



وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع کوچک و شهرکهای صنعتی ایران

مطالعات امکان سنجی مقدماتی طرح صنعتی تولید شیشه نشکن

تهیه کننده: جهاد دانشگاهی واحد تربیت مدرس

گردآورنده: سرکار خانم دکتر فائقی نیا

تابستان ۱۳۸۶

۱- معرفی محصول

۱-۱- تعاریف و کلیات

شیشه مایعی است بسیار سرد شده و در حرارتی پایین تر از نقطه انجماد آن و به طور عمومی ، جسمی است شفاف که نور به خوبی از آن عبور می کند و پشت آن به طور وضوح قابل رویت است .

شیشه از نظر ساختمان مولکولی در حالت جامد آرایش مولکولی نامنظم دارد . در درجه حرارت های بالا شیشه مثل هر مایع دیگری رفتار می کند . اما با کاهش دما گرانروی آن به طور غیر عادی افزایش می یابد و باعث می شود مولکول ها نتوانند در آرایشی که مورد نیاز بلور 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 حدود ۸ می باشد و به جز الماس ها اشیای دیگر را خط می اندازد . وزن مخصوص شیشه ۲/۵ گرم بر سانتی متر مکعب بوده و بسیار ترد و شکننده است . شیشه در مقابل تمام مواد شیمیایی حتی اسیدهای قوی و بازها مقاومت کرده و تحت تاثیر خوردگی واقع نمی شود ، به همین علت ظروف آزمایشگاهی را از آن می سازند . فقط اسید فلئوریک (HF) بر آن اثر داشته و شیشه را در خود حل می کند .

۱-۲- تاریخچه :

شیشه گری یکی از قدیمی ترین حرفه هایی است که بشر بدان اشتغال داشته است . مصری ها سازنده اولین اشیای شیشه ای بوده اند که ظروف به دست آمده از حفاری مصر قدمت ۵ هزار ساله دارد . رومیان نیز از فن شیشه گری مهارت داشته اند . در این صنعت از سایرین پیشرفته تر بودند .

رونق شیشه سازی در نخستین ادوار تاریخ اسلامی صورت گرفته است ، زیرا هنری بود که در مساجد و زیارتگاه ها و تزیینات مذهبی جلوه خاصی داشته و مورد استفاده قرار می گرفت . در ایران نیز ساختن شیشه قدمت چند هزار ساله دارد . نخستین واحد ماشینی تولید شیشه ساختمانی در ایران در سال ۱۳۴۰ شروع به کار کرد .

در مورد شیشه‌های نشکن نیز باید گفت حدود صد سال پیش برای ساخت شیشه‌های نشکن کوششهایی از طریق سرد کردن شیشه داغ در روغن صورت گرفت. ظاهراً این کوششها از نظر تجارتي موفق نبودند. بعدها ابداعاتی که شامل استفاده از صفحات فولادی جهت خنک‌کاری بودند، به ثبت رسیدند. این ابداعات در پی خود تغییرات جزئی متعددی داشتند که نشان دهنده مشکلات کار و قدمهایی بود که برای رفع آنها برداشته می‌شد. یکی از مشکلات آشکار آن آسیب دیدن سطح بود، مشکل دیگر غیریکنواخت بودن خنک‌کاری بود، چرا که صفحه فولادی و شیشه در تمامی نقاط، تماس واقعی نداشتند لیکن یک لایه نازک هوا عملیات نشکن‌سازی را مختل می‌کرد.

قبل از سال ۱۹۳۰، اکثر کتابهایی که در مورد تکنولوژی شیشه نوشته شده بود، به طور مختصر به شیشه نشکن اشاره می‌کردند و با این استدلال که این کالا استفاده‌های عملی ندارد، موضوع کنار گذاشته می‌شد. تا اوایل سال ۱۹۳۰ که امتیاز ابداع فرایند نشکن‌سازی با هوای سرد به ثبت رسید، واحد صنعتی خوبی در این زمینه به وجود نیامد. این ابداع تا امروز با اصلاح و توسعه روزافزون روبرو بوده است و اکنون تولید آن روزانه به میلیونها فوت مربع می‌رسد.

۴-۱ ترکیبات سازنده شیشه :

با نگاه به جدول عناصر ، کمتر عنصری را می توان یافت که از آن شیشه به دست نیاید ولی سه ماده کربنات دو سود ، سنگ آهک و سیلیس مواد اصلی تشکیل دهنده شیشه می باشند .

مواد شیشه ساز مورد تایید موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران عبارتند از سیلیس

، دی اکسید بور ، پنتا اکسید فسفر که از هر یک به تنهایی می توان شیشه تهیه کرد .

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

ماسه شیشه

ماسه لازم برای تولید شیشه باید تقریباً کوارتز خالص باشد. در بسیاری موارد ، منطقه ته نشینی ماسه شیشه ، محل کارخانه شیشه سازی را تعیین کرده است. برای ظروف غذاخوری ، مقدار آهن موجود در ماسه نباید از ۰.۴۵٪ و برای شیشه اپتیکی نباید از ۰.۱۵٪ تجاوز کند، چرا که آهن تاثیر نامطلوبی بر رنگ اغلب شیشه ها دارد .

سودا

Na₂ یا سودا اصولاً از سدیم کربنات چگال (**Na₂CO₃**) تامین می شود. سایر منابع عبارتند از سدیم بی کربنات ، 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 (**CaCO₃.MgCO₃**) است که خود **MgO** را نیز وارد عمل می کند .

فلدسپار

این مواد دارای فرمول کلی $R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ 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 کلاً 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 گند 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 ، عموماً 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 ، نه تنها 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.

سدیم سولفات ناخالص

این ماده که مدت‌ها مانند سایر سولفات‌ها نظیر **آمونیم سولفات** و **باریم سولفات**، یک جزء ترکیبی فرعی در شیشه تلقی می‌شد، غالباً 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 تری اکسید** 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 ۱۰ تا ۸۰ 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 بروش **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، عمدتاً تعیین کننده دمای عملیات کوره است

تقسیم بندی مواد اولیه به لحاظ کاربرد آنها و هدف از استعمال آن در فرایند تولید نیز بطور خلاصه به قرار زیر است:

-گداز آورها :

کربنات سدیم ، کربنات پتاسیم و خرده شیشه ، سیلیکات سدیم و سلیس جزو گدازآورها می باشند در آب حل می شوند و از شفافیت شیشه به تدریج کم می کنند به همین علت است که اغلب شیشه های مصرف شده در گلخانه پس از چند سال کدر می شوند و نور از آن ها به خوبی عبور نمی کند .

- تثبیت کننده ها :

برای آن که مقاومت شیشه را در مقابل آب وهوا ثابت کنیم باید اکسیدهای دوظرفیتی باریم ، سرب ، کلسیم ، منیزیم و روی به مخلوط اضافه کنیم که به این عناصر ثابت کننده می گویند.

- تصفیه کننده ها :

تصفیه کننده ها موجب کاستن حباب هوای موجود در شیشه می شوند و بر دو نوع اند :

(۱) فیزیکی : سولفات سدیم وکلرات سدیم که با ایجاد حباب های بزرگ ، حباب های کوچک را جذب و از شیشه مذاب خارج می کنند.

(۲) شیمیایی : املاح آرسنیک و آنتیموان ترکیباتی ایجاد می کنند که حباب های کوچک داخل شیشه را از بین می برند .

- افزودنی‌ها :

۱) استفاده از بوراکس به جای اکسید و کربنات سدیم (گداز‌آور) که در اثر حرارت به سدیم اکسید و بورم اکسید تجزیه می‌شود و در واقع به جای هر دو ماده عمل می‌کند.

۲) استفاده از نیترات سدیم برای از بین بردن رنگ سبز شیشه (ناشی از اکسید آهن که همراه مواد دیگر وارد کوره می‌شود).

۳) استفاده از اکسید منگنز که باعث مقاومت بیشتر در مقابل عوامل جوی و شفاف تر شدن شیشه می‌شود.

۴) استفاده از اکسید سرب به جای کلسیم اکسید برای ساختن شیشه‌های مرغوب بلور که باعث درخشندگی شیشه می‌شوند.

۵) برای ساختن بلور مرغوب از اکسید نقره استفاده می‌کنند.

۶) استفاده از فلدسپار که باعث مقاومت بهتر در مقابل مواد شیمیایی می‌شود.

۷) برای این که شیشه در برابر اسید فلئوئوریدریک هم مقاوم باشد، ترکیباتی از فسفات به آن می‌افزایند.

۸) استفاده از خرده شیشه که به ذوب مواد سرعت بیشتری می‌دهد که پیشتر به آن اشاره شد.

۹) استفاده از اکسید فلزات برای تهیه شیشه‌های رنگی.

۱۰) اکسید سزیم برای جذب پرتو فرورسرخ و اکسیدبر، برای ازدیاد مقاومت حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

درصد عناصر تشکیل دهنده در ۲ نوع ترکیبی که عمومیت بیشتری دارند بشرح زیر است:

ترکیبات (۱): اکسید سیلیسیم حدود ۷۴ تا ۸۰ درصد و بقیه شامل پر اکسید سدیم تا ۱۵ درصد و اکسید کلسیم ۷ تا ۱۲ درصد اکسید منیزیم ۲ تا ۴ درصد و ۲ درصد هم عناصر دیگر چون آهن(III) اکسید، آلومینیوم اکسید، منیزیم اکسید، تیتانیم فسفید، سیلیسیم تری اکسید.

ترکیبات (۲): اکسید سیلیسیم در حدود ۷۳ درصد، اکسید سدیم ۱۵ درصد، اکسید کلسیم ۵/۵۵ درصد، اکسید منیزیم ۳/۶ درصد، اکسید آلومینیوم ۱/۵ درصد، اکسید بور و اکسید پتاسیم هر کدام ۰/۴ درصد، اکسید آهن و اکسید سیلیسیم ۶ ظرفیتی هریک ۰/۳ درصد.

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

۴-۱ انواع شیشه و کاربرد آن‌ها:

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



شکل ۱-۱- شیشه نشکن مورد استفاده در ساختمان

شیشه رنگی :

به دو طریق می توان شیشه رنگی به دست آورد .

- ۱ . با افزودن و کم کردن بعضی مواد شیمیایی در مصالح اولیه تهیه شیشه . برای نمونه اکسیدهای مسی به شیشه رنگ های مختلف قرمز می دهند و رنگ آبی پر رنگ به وسیله اکسید کبالت به دست می آید . رنگ زرد با افزودن اکسید اورانیوم و کادمیوم حاصل می شود .
- ۲ . شیشه سفید را در شیشه مذاب رنگی فرومی کنند تا دو روی آن رنگی شود . شیشه های رنگی در ویتترین مغازه ها ، نمایشگاه ها ، آزمایشگاه ها و ساختمان های صنعتی به کار می روند .

شیشه ضد آتش (پیرکس)

همراه مواد اولیه این شیشه ها که در مقابل حرارت ، مقاومت زیادی دارند ، مقدار زیادی اکسید بوریک به کار می رود و سیلیس آن ها از انواع شیشه های معمولی بیشتر است . معمولاً از آن ها به عنوان ظروف آزمایشگاه و آشپزخانه و یا در جلوی بخاری های دیواری و اجاق ها استفاده می نماید .

شیشه مسطح

این نوع شیشه را با اضافه نمودن توری فلزی، میان شیشه می سازند و بیشتر برای درهای ورودی، کارگاه ها، موتورخانه ها، آسانبرها و هر جایی که خطر شکستن و فرو ریختن شیشه وجود دارد، استفاده می نمایند.

شیشه دو جداره (مضاعف)

این نوع شیشه از دو لایه ساده و گاهی رنگی که به موازات یکدیگر قرار گرفته اند و لبه ها یا درز های آن ها هوابندی شده است و فضای بین آن ها با مواد خشک کننده ای مانند سیلیکاژل پر و یا در بعضی از موارد بین دو لایه خلا ایجاد می شود. این نوع شیشه که عایق گرما، سرما و صداست در بسیاری از ساختمان ها مانند فرودگاه ها، هتل ها و بیمارستان ها به کار می رود.

شیشه سیکوریت و نشکن

در این حالت، شیشه مجدداً تا حدود ۷۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شده و بعد به طور ناگهانی و تحت شرایط خاص و نظارت شده ای سرد می شود. این عمل باعث افزایش مقاومت شیشه (حدود ۳ الی ۵ برابر) در مقابل ضربه و نیز شوک های حرارتی می شود. این شیشه ها در صورت شکستن، به ذرات ریز و مکعب شکل تقسیم می شوند که آسیب رسان نیستند. از این نوع شیشه در ویتترین فروشگاه ها، درهای شیشه ای و پنجره های جانبی خودروها استفاده می شوند.

شیشه های نشکن می توانند ضربه های سنگین با خمشهای زیاد را تحمل کنند بدون آنکه بشکنند یا ترک بردارند این شیشه ها به محض ترک برداشتن عمیق به خاطر فشار زیاد داخلیشان فوراً به صورت پودر در می آیند. این شیشه ها را به طریق سفت کردن حرارتی تهیه می کنند.

این نوع شیشه ها می توانند شامل دو یا چند لایه شیشه باشند که به وسیله ورقه هایی از نایلون شفاف تحت حرارات و فشار به هم متصل می شوند . همچنین بعضی از انواع شیشه های طلق دار به عنوان عایق صوتی ، جاذب حرارت ، کاهنده شفافیت و شیشه ایمنی به کار برده می شوند . وقتی که این شیشه ها می شکنند ، خاصیت کشسانی نایلون ، مانع از پخش و پراکندگی ذرات شیشه می شود . از جمله کاربردهای این نوع شیشه ها در خودرو ها و ویتترین مغازه هایی که اشیا گران قیمت می فروشند استفاده می گردد . ممکن است شیشه نشکن را از جنس شیشه سکوریت بسازند .

شیشه های ایمنی (Safety Glass)

شیشه های ایمنی به سختی می شکنند و در مقابل نیروهای ناشی از ضربه ، انفجار ، باد و زلزله مقاومت نموده و یا در صورت شکستن به تکه های کوچکی تبدیل می شود که برندگی شیشه عادی را ندارند و خسارت جانی و مالی حادثه را به حداقل می رسانند. این شیشه ها پس از فرایند سخت سازی ۵ الی ۶ برابر نسبت به شیشه های معمولی مقاومتر می شوند. ایجاد تغییرات بعدی روی شیشه های ایمنی دشوار و در اکثر مواقع غیر ممکن است ، لذا در تهیه نقشه مورد نیاز بایستی دقت کافی به عمل آید .

در ضمن حین انجام پروسه سخت سازی این قابلیت وجود دارد تا محصول به شکل خم استوانه ای نیز باشد ، که البته در این زمینه محدودیتهایی جهت ضخامت وجود دارد. شیشه های درهای ورودی مغازه ها گاهی از این نوع است.



شکل ۱-۲-نمایی از شیشه نشکن و خم استوانه ای

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 (Reflex)

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 می‌کنیم که تصاویر اطراف را مانند آینه باز می‌تاباند و اگر از داخل به بیرون نگاه کنیم، شیشه کاملاً شفاف خواهد بود. شبها پدیده مذکور برعکس است. یعنی شیشه از خارج شفاف و از داخل مانند آینه است.

این شیشه با انعکاس 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 .

شیشه های اپتیکی:

این شیشه ها در تهیه لنز ها، منشورها و شیشه لیزرها و کاربرد هایی از این قبیل به کار می برند. شیشه های مات:

این ها شیشه هایی هستند که در آنها کریستال زایی با بلوری شدن صورت گرفته است. کریستالهای بیرنگ و شفاف تشکیل شده در این شیشه ها به صورت بی نظم تشکیل می شوند که باعث انعکاس و انکسار نور در جهات مختلف می شوند.

شیشه های اوپال

شیشه های اوپال اساساً شیشه هایی غیر شفاف با ظاهر چینی مانند هستند که در مقیاس میکروسکوپی دچار جدایش شده اند و ماتی آنها ناشی از انکسار و پخش داخلی نور بین فازهای جدا شده ای می باشد آن جدایش فازی ممکن است از نوع مایع - مایع یا مایع - بلور باشد که نوع اخیر برای انواع اپال تجاری بیشتر عمومیت دارد شیشه اوپال نوع سومی نیز می تواند وجود داشته باشد که از به دام افتادن حبابهای ریز گازی در زمینه شیشه ای به وجد می آید که اوپال حباب دار نامیده می شود.

شیشه های اوپال مقاوم در برابر شوک حرارتی به عنوان یک مکمل برای شیشه های پیرکس مطرح می شود آنها بیشتر به صورت ظروف آشپزخانه مقاوم در برابر شوک حرارتی کاربرد دارد و در مقادیر کمتر برای مقاصد صنعتی به کار می روند دوام شیمیایی همه شیشه های اوپال در معرض آب رضایت بخش است و این شیشه ها در مقابل شوینده های متعارف مقاومت خوبی نشان می دهند. مقاومت اینها

در مقابل اسیدها ضعیف تر است و در مقابل محلولهای قلیایی دوام کمتری دارند لذا شیشه های اوپال مخصوص آشپزخانه نمی بایست در محلولهای قلیایی و محلولهای صابونی شسته شود.

۱-۵- حد استاندارد و کد آیسک

جهت جلب اعتماد مصرف کنندگان محصول تولیدی و نیز رعایت کلیه نکات مربوط به کنترل کیفیت محصول توجه به استانداردهای موجود امری ضروری است. به طور کلی در مورد هر محصول، استانداردهای مختلف ملی و بین المللی وجود دارد. استانداردهای ملی توسط موسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران تهیه می گردد و کلیه تولیدکنندگان محصول ملزم به رعایت این استانداردها می باشند. با توجه به اینکه موسسه استاندارد از اعضا سازمان بین المللی استاندارد (ISO) می باشد و از آخرین پیشرفت های علمی و فنی و صنعتی جهان استفاده می نماید، همچنین شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور را مورد توجه قرار می دهد، استانداردهای ذکر شده در این مورد مطابق با استانداردهای جهانی بوده و کاملاً قابل قبول و لازم الاجراء است.

کد آیسک انواع شیشه های ایمنی و نشکن (سکوریت) ۲۶۱۰۱۱۳۰ می باشد.

۱-۶- کالای رقیب و جانشین محصول طرح

با توجه به تنوع انواع شیشه می توان عمدتاً از شیشه های نشکن معمولی و متداول استفاده کرد. انواع شیشه های سیکوریت، شیشه های ایمنی و ضد گلوله و .. در صنعت و ساختمان به کار رفته اند که جانشین محصول می باشند. انتخاب انواع شیشه یا سایر کالاهای رقیب و جانشین محصول بستگی به آرشیتکت و مهندس طراح دارد. به علاوه هزینه واحد محصول، عرف شهری (درمورد مصارف عمرانی) و مقتضیات صنعتی نیز در انتخاب آن موثر است.

۲- بررسی وضعیت عرضه و تقاضا

۲-۱- بررسی بازار و قیمت فروش

بررسی امکانات فروش برای محصول تولید شده در هر واحد جدید صنعتی می‌تواند عامل بسیار موثری در ارزیابی موقعیت اقتصادی و آینده اینگونه واحدها باشد. این موضوع با در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص هر صنعت، وضعیت تولیدات داخلی و میزان مصارف و نیازهای داخلی (برمبنای انواع کاربرد محصول) مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و با تعیین میزان کمبود تولید داخلی محصول باید سهم قابل کسب بازار برای واحدهای جدیدی ارزیابی گردد. از سوی دیگر ویژگی‌های خاص هر صنعت، ممکن است امکانات ویژه‌ای را برای فروش و ارزیابی محصولات آن فراهم آورد، که در هر مورد باید بطور جداگانه مورد بررسی قرارگیرد. قیمت متوسط شیشه‌های نشکن سکوریت بطور متوسط ۳۶۰۰۰۰ ریال می‌باشد.

۲-۲- بررسی روند تولید و مصرف:

به دلیل پراکندگی و نوسان شدید و تنوع استفاده، تاکنون آمار و ارقام دقیقی در خصوص میزان مصرف آن منتشر نگردیده است. یکی از روشهای مطمئن برآورد مصرف برمبنای مهمترین کانون مصرف آن یعنی ساخت ساز می‌تواند استوار شود. البته باید توجه داشت که این روند مصرف نیز با عنایت به پارامترهای سیاسی، اقتصادی و اجتماعی متغیر می‌باشد و تنها بصورت یک مبنا مطرح می‌شود. موضوع دیگر بررسی روند مصرف منطقه‌ای می‌باشد که بر اساس شرایط اقلیمی، جمعیتی، شهرنشینی و شهرسازی می‌تواند تعیین شود. عامل تعیین کننده دیگر فصل سرما و تغییرات کاهنده مصرف به دلیل راکد بودن کارهای عمرانی و ساختمانی در مناطق با زمستانهای سرد می‌باشد. بر اساس آخرین آمار وزارت صنایع و معادن در حال حاضر ۶۸ واحد تولید شیشه ایمنی و نشکن در کشور فعال است که با ظرفیتهای مختلف ۱۰ هزار تا چند صد هزار متر مربع در سال مشغول به کار می‌باشند و در مجموع بیش از شش میلیون متر مربع شیشه نشکن تولید می‌نمایند. به لحاظ پراکندگی جغرافیایی نیز عمده تعدد این واحدها در استانهای تهران خراسان رضوی اصفهان و مرکزی است که مجموعاً بیش از نیمی از واحدهای تولید شیشه نشکن را به خود اختصاص داده‌اند.

در حال حاضر بزرگترین تولید کننده شیشه نشکن شرکت ایمن شیشه سپهر واقع در استان مرکزی شهرستان ساوه است که با ۲۲۴ پرسنل و ۱۵۰۰۰۰ میلیون ریال سرمایه ثابت ظرفیت تولیدی بالغ بر ۱,۱۰۰,۰۰۰ متر مربع دارد.

در بخش ضمیمه به جزییات و مشخصات واحد های تولیدی و یا در دست احداث در کشور اشاره شده است.

۴-۲- بررسی صادرات و واردات

در مورد صادرات اولین قدم اشباع بازار داخلی می باشد و برای این کار بازسازی کارخانجات موجود، افزایش کارآیی مدیریت و تأسیس واحدهای مشابه جدید چاره ساز خواهد بود. پس از اشباع می توان، مازاد بر نیاز را صادر نمود. علاوه بر این بزرگترین مسئله و مشکل در قبال صادرات، مشکل حمل و نقل آن می باشد که قبل از هر برنامه ریزی باید به آن پرداخت.

بر اساس آخرین آمار وزارت بازرگانی در سال ۱۳۸۴ انواع شیشه های ایمنی، عمدتاً از کشورهای چین، ترکیه، آلمان و امارات متحده وارد شده و بالغ بر ۱۴۰۰ تن به ارزش بیش از ۵۱۰۰,۰۰۰ دلار می باشد که عمدتاً در مصارف ویژه شیشه های نشکن نظیر صنایع هوافضا، وسایل نقلیه و... بکار برده می شود.

در بخش ضمیمه جزییات میزان صادرات و واردات کالا و نیز مشخصات واحد های تولیدی و یا در دست احداث در کشور آورده شده است.

۳- شرح فرآیند و شرایط عملیاتی

۳-۱- تنش زدایی و نشکن کردن شیشه های تخت:

هدف اصلی تنش زدایی در شیشه تخت و ظروف شیشه‌ای کم کردن کرنش از طریق سرد کردن آهسته در منطقه تنش زدایی است. شیشه نشکن به این طریق ساخته می‌شود که با سرد کردن سریع، درجه زیادی از کرنش را به طور عمدی در منطقه تنش زدایی در شیشه ایجاد می‌کنند. سطح شیشه نشکن در حالت فوق‌العاده فشرده‌ای قرار دارد، و در مقابل شوک حرارتی و مکانیکی حدود پنج تا ده برابر مقاوم‌تر از شیشه‌هایی است که خوب تنش زدایی شده‌اند.

پس از اینکه شیشه جام در درجه حرارت‌های بالا تشکیل گردید، باید آن را تا دمای اتاق سرد کرد اما به طریقی که در آن تنشی ایجاد نشود، تا بتوان آن را به آسانی برش داد. ظروف شیشه‌ای باید آن قدر از کرنش آزاد باشد که در اثر کم شدن استحکام به‌طور ناگهانی نشکنند. شیشه نوری (عدسیها) باید به طریقی سرد شود که ضریب شکست آن یکنواخت باشد و تنشهای داخلی آن، آن قدر کوچک باشد که در اثر پرداخت و صیقل تاب بر ندارد. خواص نوری و ابعاد شیشه نیز باید برای مدت طولانی پایدار بماند. کرنش، خواص فیزیکی و پایداری شیشه در طی زمان سرد کردن در فاصله بین دو درجه حرارت که اختلافشان حدود $F 200-100$ است، شکل گیرد.

۳-۱-۱- افزایش استحکام با نشکن کردن

شیشه را می‌توان به سرعت و به طریقی سرد کنیم که پس از رسیدن قطعه به دمای اتاق، در کلیه سطوح قطعه تنش تراکمی بالایی به وجود آید که در نتیجه استحکام شیشه بسیار بالا رود. این تنشهای تراکمی با کشش لایه‌های مرکزی شیشه متوازن می‌شوند. یک قطعه شیشه نشکن تا زمانی که نیروی

کافی جهت غلبه بر تنش تراکمی سطوح آن به کار برده نشده و یا اینکه نیروی وارده از استحکام کششی قسمت داخلی بیشتر نشود، شکسته نمی‌شود.

با توجه به بحث‌های علمی توسعه تنش در یک قطعه و اینکه چگونه می‌توان تنشها را با آهسته سرد کردن به حداقل رساند، می‌توان دید که با سرد کردن خیلی سریع، تنشهای تراکمی بزرگی در سطح لایه‌ها توسعه می‌یابد. استحکام کششی یک ورق یا یک میله شیشه‌ای را ترکهای اولیه موجود در سطح که نقاط شروعی برای شکستن می‌باشند، به شدت محدود می‌کنند. این شکافها ممکن است میکروسکوپی و یا حتی در ابعاد ملکولی باشند، اما حضور آنها را می‌توان از مشاهده این واقعیت استنباط کرد که شیشه‌های تازه ساخته شده، مقاوم‌تر از شیشه‌هایی هستند که به شکلی دستگردانی شده‌اند. این ترکها به طور جدی استحکام تراکمی را در سطح کاهش نمی‌دهد. لایه‌های داخلی شیشه که فاقد ترکهای سطحی‌اند، استحکام کششی خیلی زیادی دارند، لذا حداکثر استحکام کششی موقعی به دست می‌آید که حداکثر نیروی تراکمی را در سطح توسعه دهیم، به طوری که در عین حال تنش معکوس حاصل با استحکام کششی لایه‌های داخلی برابر نشود. این کار را می‌توان به این طریق انجام داد که شیشه را از هر دو سطح به طور یکنواخت و تحت سرعت زیاد با توجه به ضخامتش سرد کنیم.

۳-۱-۲- افزایش شیمیایی استحکام

افزایش شیمیایی استحکام مثل نشکن کردن حرارتی نیز به‌گونه‌ای تراکم در سطح و کشش در مرکز را ایجاد می‌کند اما روشهای انجام کار کاملاً متفاوتند. پس از آن که قطعه شیشه‌ای کاملاً به شکل و اندازه نهایی خود رسید، در دمایی که به اندازه کافی از دمای نرم شدن شیشه پایین‌تر باشد، در حمامی از نمک مذاب غوطه‌ور می‌گردد. تبادل یونی صورت می‌گیرد، بعضی از یونهای نزدیک به سطح شیشه، در نمک نفوذ کرده و یونهای بزرگ‌تر موجود در نمک، جای آنها را می‌گیرند. در این حالت، سطوح شیشه فشرده و چگال‌تر می‌شود و نیروی تراکمی بسیار بالایی در کلیه سطوح بیرونی شیشه به وجود می‌آید.

عمق تبادل یونی را می‌توان به سهولت با تغییر زمان و دما کنترل کرد. در این روش قطعات تغییر شکل نمی‌دهند و سطح کلیه اقلام محصول به طور مساوی در نمک مذاب غوطه‌ور می‌گردند و امکان نشکن کردن اشیایی چون لوله‌ها و بطریها فراهم می‌گردد.

۳-۲- کاربردها، مشکلات و چالش‌ها:

چنانچه شیشه کاملاً نشکن شود، دیگر نمی‌توان آن را برش یا صیقل داد و لزوماً باید قبل از نشکن کردن عملیات ساخت مورد نظر برای آن را انجام داد. هزینه نشکن‌سازی را باید با توجه به خواص مطلوب یا ضروری محصول نهایی برآورد کرد. مقاومت مکانیکی زیاد شیشه‌های نشکن سبب گردیده که این کالا، در ساخت درهای شیشه‌ای، نمای فروشگاهها، پنجره کششی، توپ برگردان میدان‌های بازی با توپ، قفسه‌ها و غیره ارزش زیادی پیدا کند. استحکام این نوع شیشه درمقابل شوکهای حرارتی و شیبهای دمایی، آن را در ساخت درب اجاقها، گرم‌کننده‌های گازی تشعشعی، شوینده‌ها و خشک‌کننده‌های اتوماتیک و لامپهای قوس الکتریک با ارزش ساخته است. همچنین شیشه نشکن به خاطر جنبه ایمنی آن که از استحکام زیاد آن ناشی می‌شود و به خاطر دید واضح و دقیق آن، در ساخت پنجره اتومبیل و صفحه تلویزیون ارزش زیادی پیدا کرده است. بین سالهای ۱۹۵۷ تا ۱۹۶۰ شیشه نشکن ایمنی در آمریکا و کانادا، به تدریج جایگزین شیشه‌های طلق‌دار ایمنی شیشه‌های جانبی اتومبیلها شدند. شیشه نشکن بیش از سی سال است که در همه جا به کار برده می‌شود که کاربرد آن شامل شیشه جلو اتومبیل نیز می‌گردد.

موفقیت در عملیات نشکن‌سازی به مقدار زیادی به نحوه گرم کردن بستگی دارد. قطعه‌های بزرگ شیشه تخت را می‌توان به طور ناگهانی در کوره با حرارت سفید قرار داد، بدون اینکه بشکند، زیرا همه سطوح فوراً متراکم شده و از آنجا که ضخامت تقریباً در همه جای قطعه یکسان است، همه نواحی اساساً با یک سرعت گرم می‌شوند.

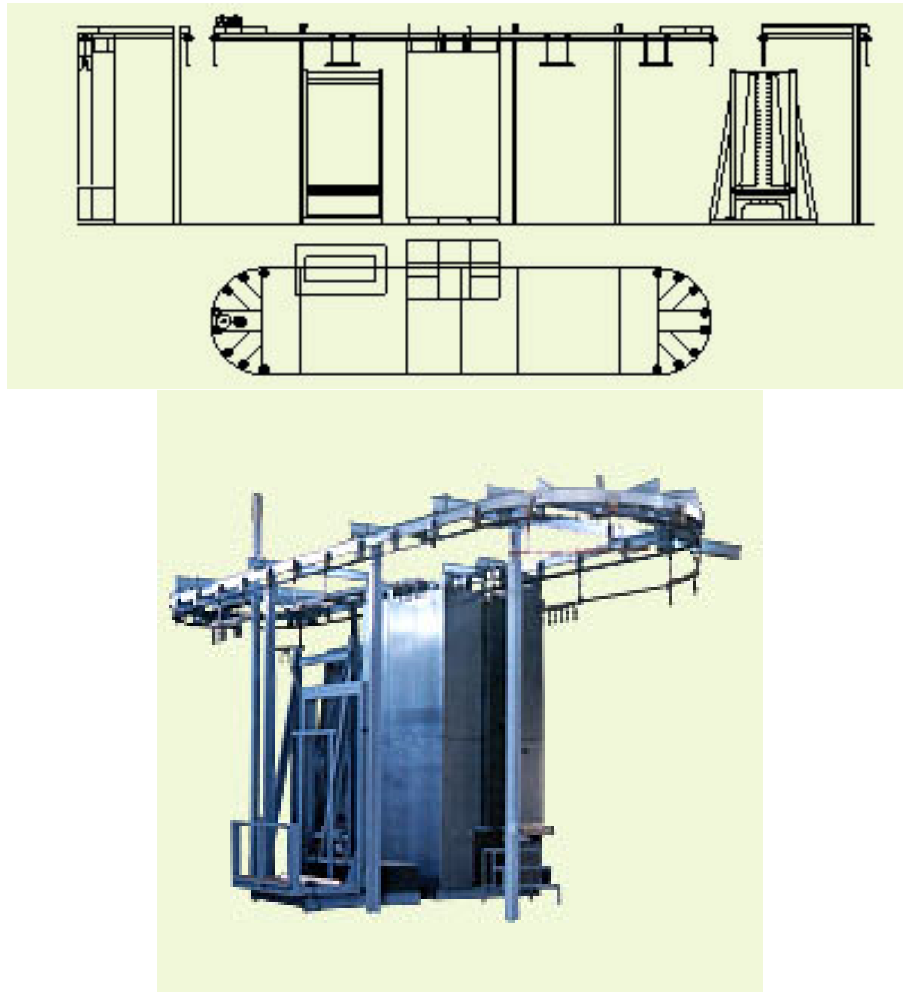
معمولاً برای گرم کردن از کوره‌های الکتریکی استفاده می‌شود، زیرا حرارت یکنواختی از طریق تشعشع می‌دهند و کنترل آنها ساده است، المنتهای حرارتی را می‌توان به نواحی جداگانه تقسیم کرد تا کوره برای گرم کردن قطعات کوچک یا بزرگ شیشع مناسب باشد و به جبران هوای سرد ته کوره کمک کند. کوره‌های گازی تشعشعی لوله‌ای یا شعله‌ی مخفی نیز به‌طور موفقیت‌آمیزی به کار برده شده‌اند. انعطاف‌پذیری و کنترل این کوره‌ها ساده نیست ولی جنبه‌های اقتصادی گرم کردن با گاز، استفاده از آن را توجیه می‌کند. مشعلهای گازی با شعله باز که در آنها محصولات حاصل از احتراق به داخل محفظه کوره فرستاده می‌شود، چندان رضایت‌بخش نیستند. گازهای داغ به بالای کوره صعود کرده، شیب دمای زیادی ایجاد می‌کنند. وقتی باری به داخلی این کوره زده می‌شود، حجم زیاد گازهای حاصل از احتراق، سبب گرم شدن سریع ترموکوپل شده، قبل از آنکه دیوارها و بار گرم شوند، جریان گاز قطع می‌شود. این مسأله تنظیم درجه حرارت و زمان دوره را مشکل می‌کند.

در خصوص گاز سوختی مصرفی نیز بایستی متذکر شد که این گاز باید کاملاً عاری از گوگرد باشد، تا در شیشه لکه یا تیرگی ایجاد نکند.

به طور کلی کوره‌های سکوریت را به دو گروه عمودی و افقی تقسیم بندی می‌کنند. کوره‌های عمودی نیز در دو نوع یک مرحله‌ای و دو مرحله‌ای ساخته می‌شوند.

حرارت مورد نیاز کوره در یک محفظه نسوز توسط المنت‌های الکتریکی تولید و به وسیله تابلو برق ثابت نگه داشته می‌شود. خط انتقال ریلی نیز در قسمت فوقانی قرار دارد. شیشه‌ها پس از خروج از کوره وارد منطقه بادبزن شده، سپس بارگیری و تخلیه می‌شوند. تمام مراحل یاد شده در یک حلقه بسته انجام می‌شود. مدل تک مرحله‌ای کوره‌های سکوریت در هر ساعت حدود ۱۰ متر مربع و دو مرحله‌ای تا ۲۰ متر مربع شیشه را سکوریت می‌نماید.

اخیرا عمده کوره های مورد نیاز در این صنعت توانایی ساخت در داخل کشور را دارند بعنوان نمونه شرکت میبد سرامیک توانایی ساخت کوره های سکوریت از نوع عمودی را دارد که در شکل ۱-۳ تصاویری از آن آورده شده است.



شکل ۱-۳- کوره های سکوریت از نوع عمودی

بیشتر شیشه‌های نشکن کنونی باهوا و به روشهای مختلف خنک می‌شوند. اختراعات متعددی شامل کلگیهای دمنده هوا که از هوای فشرده استفاده می‌کنند به ثبت رسیده‌اند. بعضی از ابداعات، از ابزاری برای انتقال کلگیهای دمنده هوا یا شیشه استفاده کرده، به‌طوری که کلیه سطوح شیشه به‌طور

یکنواخت، خنک شوند. بعضی با استفاده از شیپوری، هوا را روی شیشه می‌دمند و بعضی از شکاف استفاده می‌کنند. اختراعاتی که از شکاف استفاده می‌کنند، همراه با ابداعات ثبت شده سیستمهایی هستند که وقتی شیشه بسیار خنک باشد، شکست را کاهش می‌دهند. طراحی مناسب سیستمهای خنک کننده، اهمیت زیادی برای به دست آوردن محصولی با استحکام زیاد دارد، به طوری که، این سیستمها پس از شروع به کار، کمتر از سیستمهای گرم کننده نیاز به مراقبت و تنظیم دارند. هزینه عملیات خنک کردن ممکن است به همان زیادی گرم کردن باشد.

۳-۲- سیستم های نشکن کردن شیشه تخت

تا اوایل سالهای ۷۰ بیشتر سیستمهای نشکن سازی با کوره های غلتکی از نوع پیوسته بودند که در آنها شیشه به طور پیوسته در ابتدای کوره بار نقاله شده و در انتهای مسیر سرد کننده تخلیه می‌شد. برای آنکه شکم دادن شیشه‌ها، در فاصله بین غلتکها که "۴" تا "۶" فاصله داشتند به حداقل برسد، نقاله می‌بایست سرعت بالایی داشته باشد، مثلاً حدود ۶۰ فوت در دقیقه برای شیشه "۱/۸". پس از کوره قسمت سرد کننده قرار گرفته که درجه نشکنی مطلوب را ایجاد می‌کند؛ بعد سردکننده ثانوی قرار دارد که نشکن سازی را در سطح پایین تری انجام می‌دهد، پس از آن خنک کننده قرار دارد که شیشه را تا یک دمای معقول برای بسته بندی و دستگردانی خنک می‌کند. طول این فرایندها به طور نمونه به ترتیب ۶ فوت، ده فوت یا بیشتر می‌باشند. در نتیجه طول کلی سیستم نشکن بدون احتساب نقاله های بارگیری و تخلیه می‌تواند تا ۱۸۶ فوت یا بیشتر باشد.

بعضی سیستمهایی از این نوع می‌توانند تا ۱۵ تن شیشه در ساعت مورد فرایند قرار دهند.

برای برآوردن نیازهای تولیدی محدود و حل مشکل نشکن کردن شیشه‌های ورق پهن، ماک ماستر (۱۹۷۶) یک نوع سیستم تناوبی نشکن‌سازی را، ابداع کرد. در این سیستم، یک یا چند قطعه شیشه روی یک سطح مشخص بارگیری که روی نقاله بارگیری قرار دارد، گذاشته می‌شود. در زمان مناسب، بار به داخل کوره هدایت می‌گردد تا به انتهای کوره که در آنجا متوقف می‌شود، نزدیک شود، دوباره در جهت معکوس رانده می‌شود تا به ابتدای کوره برسد، جایی که دوباره متوقف و باز به طرف انتهای کوره حرکت داده می‌شود. با این روش، بار برای مدت مطلوب حرارت‌دهی، در کوره نوسان خواهد کرد، و در آن زمان به داخل سرد کننده هدایت می‌شود تا دوباره با استفاده از روش نوسانی، نشکن و سرد شود.

۳-۲ - مواد اولیه:

مواد اولیه مصرفی در تولید شیشه‌های نشکن در دو حالت متصور است: یا آنکه مواد خام تهیه شیشه مورد عمل قرار گرفته و پس از قالبگیری و پرس تحت عمل نشکن‌سازی و تنش زدایی قرار داده شود یا آنکه شیشه‌های معمولی با مشخصات مختلف تهیه و مستقیماً تحت عمل نشکن‌سازی و تنش زدایی قرار داده شود که در بحث مواد اولیه هر دو حالت ارایه گردیده لیکن محاسبات اقتصادی بر مبنای حالت دوم بعنوان صنایع کوچک که در آن حجم سرمایه‌گذاری‌های ثابت و در گردش مورد نیاز بمراتب کمتر از حالت اول است مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

در صورتیکه مواد اولیه قابل تامین باشد فرآیند عملیاتی بدین ترتیب است که مواد اولیه پس از آسیاب شدن و رسیدن به اندازه مورد نظر توسط دستگاه جدا کننده مغناطیسی ذرات آهن از مواد اولیه جدا می‌گردد تا شیشه شفافیت خود را از دست ندهد. پس از توزین مواد اولیه خرده شیشه تمیز به مواد اولیه اضافه می‌گردد. سپس مواد به داخل مخلوط کن انتقال پیدا کرده و پس از اختلاط لازم و افزودن آب بسمت کوره هدایت می‌شود و عملیات ذوب در کوره انجام می‌گردد و وقتی کامل می‌شود که

هیچ دانه کریستالی و جامد در مذاب باقی نمانده باشد. سپس مرحله تصفیه انجام می پذیرد که در اثر انجام واکنشهایی در داخل مذاب مقدار گاز ایجاد می شود که باید حذف گردند. در صورت نیاز گاهی از کلرید سدیم یا کلرید پتاسیم برای حذف حبابها استفاده می شود سپس مرحله هموژنیزه و یکنواخت شدن شروع می شود پس از آنکه ذوب به صورت کامل انجام پذیرفت دما به تدریج کاهش می یابد تا به شرایط لازم برای شکل گیری ویسکوزیته مناسب برای قسمت پرس برسد سپس مذاب در داخل قالبهایی ریخته شده و زیر پرس می رود و سپس مرحله تنش زدایی صورت می گیرد پس از خروج از گرمخانه قسمت کنترل کیفیت و پس از آن قسمت بازرسی و تفکیک محصولات معیوب می رود محصولات با کیفیت بسته بندی و تحویل انبار می شوند.

۴- بر آورد هزینه های سرمایه گذاری طرح

۴-۱- تعیین ظرفیت، برنامه تولید و شرایط عملکرد واحد

انتخاب ظرفیت و برنامه تولید مناسب برای واحد های صنعتی علاوه بر بهره برداری بهینه از سرمایه گذاری انجام شده ، عاملی در جهت کسب بیشترین سود ممکن خواهد بود. نظر به اینکه احداث واحد های صنعتی مستلزم سرمایه گذاری اولیه ای است که در بعضی موارد تقریباً ثابت است، لذا انتخاب ظرفیتهای خیلی کم، سود آوری طرح را غیر ممکن می سازد. علاوه بر آن در صنایع کوچک انتخاب ظرفیتهای بالا، سرمایه گذار را مجبور به تأمین سرمایه زیادی می کند که در آن صورت واحد مورد نظر از چهار چوب مطالعات صنایع کوچک و احداث آن فراتر می رود. لذا در این بخش با توجه موارد مطروحه در بخش قبل ، بازار مصرف ، شناخت کانونهای مصرف، نیازهای داخلی، امکان صادرات و ...

ظرفیت طرح با تقابل سود آوری ظرفیتهای بالا و محدودیتهای صنایع کوچک و نیازهای مصرفی تعیین می گردد. با در نظر گرفتن موارد فوق ظرفیت این طرح ۱۲۰۰۰ متر مربع شیشه نشکن در سال بر آورد می گردد.

بدیهی است که اکثر صنایع در سالهای اولیه احداث، دارای مشکلات فنی داخلی، مشکلات بازاریابی و ورود به صحنه رقابت می باشند. بنا بر این راه اندازی طرح با ظرفیت اسمی بالا غیر ممکن می باشد. بر این اساس برنامه تولید پیشنهادی برای واحدی با ظرفیت تولید ۱۲۰۰۰ مترمربع با نظر به کوچک بودن واحد در طول دوره تغییر نخواهد کرد.

بالا بودن هزینه های متغیر تولید ، مشکلات ناشی از مدیریت واحد های چند شیفت و مشکلات فرهنگی اجتماعی ناشی از کوچک بودن واحد های تولیدی مواردی هستند که در تمایل به کاهش شیفتهای کاری مؤثرند. از سوی دیگر تمایل به استفاده از سرمایه گذاری انجام شده، توانایی افزایش ظرفیت با سرمایه گذاری ثابت، مشکلات ناشی از عملکرد ناپیوسته خط تولید ، زمانهای تلف شده در راه اندازی خط تولید از جمله مواردی هستند که در افزایش شیفتهای کاری دخیل می باشند. در این واحد با در نظر گرفتن چنین مواردی ، ۱ شیفت کاری ۸ ساعته در روز منظور می گردد. زمان مفید در هر شیفت کاری با توجه به بیکاریهای محاز (allowances) ۷/۵ ساعت می باشد.

۲-۴- هزینه های سرمایه گذاری ثابت

در بند های ۲-۴ و ۳-۴ اقلام هزینه های سرمایه گذاری ثابت و جاری در قالب جداول مربوط با ذکر جزئیات آورده شده است.

جدول ۱-۴- زمین، ساختمان و محوطه سازی طرح

ردیف	شرح	مقدار (m ^۲)	هزینه واحد (هزار ریال بر متر مربع)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	زمین	۲۰۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۲	سالن تولید	۶۰۰	۸۰۰	۴۸۰
۳	انبار مواد اولیه و محصولات	۲۰۰	۸۰۰	۱۶۰
۴	سالن غذا خوری	۲۶	۱۰۰	۲۶
۵	ساختمان اداری، رفاهی	۷۰	۱۲۰۰	۸۴
۶	نگهبانی انتظامات	۳۰	۱۰۰	۳۰
۷	دیوار کشی	۳۶۰	۲۵۰	۹۰
۸	خیابان کشی و فضای سبز	۵۰۰	۲۰	۱۰
۹	خاکبرداری	۲۰۰۰ تن	۱۰	۲۰
	جمع			۱۵۰۰

جدول ۲-۴- ماشین آلات و دستگاههای تولیدی

ردیف	شرح	تعداد (دستگاه)	قیمت واحد (هزار ریال)	کل هزینه (میلیون ریال)
۱	کوره بلند نشکن سازی اتومات	۱	۹۰۰۰۰۰	۹۰۰
۲	کوره خم معمولی ۳*۳	۱	۳۰۰۰۰	۳۰
۳	دستگاه عمود زن تراش اتومات	۱	۵۰۰۰۰۰	۵۰۰
۴	دستگاه خم درجه حرارت بالا	۱	۳۰۰۰۰۰	۳۰۰
۵	دستگاه لول شیشه ۳*۳	۱	۴۰۰۰۰	۴۰
۶	تراش نوری	۱	۳۰۰۰۰	۳۰
	جمع	۶	۱۸۰۰۰۰۰	۱۸۰۰

جدول ۳-۴ وسایل اداری مورد نیاز

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)
۱	میز، صندلی، مبلمان و غیره	۲۰
۲	وسایل و تجهیزات غذا خوری و امور رفاهی کارکنان	۱۰
۳	ابزارالات کارگاهی	۲۰
جمع		۵۰

جدول ۴-۴ تأسیسات و تجهیزات عمومی

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)
۱	آب رسانی شامل لوله گذاری و حفر چاه	۵۰
۲	برق رسانی شامل ترانس 250kx، تابلو و کابل کشی	۱۱۰
۳	تلفن - ۳ خط	۱۰
۴	ایمنی و اطفای حریق	۱۰
۵	وسایل گرمایش و سرمایش	۱۰
۶	تهویه و هوای فشرده	۱۰
جمع		۲۰۰

جدول ۵-۴ وسایل حمل و نقل

ردیف	شرح	تعداد	قیمت واحد (هزار ریال)	کل هزینه (میلیون ریال)
۱	وانت نیسان	۱	۸۰	۸۰
جمع				۸۰

جدول ۶-۴ برآورد هزینه قبل از بهره برداری

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)
۱	هزینه مطالعه، مشاوره طرح	۲۰
۲	هزینه ثبت قانونی شرکت و اخذ مجوزها	۱۰
۳	هزینه حقوق و دستمزد دوران ساخت	۲۴
۴	هزینه بهره برداری آزمایشی	۸۶
جمع		۱۴۰

جدول ۴-۷ بر آورد سرمایه ثابت طرح

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)
۱	زمین	۶۰۰
۲	ساختمان و محوطه سازی	۹۰۰
۳	ماشین آلات و دستگاهها	۱۸۰۰
۴	تأسیسات و تجهیزات عمومی	۲۰۰
۵	وسایل اداری	۵۰
۶	وسایل حمل و نقل	۸۰
۷	هزینه قبل از بهره برداری	۱۴۰
۸	هزینه پیش بینی نشده	۷۰
	جمع	۳۸۴۰

۴-۲- هزینه های جاری**۴-۳-۱- برآورد نیروی انسانی**

جدول ۴-۸ نیروی انسانی مورد نیاز طرح عبارتند از:

ردیف	شرح	تعداد (نفر)	حقوق ماهیانه هر نفر (هزار ریال)	جمع کل (میلیون ریال)
۱	مدیر عامل	۱	۴۰۰۰	۴۸
۲	مدیر تولید	۱	۳۰۰۰	۳۶
۳	کارگر ماهر	۹	۲۵۰۰	۲۷۰
۴	کارگر ساده	۱۲	۲۰۰۰	۲۸۸
۵	کارکنان مالی و اداری	۲	۲۵۰۰	۳۰
۶	راننده	۱	۲۰۰۰	۲۴
۷	نگهبان	۱	۲۰۰۰	۲۴
۸	مزایا و پاداش و حق بیمه کارفرما (۷۰٪ حقوق)			۵۰۴
	جمع کل			۱۲۲۴

۴-۳-۲- برآورد مواد اولیه مصرفی:

همانطور که اشاره شد مواد اولیه مصرفی در تولید شیشه های نشکن در دو حالت متصور است: یا آنکه مواد خام تهیه شیشه مورد عمل قرار گرفته و پس از قالبگیری و پرس تحت عمل نشکن سازی و تنش

زدایی قرار داده شود یا آنکه شیشه‌های معمولی با مشخصات مختلف تهیه و مستقیماً تحت عمل نشکن سازی و تنش زدایی قرار داده شود که در اینجا هر دو حالت ارایه گردیده لیکن محاسبات اقتصادی بر مبنای حالت دوم بعنوان صنایع کوچک که در آن حجم سرمایه گذاری‌های ثابت و در گردش مورد نیاز بمراتب کمتر از حالت اول است مورد بررسی قرار گرفته است.

حالت اول-

جدول ۴-۹ مواد اولیه خام مصرفی در تولید شیشه :

ردیف	شرح	میزان مصرف	واحد	قیمت واحد(ریال)	قیمت کل (میلیون ریال)
۱	سلیس	۱۷۱۹	تن	۲۰۰۰۰۰	۳۴۳/۸
۲	اکسید بور	۵۸۷	تن	۳۰۰۰۰۰۰	۱۷۶۱
۳	فلدسپات	۶۱	تن	۷۰۰۰۰۰	۴۲/۷
۴	دولومیت	۳۸	تن	۱۶۰۰۰۰	۶/۰۸
۵	کربنات سدیم	۱۹۰	تن	۱۲۰۰۰۰۰	۲۲۸
۶	کربنات پتاسیم	۱۱۴	تن	۱۳۰۰۰۰۰	۱۴۸
۷	خرده شیشه	۵۴۲	تن	۴۰۰۰۰۰	۲۱۷
۸	انواع اکسیدهای فلزی	۳۷۷	کیلوگرم	۲۰۰۰۰	۷/۵
۹	سایر موارد پیش بینی نشده (۰.۳٪)	-	-	-	۱۱۸
۱۰	بسته بندی	۱۵۰۰۰۰۰	جعبه تکی	۲۰۰۰	۳۰۰۰
۱۱	جمع کل	۳۶۲۸ تن			۵۸۷۲

* ردیف ۲ بمنظور تامین بور در تولید ظروف و شیشه‌های نشکن پیرکس برای ظرفیت ۱۵۰۰ تن لحاظ شده است

حالت دوم -

جدول ۴-۱۰ مواد اولیه شیشه خام مصرفی

ردیف	شرح	میزان مصرف	واحد	قیمت واحد(هزارریال)	قیمت کل (میلیون ریال)
۱	شیشه ده میل رنگی فلوت	۴۰۰۰	متر مربع	۱۰۰	۴۰۰

				خارجی	
۳۰۰	۷۵	"	۴۰۰۰	شیشه ۶ میل رنگی فلوت خارجی	۲
۱۲۰	۶۰	"	۲۰۰۰	شیشه ۴ میل رنگی فلوت خارجی	۳
۳۵	۵۰	"	۷۰۰	شیشه ۱۰ شیت ایرانی رنگی	۴
۲۸	۴۰	"	۷۰۰	شیشه ۱۰ شیت ایرانی رنگی	۵
۱۷	۲۰	"	۸۵۰	شیشه ۱۰ شیت ایرانی رنگی	۶
۹۰۰			۱۲۲۵۰	جمع کل	

۴-۳-۳- برآورد میزان مصرف انرژی در کارخانه

جدول ۴-۱۱ میزان مصرف انرژی در کارخانه

ردیف	سوخت و انرژی	مصرف سالانه	واحد	هزینه واحد (ریال)	هزینه کل (م.ر)
۱	برق	۲۰۰۰۰۰	کیلووات ساعت	۱۳۰۰	۲۶۰
۲	گازوئیل	۵۰۰۰۰	لیتر	۲۰۰	۱۰
۳	بنزین	۵۰۰۰	لیتر	۱۰۰۰	۵
	مقدار آب مورد نیاز سالانه	۱۰۰۰۰۰	متر مکعب	-۵۰۰	۵۰
	جمع هزینه آب، برق و سوخت:				۳۲۵

۴-۳-۴- برآورد هزینه های ثابت و متغیر و کل سرمایه گذاری

جدول ۴-۱۲ هزینه های ثابت و متغیر

ردیف	شرح سرمایه	هزینه (م ریال)		هزینه ثابت		هزینه متغیر	
		میزان	درصد	میزان	درصد	میزان	درصد

۹۰۰	۱۰۰	۰	۰	۹۰۰	مواد اولیه وبسته بندی	۱
۳۰۳	۳۰	۷۰۷	۷۰	۱۰۱۰	حقوق ودستمزد کارکنان تولیدی	۲
۲۶۰	۸۰	۶۵	۲۰	۳۲۵	سوخت وانرژی	۳
۱۰۵	۸۰	۲۶	۲۰	۱۳۱	تعمیر ونگهداری	۴
۰	۰	۷	۱۰۰	۷	بیمه کارخانه (دودر هزار سرمایه ثابت)	۵
۷۰	۶۵	۳۷	۳۵	۱۰۷	پیش بینی نشده	۶
۰	۰	۳۲۰	۱۰۰	۳۲۰	استهلاک	۷
۱۶۳۸		۱۱۶۲		۲۸۰۰	جمع	

جدول ۴-۱۳ هزینه سرمایه در گردش

عنوان	شرح	هزینه (میلیون ریال)
مواد اولیه و قطعات	برای تولید ۲ ماهه	۱۵۰
تنخواه گردان	۲۰ روز هزینه های تولید	۱۴۰
جمع		۲۹۰

جدول ۴-۱۴ جمع کل سرمایه گذاری

ردیف	شرح سرمایه	جمع (میلیون ریال)
۱	سرمایه ثابت	۳۷۰۰
۲	سرمایه در گردش	۱۴۰
۳	هزینه های قبل از بهره برداری	۲۹۰
	جمع	۴۱۳۰

۴-۴-۴ شاخص های اقتصادی طرح:

با توجه به برآورد های اقتصادی و جداول فوق، خلاصه شاخصها و محاسبات اقتصادی بشرح زیر است.

هزینه های تولید:

هزینه های ثابت: ۱۱۸۱۶/۴ میلیون ریال
 هزینه های متغیر: ۳۵۵۸۲/۸ میلیون ریال
 کل هزینه های سالیانه: ۴۷۳۹۹/۲ میلیون ریال
 دارائیهای ثابت: ۳۷۰۰ میلیون ریال
 سرمایه در گردش: ۲۹۰ میلیون ریال
 کل سرمایه گذاری: ۴۱۳۰ میلیون ریال
 درآمد سالیانه: ۴۳۲۰ میلیون ریال
 سود ویژه: ۱۱۹۳ میلیون ریال
 ظرفیت تولید: ۱۲۰۰۰ متر مکعب
 قیمت فروش واحد: ۳۶۰۰۰۰ ریال
 فروش کل: ۴۳۲۰ میلیون ریال
 قیمت تمام شده هر واحد تولید: ۲۳۳۰۰۰ ریال
 محاسبه نقطه سر به سر:

$$\text{هزینه متغیر تولید - فروش} / (\text{هزینه ثابت تولید} \times \{ \text{درصد نقطه سر به سر} - 100 \} = 43\%$$

$$\{ 1162 \div (4320 - 1638) \} \times 100 = 43\%$$

میزان فروش در نقطه سر به سر:

$$\text{تولید ثابت هزینه} / \{ 1 - (\text{متغیر هزینه} / \text{کل فروش}) \} = \text{سر به سر نقطه در فروش}$$

$$1162 \div \{ 1 - (1638 \div 4320) \} = 1872$$

محاسبه سود ویژه: (ارقام به میلیون ریال)

سود ناویژه: ۱۵۲۰

کسر می شود هزینه های عملیاتی:

حقوق و دستمزد پرسنل اداری ۲۱۴

هزینه اداری و فروش ۴۳

هزینه های عملیاتی: ۲۵۷

سود عملیاتی: ۱۲۶۳

کسر میشود هزینه های غیر عملیاتی شامل:

استهلاک هزینه های قبل از بهره برداری -دوساله ۷۰

سود ویژه قبل از کسر مالیات ۱۹۳

نرخ برگشت سرمایه:

$$\text{سود ویژه} \div \text{سود ویژه} \times 100 = (1193 \div 3700) \times 100 = \%32$$

دوره برگشت سرمایه: ۳۸ ماه