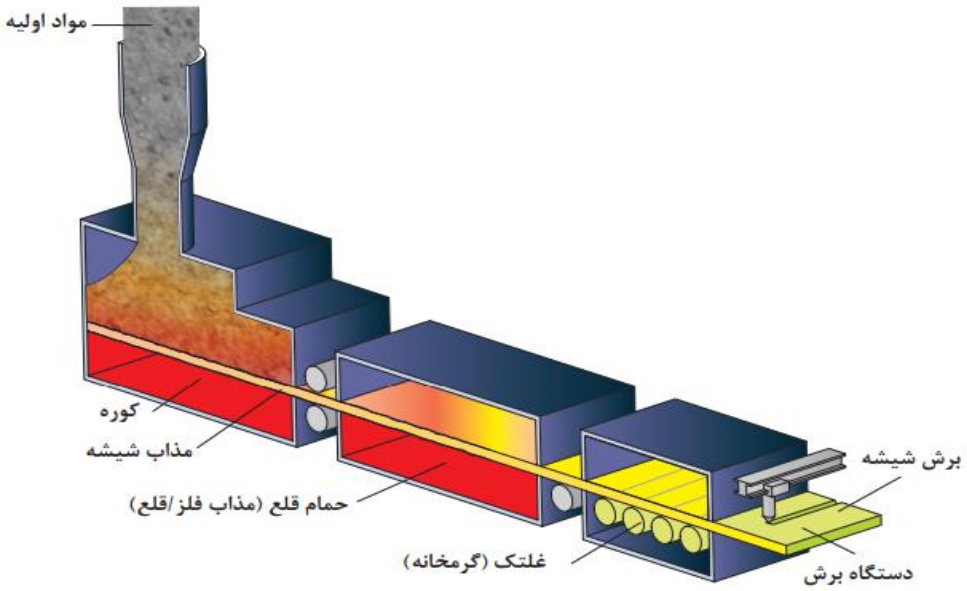
۲- مذاب کمی سرد شده و سپس بر روی غلتکهای افقی هدایت میشود. نحوهٔ قرارگیری غلتکها به گونه ای است که مذاب شیشه خم شده و سپس کشیده میشود.

۳- پس از قرارگیری شیشه بر روی غلتکها با کنترل دما شیشه تولید میشود و پس از خروج از گرمخانه شیشه ها برش داده میشوند.

روش شناوری:

روش شناوری (فلوت) پیشرفته‌ترین روش در تولید شیشه تخت است که امروزه کاربرد فراوانی دارد. در روش شناوری از این ویژگی استفاده میشود که با ریختن دو مایع غیر قابل انحلال در هم، مایع بالایی به صورت لایه ای با ضخامت یکنواخت بر روی مایع زیرین شناور میشود.

مراحل تهیه شیشهٔ تخت با روش شناوری (فلوت) نشان داده شده است:



۱- مذاب شیشه به طور پیوسته متناسب با عرض و ضخامت شیشهٔ تولیدی بر روی مذاب فلز قلع در مکانی سرپوشیده به نام حمام قلع ریخته میشود. شناوری لایه مذاب شیشه بر روی قلع مشابه شناوری الیه روغن برروی آب است.

۲- مذاب شیشه بر روی مذاب قلع پهن شده و کمکم به کمک چرخنده هایی که در دو طرف حمام قلع وجود دارد به شکل تخت درآمده و به سمت جلو منتقل میشود.

تمامی قسمتهای کارخانهٔ شیشه به ویژه کوره و حمام قلع به وسیلهٔ دوربین و حسگرهایی در اتاق فرمان کنترل میشود.

۳- در حمام قلع، مذاب شیشه به شکل تخت با سطوحی کاملا صاف در می آید و در حین حرکت به سمت جلو به آرامی و کنترل شده سرد میشود. بنابراین شیشه، در هنگام خروج از حمام قلع شکل خود را کاملاً در حمام قلع، مذاب شیشه به شکل تخت با سطوحی کاملا صاف درمیآید و در حین حرکت به سمت حفظ میکند.

٤- شیشه تخت تولید شده برای تنش زدایی به گرمخانه منتقل میشود. طول گرمخانه گاهی به ۱۵۰متر میرسد. شیشه در گرمخانه با کنترل دما و زمان کاملا تنش زدایی میشود. شیشه در هنگام عبور از این قسمت کمکم سخت و به حالت صلب تبدیل میشود. پس از خروج شیشه از گرمخانه به ابعاد معینی برش داده میشود.

۵- سپس شیشه از لحاظ کیفیت مورد بررسی قرار میگیرد تا معایب آن شناسایی شود.

شیشه تخت تولید شده به روش شناوری در مقایسه با روش نورد و کشیدن مزایایی دارد که عبارتند از:

۱ در فرایند شناوری می‌توان شیشه تخت با کیفیت بالا در محدوده ضخامتی ۰/۵ تا ۲۵ میلی‌متر با عرض بیش از ۵ متر تولید کرد.

۲ فرایند تولید شیشه به روش شناوری ظرفیت تولید بالاتری نسبت به سایر روش‌ها دارد.

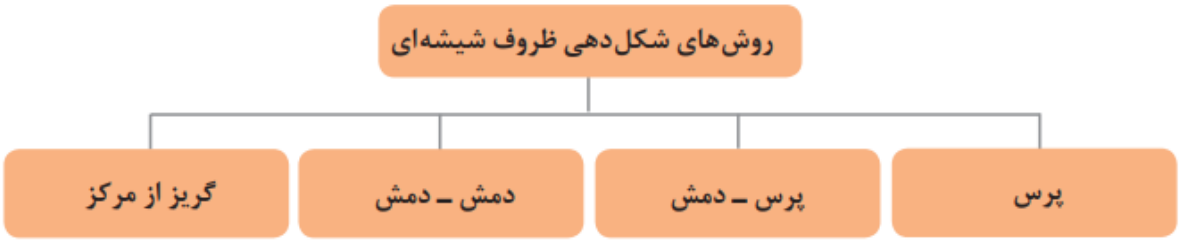
۳ سطح شیشهٔ تولید شده به روش شناوری صاف و صیقلی‌تر از سایر روش‌ها است.

۴ ضخامت شیشه تولیدی با روش شناوری در تمامی قسمت‌ها یکنواخت است و سطح آن بدون تاب است.

۵ فرایند شناوری ایمن‌تر از دیگر فرایندهای تولید شیشه است زیرا اکثر مراحل این فرایند به‌صورت اتوماتیک است.

ظروف شیشه ای

انواع روشهای شکل دهی ظروف شیشه ای



تولید ظروف شیشه ای به روش پرس ـ دمش

این روش برای تولید محصولات توخالی که دهانهٔ آنها از سایر قسمتها اندکی باریکتر است، کاربرد دارد.

مرسومترین محصول تولیدی با این روش شیشه های مربا (جار) هستند.

در این روش ابتدا لقمه مذاب با دستگاه پرس شکل دهی اولیه میشود و سپس در قالب اصلی با دمش هوای داغ شکل نهایی ایجاد میشود.

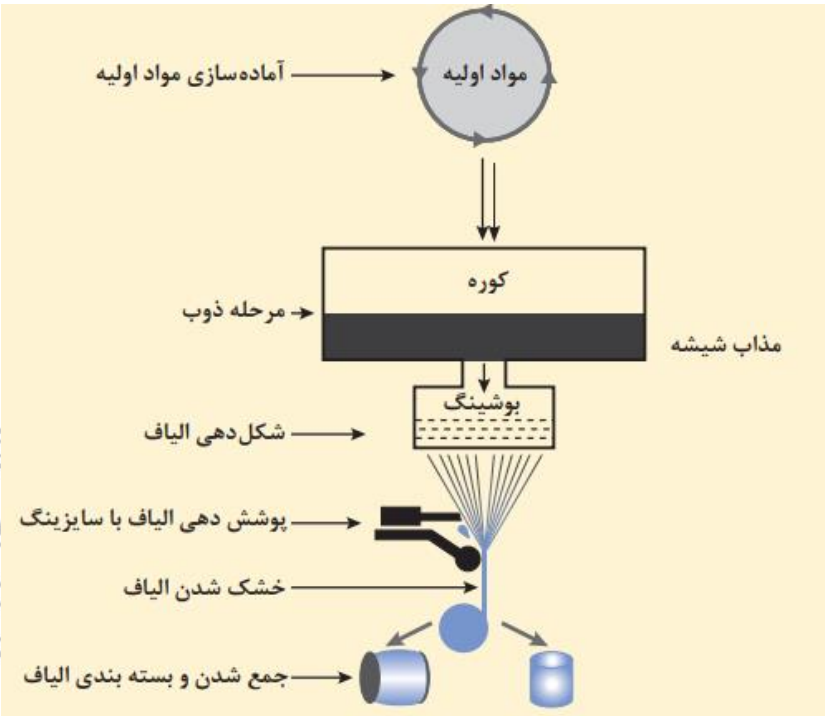
تولید ظروف شیشه ای به روش دمش ـ دمش

این روش برای تولید انواع بطریها و ظروف شیشه ای که قطر دهانهٔ آنها نسبت به بدنه کمتر است به کار میرود؛ رایجترین محصولات که به روش دمش ـ دمش تولید میشوند بطری های شیشه ای هستند.

الیاف شیشه ای

الیاف شیشه ای یکی از مهمترین الیاف مورد استفاده در ساخت سازه های مختلف کامپوزیتی است که ویژگیهای مکانیکی مناسب و قیمت پایین آن باعث شده است تا در مقایسه با الیاف گوناگون مانند کربن کاربردهای فراوانی داشته باشد.

در شکل زیر مراحل تولید الیاف شیشه ای نشان داده شده است:



۱- آماده سازی مواد اولیه: مواد اولیهٔ لازم برای تولید الیاف شیشه عبارتاند از سیلیس، سنگ آهک، کائولن، کلمانیت و برخی اجزای ترکیبی دیگر به مقدار کم (نظیر منیزیت، دولومیت، فلدسپات، فلوئورین و سدیم سولفات).

۲- تهیه مذاب شیشه: مواد اولیه پس از وزن کردن و مخلوط شدن به کورهٔ ذوب منتقل شده و در دمای بالا ذوب میشوند. مذاب تولید شده در واحد ذوب، برای کشش و تهیهٔ الیاف به راه گاه های مذاب منتقل میشود.

۳- مرحلهٔ کشیدن الیاف: پس از عبور از روزنه های ریز الیاف پیوسته و نازک تولید میشود. پس از خروج الیاف شیشه از روزنه ها بر روی آنها آب پاشیده میشود.

٤- پوشش دهی الیاف با سایزینگ: الیاف تولید شده پس از شکلدهی وارد محلول سایزینگ می شوند و پوششی از این محلول بر روی الیاف ایجاد میشود. این پوشش باعث میشود که الیاف در تماس با یکدیگر دچار ساییدگی و خوردگی نشود.

۵- جمع کردن الیاف و بسته بندی: الیاف شیشه پس از عبور از مرحله سایزینگ خشک میشوند. سپس بر روی دوک هایی جمع میشوند و به محصولاتی مانند پارچه تبدیل میشوند تا قابل عرضه به بازار باشند.

تولید ظروف شیشه ای به روش گریز از مرکز

این روش بیشتر برای تولید ظروف شیشه ای اُپال کاربرد دارد. در روش گریز از مرکز، لقمه ای از مذاب شیشه ای درون قالب قرار میگیرد. سپس در حالی که قالب حول محور خود میچرخد، لقمهٔ مذاب داخل قالب پخش شود و به شکل قالب در میآید. علت استفاده از نیروی گریز از مرکز به جای روش پرس آن است که با این روش میتوان ظروف نازک تر و سبک تر را تولید کرد.

پودمان ٤ عملیات تکمیلی شیشه

عملیات حرارتی تنش زدایی (آنیلینگ)

در هنگام شکل دهی شیشه، سطح آن سریع سرد میشود اما مرکز آن هنوز گرم است؛ این اختلاف دما بین سطح و مرکز شیشه سبب ایجاد تنش در شیشه میشود بنابراین شیشهٔ تولید شده استحکام مناسب نداشته و با ضربهٔ اندکی میشکند.

تنش های موجود در شیشه را میتوان با انجام عملیات حرارتی مناسب از بین برد. برای رهایی تنش های

درونی شیشه از عملیات حرارتی به نام تنش زدایی (آنیلینگ) استفاده میشود.

عملیات حرارتی تنشزدایی شامل سه مرحله است که دما و مدت زمان ماندگاری در هر یک از این مراحل با توجه به نوع شیشه تغییر میکند.

۱ رساندن دمای شیشه به دمای آنیل

۲ ماندگاری شیشه در دمای آنیل به مدت زمان معین (به آن زمان استراحت نیز گفته می‌شود)

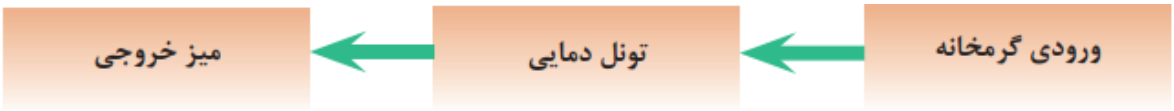
۳ فرایند سرد کردن (به ترتیب با سرعت آهسته، متوسط و سریع سرد کردن انجام می‌شود)

در هر کارگاه شیشه گری برای خروج تنش های شیشه، گرم خانه ای با درجه حرارت ۴۵۰ تا ۵۵۰ درجهٔ سلسیوس وجود دارد که شیشه های ساخته شده درون آن قرار داده میشوند.

گرمخانه پس از گذشت چند ساعت خاموش میشود تا شیشه به آرامی همزمان با سرد شدن هوای داخل گرمخانه سرد شود و به خوبی عملیات تنش زدایی انجام شود. مدت زمان این عملیات معمولاً بین ۲۴ تا ۴۸ ساعت است.

در صنعت عملیات حرارتی تنش زدایی در گرمخانه انجام میشود که به آن "لِهر" نیز گفته میشود و معمولا در دمایی در حدود ۵۵۰ تا ٦۰۰ درجهٔ سلسیوس انجام میشود. تنش زدایی شیشه در این گرمخانه ها نسبت به گرمخانه های کارگاه های شیشه گری سریعتر و کنترل دمایی دقیقتر است. در آزمایشگاهها تنش زدایی شیشه در کورهٔ الکتریکی انجام میشود.

گرمخانه های صنعتی شیشه شامل قسمتهای زیر است :



شیشه هایی که در زیر آورده شده است نیاز به کنترل و دقت بیشتری برای تنش زدایی دارند زیرا تمرکز تنش در این شیشه ها بیشتر است.

۱- شیشه هایی که تخت نباشند.

۲- شیشه هایی که در بدنهٔ آنها اختلاف ضخامت وجود دارد. به عنوان مثال در شکل ٦ شیشه در قسمت بالایی ضخامت کمتری نسبت به قسمت پایینتر آن دارد.

۳- شیشه هایی که ضریب انبساط حرارتی بالایی دارند مانند شیشه هایی که درصد وزنی Na20 و K20 بالایی دارند.

عملیات نشکن سازی (تمپرینگ)

ویژگی ذاتی شیشه تردی و شکنندگی آن است. بنابراین در اثر وارد آمدن ضربه یا تغییرات ناگهانی دما در شیشه ترک ایجاد میشود و پس از شکستن به قطعات تیز و برندهای تبدیل میشود.

برای نشکن سازی شیشه ها از عملیات حرارتی به نام تمپرینگ استفاده میشود. شیشه تمپر شده در مواردی مانند شیشه های جانبی و عقب اتومبیل، قطار، کشتی و برخی از ظروف شیشه ای کاربرد دارند. به طور کلی هنگامی که در کاربرد شیشه، نیاز به استحکام بالا باشد شیشه های تمپر شده مورد استفاده قرار میگیرند.

تمپر کردن شیشه ها به دو روش حرارتی و شیمیایی انجام میشود.

تمپر حرارتی

با انجام تمپرحرارتی در سطح شیشه تنشهای فشاری ماندگاری ایجاد میشود که با جلوگیری از رشد ترکهای سطحی باعث افزایش استحکام شیشه میشود.

نکته: در صورتی که شیشه نیاز به تمیزکردن، برش یا عملیاتی مانند سوراخکاری و سنگ سابی داشته باشد باید قبل از تمپرکردن انجام شود.

در تمپر حرارتی پس از شکل دهی شیشه، سطح آن سریع سرد میشود و انقباض مییابد اما همچنان مرکز شیشه گرم است. با قرارگیری شیشه در دمای محیط، مرکز شیشه نیز دچار انقباض میشود. از آنجایی که در هنگام انقباض قسمت مرکزی، سطح شیشه که انقباض کرده و به حالت صلب رسیده است اجازه انقباض به مرکز را نمیدهد و مرکز به سطح شیشه تنش فشاری اعمال میکند.

شکل ۱۱

عملیات سریع سردکردن سطوح شیشه توسط جریان هوا صورت می پذیرد. مقدار جریان هوای دمیده شده به عوامل مختلف مانند دمای شیشه و ضخامت آن بستگی دارد.

به شیشه های تمپر شده شیشه های ایمنی یا ِسکوریت نیز گفته میشود، زیرا این شیشه ها با ضربه های قویتر میشکنند و پس از شکستن به تکه های بسیار ریز پولکی شکل بدون لبهٔ تیز تبدیل میشوند بنابراین پس از شکستن شیشه، آسیبها و جراحت های ناشی از آن به شدت کاهش مییابد.

نکته: شیشه هایی که سرعت سرمایش بیشتری دارند، درجه تمپرکردن بالاتری دارند. استحکام این شیشه ها نسبت به شیشهٔ اولیه تا چندین برابر میتواند افزایش یابد.

شیشه مشجر

یکی دیگر از عملیات تکمیلی در صنعت شیشه، مشجر سازی است. شیشه مشجر شیشه ای است که با ایجاد طرحهای برجسته بر روی یک سطح یا هر دو سطح شیشه بدست می آید.

شیشه های مشجر برای تزیین و تقسیم بندی فضاهای داخلی ساختمان، فضای گلخانه و نمای داخلی و خارجی ساختمان کاربرد دارد.

دلایل اصلی کاربرد این شیشه ها شامل موارد زیر است:

۱- محدود کردن دید به دلایلی مانند حفظ حریم شخصی

۲- کاهش نور عبوری از شیشه

۳- تزئینات ساختمان

انواع روشهای تولید شیشه های مشجر

۱- نورد مذاب شیشه بین دو غلتک: در این روش معمولاً غلتک زیرین بدون نقش است و غلتک بالایی نقش دار است.

۲- روش اسید شویی: در این روش طرح و نقش موردنظر از طریق حل شدن قسمتهایی از سطح شیشه با ترکیباتی از هیدروفلوئوریک اسید (HF) ایجاد میشود.

برش شیشه

شیشه برها تقریباً به اندازه یک خودکار هستند که تیغه برشی آن معمولاً از جنس الماس، فولاد سخت یا تنگستن کارباید با یک مقطع عرضی V شکل است. تیغه برشی شیشه بر میتواند به صورت ثابت یا چرخ گردان باشد.

پس از برش شیشه، لبه های آن تیز و بُرنده میشود. به منظور برطرف کردن این لبه‌ها از دستگاه های سایش و پرداخت شیشه استفاده میشود که به آن ساب زنی گفته میشود. این دستگاهها دارای صفحهٔ سایشی هستند که با تنظیم دور چرخش و جنس صفحه میتوان تیزی لبه های شیشه را از بین برد.

دستگاه برش حرارتی

این دستگاه تیغه برشی دارد که با سرعت کم می چرخد و بر روی شیشه شیار ایجاد میکند. همزمان دستگاه حرارت کمی بر شیشه وارد میکند تا برش بهتر انجام شود. در بیشتر کارگاه های شیشه گری از این دستگاه برای برش ضایعات و اضافه های شیشه تولید شده استفاده میکنند.

برش شیشه با آب (واترجت)

دستگاه برش شیشه با آب (واترجت) یک جریان نازک آب معمولی یا مخلوطی از آب و مواد ساینده است که با سرعت و فشار بسیار بالا از یک روزنه کوچک خارج شده و بر سطح مورد نظر نیروی زیادی وارد میکند که این نیرو قابلیت برش شیشه را دارد.

دستگاه های واترجت مصرف آب کمی دارند که این مقدار آب مصرفی نیز قابل بازیافت است. همچنین در این روش دقت برش بالا است و میزان ضایعات بسیار کم است.

با دستگاه واترجت میتوان بر روی شیشه تخت برش یا سوراخکاری با اندازه مورد نظر ایجاد کرد.

شیشه طلقی

شیشهٔ طلقی (لمینیت) از جمله شیشه های ایمنی است که از روی هم قرار گرفتن دو یا چند لایه شیشه تمپر شده تخت تشکیل شده است و بین لایه های شیشه ای لایه ای پلیمری قرار دارد. اتصال لایه های شیشه ای و لایه پلیمری درون اتوکلاو انجام میشود.

نکته: قرارگیری شیشه در اتوکلاو باعث خروج کامل هوا و افزایش چسبندگی لایه های شیشه ای و لایهٔ پلیمری میشود.

نکته: مرسوم ترین لایهٔ پلیمری که برای تولید شیشه های طلقی مورد استفاده قرار میگیرد، پلی وینیل بوتیرال (PVB) است.

شیشه طلقی (لمینیت)، سه ویژگی را همزمان ایجاد میکند:

لایه پلیمری در شیشه طلقی (لمینیت) پیوستگی شیشه را در هنگام شکست حفظ میکند و همچنین در برابر امواج صوتی نقش عایق را دارد و باعث کاهش ورود اشعه فرابنفش خورشید میشود.

کاربردهای شیشه طلقی (لمینیت) شامل موارد زیر است:

- شیشه جلوی خودرو، قطار و هواپیما
- کف شیشه ای
- شیشه عایق صوتی
- شیشه ضد گلوله
- شیشه ضد سرقت

ـ شیشه ایمن در برابر زلزله

ـ شیشه مغازه ها و بانکها.

شیشه ضدگلوله: شیشهٔ ضد گلوله با لمینیت کردن تعداد زیادی لایه شیشه ای (تمپر شده) بر روی یکدیگر ساخته میشود. لایهٔ پلیمری میانی برای چسباندن شیشه ها بر روی هم به کار میرود که استحکام شیشه را به میزان قابل توجهی افزایش میدهد. هنگامی که گلوله به شیشهٔ ضدگلوله برخورد میکند، با عبور از لایه های شیشهٔ طلقی انرژی جنبشی خود را از دست میدهد، بنابراین گلوله داخل شیشه گیر میکند. استحکام شیشه های ضد گلوله به نوع گلوله و تعداد شلیک وابسته است

شیشه دو جداره

با توجه به روند افزایش مصرف انرژی، صرفه جویی انرژی مورد توجه قرار دارد و راهکارهای بسیاری برای این منظور ارائه شده است.

یکی از راهکارهای پیشنهادی برای جلوگیری از اتالف انرژی در ساختمانها استفاده از شیشه دو جداره است. با استفاده از شیشهٔ دو جداره میتوان از تبادل سرما یا گرما به داخل ساختمان جلوگیری کرد و هوای داخل را بهتر حفظ کرد. از سوی دیگر این شیشه باعث کاهش انتقال صدا به ساختمان میشوند.

الف) جلوگیری از اتلاف انرژی ب) کاهش صدا

مهمترین اجزای شیشه های دوجداره فاصله انداز (اِسپِیسر) و گاز شارژ شده درون شیشه است. فاصله انداز نوار آلومینیومی توخالی است که بین دو ورقه شیشه قرار میگیرد. درون فاصله انداز با ماده رطوبت گیر پُر میشود تا رطوبت فضای بین ورقه های شیشه را جذب کند.

پرکاربردترین روشهای مونتاژ و اتصال قطعات شیشه ای به یکدیگر روشهای پولیش حرارتی و چسب UV (فرابنفش) است.

مونتاژ شیشه با روش پولیش حرارتی

برای مونتاژ ظروف شیشه ای معمولاً از روش پولیش حرارتی استفاده میشود. در این روش هر یک از قسمتهایی که قرار است به هم مونتاژ شوند، جداگانه شکلدهی میشوند. سپس اجزایی که میخواهند مونتاژ شوند بر روی هم قرار گرفته و با اعمال شعلهٔ مستقیم به محل مونتاژ به هم متصل میشوند.

مونتاژ شیشه با چسب UV

چسب UV (فرابنفش) برای چسباندن شیشه به شیشه، فلز و سایر مواد بهکار میرود. چسب UV برای خشک شدن باید در معرض اشعه UV قرار گیرد، بنابراین باید سطح مورد نظر مانند شیشه، شفاف باشد تا اشعه UV بتواند از آن عبور کرده و به چسب بتابد.

مات کردن شیشه

شیشه ظاهری شفاف دارد و در برابر اغلب مواد شیمیایی مقاومت مناسبی دارد. مات کردن شیشه با روش شیمیایی به منظور کاهش عبور نور یا تزیین شیشه کاربرد دارد.

برای مات کردن شیشه از اسیدی که بتواند قسمتی از سطح شیشه را در خود حل کند استفاده میشود.

هیدروفلوئوریک اسید (HF) باعث خوردگی و حل شدن شیشه میشود و میتواند صافی و شفافیت سطح شیشه را از بین ببرد، اما به دلیل خطرناک بودن و گران بودن این اسید، برای مات کردن شیشه بیشتر از آمونیوم هیدروژن بی فلوراید رقیق شده استفاده میشود.

تماسهای پوستی و تنفسی با HF باعث عوارضی مانند درد استخوان، تخریب و ایجاد زخم در ششها، سوختگیهای شدید، التهاب، تاول زدن پوست، نارسایی های شدید کلیوی، پایین آمدن کلسیم و منیزیم و بینظمی حرکات عضله قلب و آسیبهای چشمی میشود. تماس طولانی مدت با غلظتهای پایین این اسید منجر به سوختگی مجاری بینی و تکرار تماس با غلظتهای بالاتر از مقدار توصیه شده در طول چند سال، به علت ته نشینی فلوراید در استخوانها موجب فلج شدن بدن میشود.

پودمان ۵ تزیین شیشه

تراش شیشه

بر روی سطح برخی از محصولات شیشه ای طرحهای زیبا و متنوعی، به صورت فرو رفته وجود دارد. این طرح ها به روش تراش که یکی از روشهای تزیین بدنههای شیشه ای است ایجاد میشود.

تراش شیشه با خراشیدن سطح شیشه و ایجاد نقش و طرحهای مختلف انجام میشود که یکی از پرکاربردترین روشهای تزیین شیشه است.

کارگاههای تراش معمولاً محصولات شیشه ای ساده و بدون طرح را تهیه میکنند و پس از تراش آن، که معمولاً به صورت تکرار یک طرح ساده و در تعداد زیاد است، محصول نهایی را به بازار عرضه میکنند.

تراش شیشه های دکوری بر روی شیشه های رنگی و دستساز و معمولاً به صورت تکی یا در تعداد کم اجرا میشود. در تراش این شیشه ها اغلب از نقوشی مانند شمسه های هشت پر و دوازده پر استفاده میشود.

ارزش افزودهٔ بدنه هایی که به روش تراش تزیین شده اند بیشتر از روشهای دیگر تزیین شیشه است و به همان نسبت کار و زمان بیشتری برای انجام این روش نیاز است.

دستگاه تراش شیشه

برای تزیین محصولات شیشه ای به روش تراش از دستگاه تراش استفاده میشود. دیسکهای برش از اجزا مهم این دستگاه هستند که وظیفهٔ تراش بدنه را انجام میدهند.

چند نوع دیسک برش در شکل ۷ نشان داده شده است. دیسکهای برش در اندازه ها و ضخامت های مختلفی وجود دارد که هر کدام برای ایجاد خطوط مختلف از لحاظ عمق و اندازه بهکار میرود. در مراحل کار تراش باید به صورت دائم یک نازل کوچک آب روی دیسک برش وجود داشته باشد تا دیسکها را خنک کند.

دستگاه تراش شیشه شامل موتوری است که توسط یک تسمه، دیسک برشی را حول یک محور میچرخاند.

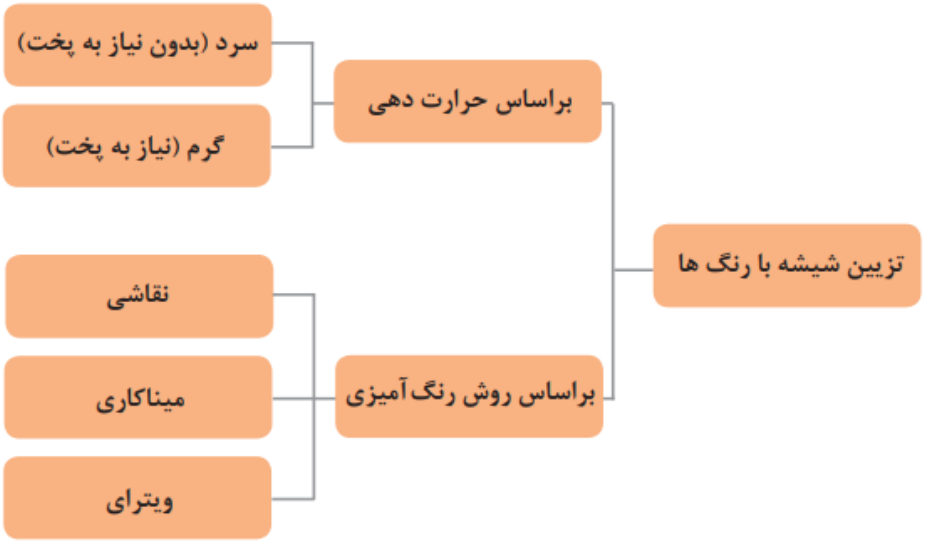
امروزه از دستگاهی به نام «فِرز مینیاتوری» نیز برای تراش شیشه استفاده میشود. فرز دستگاهی است که دور چرخشی بالایی دارد و در ابعاد و توانهای مختلف تولید میشود.

ابزارهای برنده و ساینده سر این دستگاهها فرز فرم نامیده میشود که در شکلهای مختلف برای کاربردهای متنوع عرضه میشوند. در هنگام تهیهٔ فرز باید نوع متناسب با طرح و قابل استفاده روی شیشه را انتخاب کرد.

دستگاه فرز مینیاتوری تمام قابلیتهای دستگاههای تراش را ندارد اما برای انجام تزیینات هنری و خاص، وسیلهای مناسب است. نحوهٔ کنترل و کار با دستگاه فرز مینیاتوری نیازمند تمرین است.

تزیین شیشه با رنگها

روش دیگر تزیین شیشه استفاده از رنگ است. انواع روشهای تزیین با استفاده از رنگ در نمودار زیر نشان داده شده است:



دو نکته بسیار مهم که در کیفیت شیشه تزیین شده با استفاده از رنگها بسیار مؤثر است عبارتند از:

ـ دقت و ظرافت در رنگ‌آمیزی

ـ تمیز بودن سطح شیشه و وسایل مورد استفاده

رنگهای مورد استفاده برای تزیین شیشه براساس استفاده از حرارت به دو نوع رنگهای سرد و رنگهای گرم تقسیم بندی میشوند.

تزیین شیشه با استفاده از رنگهای سرد

رنگهایی را که برای ثابت شدن روی شیشه نیازی به حرارت ندارند رنگهای سرد میگویند. از جمله روشهای تزیین با رنگ سرد، استفاده از ویترای است.

تزیین شیشه به روش ویترای ویترای

نوعی رنگ سرد و شفاف است که بر دو نوع «پایهٔ آبی» و «پایهٔ روغنی» وجود دارد. در این روش ابتدا بر اساس طرح مورد نظر که روی سطح شیشه رسم شده است، با چسب مخصوص مرز رنگهای مختلف دورگیری میشود. این دورگیری برای به هم نخوردن انجام میشود به طوری که رد قلم برجای نماند. سپس با قلم موهای مخصوص رنگ آمیزی در داخل مرزهای مشخص شده انجام میشود.

رنگهای گرم

برخی از رنگها برای تثبیت و مقاوم شدن روی شیشه نیاز به اعمال حرارت دارند. این رنگها، رنگهای گرم نامیده میشوند. رنگهای گرم پس از رنگ آمیزی در داخل کوره یک مرحله پخت میشوند. پخت کردن باعث تثبیت رنگ روی شیشه و دوام و جالی بیشتر آن میشود.

رنگهای گرم بر اساس محدوده درجه حرارت لازم برای پخت شامل دو نوع هستند:

الف) پایین پخت

ب) بالا پخت

رنگهای پایین پخت و بالا پخت دو جزئی هستند، به این معنا که علاوه بر رنگ، نیاز به حلال نیز دارند که در زمان استفاده رنگ و حلال باید با هم ترکیب شوند. حلال این رنگها از نوع روغن های مخصوصی است. پس از مخلوط کردن دو جزء (رنگ و حلال)، محلول حاصل شده را بلافاصله با تینر رقیق کرده و با پیستوله یا قلم موی نرم روی شیشه موردنظر اعمال میکنند.

تفاوت رنگهای پایین پخت با بالاپخت در نوع حاللها و درجه پخت آنها است:

رنگهای پایینپخت در دمای حدودا ۲۵۰ـ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس پخت میشوند اما رنگهای بالاپخت در محدوده دمای ۵۵۰ ـ۵۰۰ درجهٔ سلسیوس پخت میشوند.

نقاشی

نقاشی روی شیشه های تخت در روشهای تزیین شیشه به دو بخش تقسیم میشود:

الف) نقاشی روی شیشه

ب) نقاشی پشت شیشه

روش نقاشی روی شیشه شامل سه مرحله است:

۱- انتقال طرح موردنظر بر روی شیشه

۲- رنگگذاری

۳- قلم گیری نهایی

جنس رنگ در این روش بیشتر از نوع رنگ روغن است.

میناکاری شیشه

میناکاری شیشه، نوعی نقاشی روی شیشه است که بر روی ظروف شیشهای مانند لیوان و پارچ انجام میشود. رنگهای مینایی نوعی لعاب خاص است که مخصوص شیشه است و ترکیبی کاملاً متفاوت با سایر لعابها دارد. این رنگها در دمایی حدود ۶۰۰ ـ۵۰۰ درجه سلسیوس پخت و ثابت میشوند.

اعمال رنگهای مینایی به وسیله پمپ میناکاری انجام میشود. رنگ داخل پمپها ریخته میشود و با نازل ظریف آن، براساس طرح روی شیشه قرار میگیرد.

حرارت مستقیم (لَمپ وُرکینگ)

روش دیگری که برای تزیین شیشه کاربرد دارد، روش حرارت مستقیم است که این روش مشابه شیشه گری با شعله است.

تزیین شیشه با روش حرارت مستقیم یا لَمپ وُرکینگ در مقایسه با روشهای دیگر قدمت چندانی ندارد. این روش شامل حرارت دادن میله ها و لوله های شیشه ای و شکل دادن به آنها است. جنس شیشه های استفاده شده در این روش اغلب از جنس بوروسیلیکاتی است. مهمترین ابزار مورد استفاده در این روش یک مشعل گازی با بازدهی حرارتی بالا است.

فیوز شیشه

روش فیوز شیشه، شکلدهی شیشه در دمای آستانهٔ ذوب است.

دمای آستانهٔ ذوب دمایی است که در آن دما، شیشه کم کم شروع به ذوب شدن میکند.

نرم شدن تدریجی شیشه در اثر حرارت، این امکان را به وجود می آورد که قطعات شیشه ای به همدیگر بچسبند و همچنین شیشه شکل قالب را به خود بگیرد.

نکته: دمای ذوب قطعات شیشه ای مختلف با هم متفاوت است و به ترکیب آمیز وابسته است. بنابراین لازم است که با آزمایشهای مختلف دمای مطلوب برای فیوز شیشه های مختلف را به دست آورد.

قالب فیوز شیشه

جنس قالب در فیوزینگ شیشه بسیار مهم است زیرا برخالف شیشهٔ دمی که مدت زمان تماس شیشه و قالب بسیار کم است. در فیوز شیشه، قالب و قطعه در تمام مراحل پخت با هم در تماس هستند بنابراین اگر سرعت سرد و گرم شدن قالب و شیشه با هم تفاوت زیادی داشته باشد، با فشاری که قالب به هنگام انبساط و انقباض حاصل از تغییر دما به شیشه وارد می کند، باعث شکسته شدن شیشه میشود.

انواع قالبهای فیوز شیشه

قالب سرامیکی: مناسبترین ماده برای تهیهٔ قالب در فیوز شیشه، از نوع سرامیکی است. ترکیب آمیزهای شیشه و سرامیک بسیار نزدیک به یکدیگر است، بنابراین برای جلوگیری از چسبیدن شیشه به قالب، روی سطح قالب به ماده نسوز آغشته میشود. رایج ترین ماده پودر تالک است که به شکل پودر یا بصورت محلول در آب استفاده میشود.

سرامیک بُرد: سرامیک بُردها، صفحات نسوز هستند. قابلیت برش آسان، این ماده را به یکی از قالبهای پرکاربرد در فیوز شیشه تبدیل کرده است.

سیمان نسوز: سیمان نسوز برای ساخت قالب در ابعاد صنعتی و برای تولید قطعاتی که دارای ظرافت کمتری باشند استفاده میشود. این نوع سیمانها با دانه بندی های مختلف در بازار موجود است.

گچ زرگری: نوعی گچ نسوز است که در صنایع جواهرسازی مورد استفاده قرار میگیرد. از این گچ برای ساختن قالب قطعات کوچک و زیورآلات استفاده میشود. بعد از قالب گیری معمولاً قالب در کوره حرارت داده شده و سپس مورد استفاده قرار میگیرد.

حرارت دهی

در فرایند فیوز شیشه، روش حرارت دهی به شیشه در کوره بسیار مهم است. مراحل حرارت دهی در فیوز براساس نوع شیشه های مصرفی متفاوت است. ولی معمولاً حرارت دهی در روش فیوز شیشه دارای ۵ مرحله است:

۱- حرارتدهی از دمای اولیه تا حدود ۵۲۰ درجهٔ سلسیوس درمدت زمان تقریبی ۱۸۰ دقیقه

۲- ماندن در دمای ۵۲۰ درجهٔ سلسیوس به مدت۱۰ دقیقه

۳- افزایش دما از ۵۲۰ درجهٔ سلسیوس تا محدوده ۷۷۰ تا ۸۵۰ درجهٔ سلسیوس در مدت زمان ۱۸۰ دقیقه

٤- ماندن در بیشینه دمای حرارتدهی به مدت زمان ۱۰تا ۱۵ دقیقه

۵- کاهش دما از دمای بیشینه تا دمای اولیه در مدت زمان حدود ٤۲۰ دقیقه.

روشهای فیوزینگ شیشه

فیوزینگ شیشه روشهای متعددی دارد که در زیر به چند مورد اشاره میشود.

۱- اِسلامپینگ و دراپینگ

۲- فول فیوز

۳- ساندویچ گلاس

۱- اِسلالمپینگ : در روش اسلامپینگ در اثر حرارت، شیشه به طرف قالب توخالی خم شود.

در این روش یک تکه شیشه مسطح بر روی قالبی که به عنوان نمونه در وسط آن حفره ای ایجاد شده باشد، قرار داده میشود. پس از قرارگیری قالب و شیشه در کوره، با افزایش دما شیشه نرم میشود و کم کم براساس نیروی جاذبهٔ زمین بخشهایی از شیشه در قسمت حفره پایین میرود و شکلی فرو رفته به خود میگیرد.

۲- فول فیوز: در روش فول فیوز، حرارت دادن و اتصال قطعات شیشه ای در بالاترین حد از دمای ممکن اتفاق میافتد، به طوری که قطعات فیوز شده کاملاً به هم جوش میخورند و ماهیت مجزای خود را از دست داده و محصولی جدید حاصل از جوش خوردن شیشه ها به دست می آید.

۳- ساندویچ گلاس: قرار دادن تزیینات موردنظر در میان دو لایه شیشه ساندویچ گلاس نام دارد. در این روش تزیینات شیشه را که حتی میتواند تکه هایی از فلزاتی چون مس و برنج باشد را در میان دو لایه شیشه قرار داده و حرارت اعمال میشود. حرارت باعث ذوب شدن شیشه ها میشود و دو لایه شیشه و تزیینات بین آنها به همدیگر میچسبند.

مات کردن شیشه

یکی از روش های تزیین شیشه از بین بردن تمام یا بخشی از سطح صاف و صیقلی شیشه و مات کردن آن است.

مات کردن شیشه با دو روش زیر قابل انجام است:

۱ـ استفاده از اسید

۲ـ سندبلاست

۱ـ استفاده از اسید

مات کردن شیشه با استفاده از ویژگی خورندگی فلوئوریدریک اسید بر روی شیشه انجام میشود. این اسید تنها اسیدی است که بر شیشه تأثیر گذاشته و باعث خوردگی آن میشود.

سَندبلاست: سندبلاست روشی برای مات کردن انواع سطوح شیشه ای است که با پاشیدن ذرات ساینده مانند سیلیسیم اکسید به سطح شیشه، با فشار و سرعت زیاد انجام میشود. علاوه بر مات کردن کل سطح شیشه، میتوان با پوشاندن برخی از قسمتهای شیشه طرحهای متنوعی در سطح آن ایجاد کرد.

❖ فصل دوم: نکات مهم تولید شیشه پایه دوازدهم کد ۲۱۲۵۱۱ تالیف ایران عرضه

۱- شیشه ماده ای است که در اثر سریع سرد کردن مذاب و رساندن آن به دمای محیط، متبلور نشود. به دلیل سریع سرد کردن مذاب، زمان لازم برای ایجاد ساختار منظم اتمی وجود ندارد و ساختار بی نظم ایجاد می شود.

۲- شیشه سازها موادی هستند که حتی اگر به تنهایی ذوب و سریع سرد شوند متبلور نمیشوند و ساختار آمورف ایجاد میکنند.

۳- مواد واسطه یا دوام دهنده موادی هستند که به تنهایی قادر به ایجاد ساختار شیشه ای نیستند، اما اگر همراه مواد شیشه ساز در آمیز شیشه استفاده شوند، در شرایطی میتوانند باعث بهبود برخی از خواص شیشه مانند مقاومت در برابر ضربه، سایش، شوک حرارتی و خوردگی شیمیایی شوند.

۴- اساس بی رنگ کردن شیشه ها به روش فیزیکی ایجاد رنگ مکمل آن است که با ترکیب چند نور رنگی، نور سفید ایجاد میشود.

۵- شیشه های بوروسیلیکاتی در مقایسه با شیشه های سودا آهکی از مقاومت بالاتری در برابر شوک حرارتی، مقاومت شیمیایی و تا حدی از سختی برخوردار هستند.

٦- شیشه سربی سختی کمی دارد که در ظاهر نامطلوب است، اما این ویژگی امکان تراش دادن و برشکاری آنها را فراهم میکند. بنابراین با تراش دادن میتوان طرحهای هندسی مختلفی در این نوع شیشه ایجاد کرد.

۷- گازها می توانند به صورت حباب های قابل مشاهده در مایعات مانند حباب هوای حبس شده در عسل باشند. همچنین گازها میتوانند به صورت حل شده در مایع و غیرقابل مشاهده باشند مانند انحلال اکسیژن در آب که امکان حیات آبزیان را مهیا میسازد ولی غیرقابل مشاهده است.

۸- ساخت مذاب شیشه شامل سه مرحله است که این مراحل در کورهٔ ذوب شیشه اتفاق میافتد.

۱- ذوب آمیز شیشه

۲- حباب زدایی و تصفیه مذاب

۳- همگن کردن و تنظیم گرانروی مذاب

۹- در داخل مذاب شیشه امکان حبس شدن هوا وجود دارد. هوای حبس شده اگر به صورت حباب باشد باعث کاهش عملکرد و تغییر کیفیت ظاهر شیشه می شود ولی اگر به صورت حل شده باشد غیر قابل مشاهده بوده و فقط با استفاده از میکروسکوپ قابل تشخیص خواهد بود.

۱۰- در صنعت شیشه کوره های متنوعی براساس نوع شیشه، روش و ظرفیت تولید مورد استفاده قرار می گیرند.

۱۱- حجم کوره های بوته ای بسیار کوچک است و ظرفیت تولید مذاب در آنها کمتر از ۱ تن در روز است. بهدلیل ظرفیت تولید مذاب بسیار کم، نمیتوان به آنها دستگاههای شکل دهی متصل کرد.

۱۲- شناخته شده ترین سامانه های بازیافت حرارتی سامانه های ریکوپراتوری و ریجنراتوری هستند.

۱۳- سامانه ریکوپراتور از یک لوله دوجداره ساخته شده است که هوای داغ کوره در یک جداره و هوای مورد نیاز مشعلها در جداره دیگر جریان دارند. جریان گازها در خلاف جهت یکدیگر بوده و حرارت از گازهای داغ خروجی به هوای سرد ورودی مشعل انتقال می یابد.

۱٤- بسیاری از محصولات تزیینی شیشه ای و شیشه های آزمایشگاهی مانند استوانهٔ مدرج به وسیله مشعل شکل دهی می شوند.

۱۵- شیشه تخت کاربردهای متنوعی مانند شیشه اتومبیل، آینه و شیشه های مصرفی ساختمان دارد. در فرایند ساخت این شیشه ها هدف تولید شیشه ای با دو سطح کاملا موازی و بدون اعوجاج در ظاهر آن است.

۱٦- الیاف شیشه ای یکی از مهمترین الیاف مورد استفاده در ساخت سازههای مختلف کامپوزیتی است که ویژگی های مکانیکی مناسب و قیمت پایین آن باعث شده است تا در مقایسه با الیاف گوناگون مانند کربن کاربردهای فراوانی داشته باشد.

۱۷- هنگام شکل دهی شیشه، سطح آن سریع سرد میشود اما مرکز آن هنوز گرم است این اختلاف دما بین سطح و مرکز شیشه سبب ایجاد تنش در شیشه می شود بنابراین شیشهٔ تولید شده استحکام مناسب نداشته و با ضربه اندکی می شکند.

۱۸- ویژگی ذاتی شیشه تردی و شکنندگی آن است. بنابراین در اثر وارد آمدن ضربه یا تغییرات ناگهانی دما در شیشه ترک ایجاد می شود و پس از شکستن به قطعات تیز و برندهای تبدیل می شود.

۱۹- پس از برش شیشه، لبه های آن تیز و بُرنده می شود به منظور برطرف کردن این لبهها از دستگاه های سایش و پرداخت شیشه استفاده می شود که به آن ساب زنی گفته می شود.

۲۰- دستگاه برش شیشه با آب (واترجت) یک جریان نازک آب معمولی یا مخلوطی از آب و مواد ساینده است که با سرعت و فشار بسیار بالا از یک روزنه کوچک خارج شده و بر سطح مورد نظر نیروی زیادی وارد میکند که این نیرو قابلیت برش شیشه را دارد.

۲۱- شیشه طلقی (لمینیت) از جمله شیشه های ایمنی است که از روی هم قرار گرفتن دو یا چند لایه شیشه تمپر شده تخت تشکیل شده است و بین لایه های شیشه ای لایه ای پلیمری قرار دارد. اتصال لایه های شیشه ای و لایه پلیمری درون اتوکلاو انجام می شود.

۲۲- یکی از راهکارهای پیشنهادی برای جلوگیری از اتلاف انرژی در ساختمان ها استفاده از شیشهٔ دو جداره است.

۲۳- مهمترین اجزای شیشه های دوجداره فاصله انداز (اِسپِیسر) و گاز شارژ شده درون شیشه است. فاصله انداز نوار آلومینیومی توخالی است که بین دو ورقه شیشه قرار میگیرد. درون فاصله انداز با ماده رطوبت گیر پُر می شود تا رطوبت فضای بین ورقه های شیشه را جذب کند.

۲٤- کارگاه های تراش معمولاً محصولات شیشه ای ساده و بدون طرح را تهیه می کنند و پس از تراش آن، که معمولاً به صورت تکرار یک طرح ساده و در تعداد زیاد است، محصول نهایی را به بازار عرضه می کنند.

۲۵- ارزش افزوده بدنه هایی که به روش تراش تزیین شده اند بیشتر از روش های دیگر تزیین شیشه است و به همان نسبت کار و زمان بیشتری برای انجام این روش نیاز است.

۲٦- امروزه از دستگاهی به نام «فرز مینیاتوری» نیز برای تراش شیشه استفاده میشود. فرز دستگاهی است که دور چرخشی بالایی دارد و در ابعاد و توان های مختلف تولید می شود.

۲۷- تمیز بودن سطح شیشه و وسایل مورد استفاده رنگ های مورد استفاده برای تزیین شیشه براساس استفاده از حرارت به دو نوع رنگهای سرد و رنگ های گرم تقسیم بندی می شوند.

۲۸- تزیین شیشه با استفاده از رنگ های سرد رنگ هایی را که برای ثابت شدن روی شیشه نیازی به حرارت ندارند رنگ های سرد می گویند از جمله روش های تزیین با رنگ سرد، استفاده از ویترای است.

۲۹- میناکاری شیشه، نوعی نقاشی روی شیشه است که بر روی ظروف شیشه ای مانند لیوان و پارچ انجام می شود.

۳۰- جنس قالب در فیوزینگ شیشه بسیار مهم است زیرا برخلاف شیشه دمی که مدت زمان تماس شیشه و قالب بسیار کم است.

۳۱- روش دیگری که برای تزیین شیشه کاربرد دارد، روش حرارت مستقیم است که این روش مشابه شیشه گری با شعله است.

۳۲- نرم شدن تدریجی شیشه در اثر حرارت، این امکان را به وجود می آورد که قطعات شیشه ای به همدیگر بچسبند و همچنین شیشه شکل قالب را به خود بگیرد.

۳۳- سندبلاست روشی برای مات کردن انواع سطوح شیشه ای است که با پاشیدن ذرات ساینده مانند سیلیسیم اکسید به سطح شیشه، با فشار و سرعت زیاد انجام می شود.