



انجمن سرامیک ایران



سخنرانی علمی انجمن سرامیک ایران با همکاری دانشکده مهندسی مواد و متالورژی:

دیرگدازهای صنعت شیشه - انتظارات - دورنما

مهندس معین افشار

۱۷ آذر ۱۳۹۸

دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

دانشگاه علم و صنعت ایران

با توجه به گسترش و تنوع کاربرد محصولات شیشه ای در صنایع گوناگون و زندگی روز مره از جمله صنایع ساختمانی- صنایع غذایی و دارویی- خودروسازی- سلول های خورشیدی- الیاف شیشه ای- ظروف و لوازم خانگی - لامپ - وغیره که مستلزم بهره گیری کوره های ذوب شیشه می باشد- مصرف اجرهای نسوز(دیرگداز) در این صنعت در چند دهه اخیر با رشد قابل ملاحظه ای همراه بوده است.

از آنجا که فرایند ذوب شیشه در دماهای بالا (بیشتر از ۱۵۵۰ درجه سلسیوس) و محیطی خورنده از نقطه نظر شیمیایی صورت می گیرد- دیرگدازهای مصرفی در این صنعت باید از کیفیت بالایی برخوردار باشند. از طرفی افزایش ظرفیت کوره های ذوب شیشه - عمر و کارکرد طولانی تر این کوره ها- ارتقاء کیفیت مورد انتظار در رابطه با محصولات تولیدی- و همچنین الزامات صرفه جویی در مصرف انرژی و ملاحظات زیست محیطی کارشناسان صنایع دیرگداز و متخصصین صنعت شیشه را بران داشته تا در زمینه رفتار مذاب شیشه در تماس با اجرهای نسوز و نیز اثرات سوء بخارات و گازهای خورنده موجود در کوره بر نسوزهای مجاور مطالعات و تحقیقات گسترده ای انجام دهند. حاصل این تحقیقات منجر به ساخت نسوزهایی با مقاومت عالی در برابر اثرات مذاب و سایر عوامل مضر موجود در کوره گردیده است.

در صنایع شیشه با توجه به نوع محصول تولیدی طیف گسترده ای از دیرگدازها اعم از اسیدی-قلیایی و خنثی مورد استفاده قرار می گیرد. با در نظر گرفتن محل مصرف اجر در کوره نیز از تکنیک های مختلفی نظیر ذوب و ریخته گری- پرس معمولی و پرس ویبره و ریخته گری دوغابی برای ساخت آن استفاده میشود.

در کشور ما علیرغم فعالیت ده ها کوره بزرگ و کوچک ذوب شیشه و مصرف حدود دویست هزار تن از انواع نسوزو تولید دو میلیون و پانصد هزار تن محصولات شیشه ای در سال- متاسفانه بیش از ۹۵ درصد دیرگدازهای مورد نیاز این صنعت برای تعمیرات کوره ها ویا اجرای طرح های جدید از خارج وارد می شود. از آنجا که بخش عمده ای از هززینه های سرمایه گذاری در صنعت شیشه مربوط به نسوزهای مصرفی در ساخت کوره های ذوب می باشد این مسئله هزینه ارزی زیادی را به اقتصاد کشور تحمیل می کند. مضافا در چند دهه گذشته علیرغم رشد سرمایه گذاری چهار درصدی سالیانه در صنعت شیشه متاسفانه بر خلاف توسعه های صورت گرفته برای تامین نسوزهای صنایع فولاد و سیمان هیچگونه پروژه و طرح جدیدی که بتواند تا حدودی این نقیصه و کمبود را جبران نماید به اجرا گذاشته نشده و در این زمینه هیچ دور نمایی روشنی نیز متصور نیست.

خواص مهم دیرگدازهای صنعت شیشه

خواص مهم و مورد انتظار برای نسوزهای صنعت شیشه به کاربرد آن ها در ساختار کوره بستگی دارد. به عنوان مثال در رابطه با نسوزهای در تماس با مذاب شیشه- مقاومت در برابر خوردگی مذاب- دیرگدازی تحت فشار- تخلخل و استحکام فشاری گرم از اهمیت بیشتری برخوردار است. به طور کلی خواص مهم نسوزهای مصرفی در صنعت شیشه را می توان به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

الف- دیرگدازی و دیر گدازی تحت فشار

ب - استحکام فشاری گرم

ج - استحکام فشاری سرد

د - مقاومت در مقابل خوردگی مذاب

ه - تخلخل و وزن مخصوص

و - مقاومت سایشی

ز - انبساط حرارتی و مقاومت در برابر شوک حرارتی

ح - هدایت حرارتی

ط - مقاومت در برابر خزش

ی - مقاومت در مقابل ضربه

ک - درصد فاز شیشه ای

شناخت نسوزهای صنعت شیشه

نسوزهای مورد استفاده در صنعت شیشه را از نظر کاربردی می توان به سه گروه کلی زیر تقسیم بندی نمود:

الف - نسوزهای در تماس مستقیم با مذاب

ب - نسوزهای ساختار فوقانی و سقف کوره

ج - نسوزهای سیستم بازیابی و پیش گرم هوای احتراق (ریجنراتور)

به طور کلی نسوزهای در تماس با مذاب شیشه از نظر تاثیر بالقوه بر کیفیت شیشه خیلی حساس بوده و علاوه بر این با توجه حرکت مذاب- جریانات کنوکسیون کوره و دماهای بالای مذاب که موجب خوردگی شدید در برخی نواحی این نسوزها می شود- انتخاب نسوز مناسب باید با توجه به واقعیت های فوق صورت پذیرد.

دیرگدازهای ساختار فوقانی کوره عموماً کمتر در معرض خوردگی شدید قرار دارند. با این وجود باید دوام مناسبی داشته باشند زیرا موادی که در اثر فرسودگی از این نسوزها جدا میشوند می تواند منشا عیوبی در شیشه باشد.

در این قسمت مسائل تولید دو گروه از نسوزهای وارداتی صنایع شیشه که اولی از لحاظ وزنی و دومی از نظر قیمت بخش عمده ای از هزینه تهیه نسوزهای کوره های شیشه را به خود اختصاص میدهند مورد بررسی قرار می گیرد.

نسوزهای سیلیسی

بر اساس تعریف موسسه بین المللی استاندارد (ایزو) اجر سیلیسی اجری است که درصد سیلیس آن حداقل ۹۳ درصد باشد. نسوزهای سیلیسی با توجه به شرایط و محل استفاده به چند دسته عالی-خوب و معمولی تقسیم بندی می شوند. این دسته بندی به دیرگدازی-میزان تخلخل و استحکام فشاری اجر سیلیسی ارتباط می یابد.

فرآیند ساخت نسوزهای سیلیسی

الف - مواد اولیه مصرفی. عمدتاً کوارتزیت است که در مناطق مختلف کشور از جمله استان های همدان- زنجان- قزوین- یزد- کرمان و خراسان به وفور یافت می شود. در تهیه اجر سیلیسی میبایست در صد بسیار زیادی از الف کوارتز در دمای بالا به کریستوبالیت و تریدیمیت تبدیل شود. در کوارتزیت به فاز امورف سیلیسی واکنش های شیمیایی سریع تر از کوارتز اتفاق می افتد. کوارتزیت مصرفی برای ساخت اجرهای سیلیسی باید از نوع مرغوب و دارای آنالیز شیمیایی زیر باشد :

- خلوص (درصد سیلیس) حداقل ۹۷ درصد

- اکسید الومینیم حداکثر ۱ درصد

- اکسید سدیم و پتاسیم حداکثر ۳/۰ درصد

ب - خرد کردن و دانه بندی. ابتدا کوارتزیت را شستشو داده تا مواد رسی و سایر الودگی های همراه آن جدا شود. سپس سنگ کوارتزیت را با یک سنگ شکن فکی به ابعاد کمتر از ۵ سانتیمتر تبدیل نموده و با سنگ شکن مخروطی آن را به ابعاد ریزتر تبدیل می کنند. در انتها با کمک سرند و بیره چند طبقه دانه بندی زیر ایجاد می شود:

- ۴۵ درصد ذرات درشت روی سرند مش ۳۰

- ۱۰ درصد ذرات متوسط بین مش ۳۰ و مش ۸۰

- ۴۵ درصد ذرات ریزدانه زیر مش ۸۰

این ترکیب بیشترین تراکم را به اجر خام می دهد و در حین پخت میزان تخلخل آن کاهش می یابد.

ج- افزودنی ها. پس از تهیه و آماده سازی مواد اولیه در حدود ۲ الی ۳ درصد وزنی اهک به صورت اب اهک و مقداری چسب الی شامل دکسترین و محلول غلیظ سودسوزاور به کوارتزیت اضافه می شود. پس از آن مخلوط را در قالب ریخته پرس می کنند. اجر پرس شده در این مرحله دارای ۴ تا ۵ درصد اب است.

د- خشک شدن. بهترین روش خشک کردن نسوزهای سیلیسی استفاده از گازهای گرم کوره پخت است. لیکن سرعت خشک شدن بایستی بگونه ای تنظیم شود که منجر به ایجاد ترک های سطحی در اجر نشود. اجر پس از خشک شدن باید حداکثر ۲٪ درصد رطوبت داشته باشد.

ه- مرحله پخت. حساس ترین مرحله در ساخت نسوزهای سیلیسی محسوب می شود. پخت نسوزهای سیلیسی شامل مراحل زیر است :

- قبل از پخت ترکیبات اصلی نسوز کوارتز و اهک است. در دمای بالای ۱۰۰ درجه سلسیوس باقیمانده رطوبت موجود در اجر تبخیر میشود.

- در دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس هیدروکسید کلسیم شروع به تجزیه شدن نموده که این تجزیه در دمای ۹۶۰ درجه سلسیوس به پایان می رسد.

- در دمای ۵۷۳ درجه سلسیوس الفا کوارتز به بتا کوارتز تبدیل می شود.

- از دمای ۶۰۰ الی ۷۰۰ درجه سلسیوس اهکی که به عنوان کانی ساز همراه مواد اولیه است با سیلیس ترکیب می شود و ابتدا دی سیلیکات کلسیم تشکیل می شود و پس از یک سری واکنشهای متوالی ولاستونیت ایجاد می گردد.

- با ادامه حرارت دادن مقداری مذاب در سیستم ایجاد می شود. از طرف دیگر از حدود ۱۲۰۰ درجه سلسیوس به بعد دانه های کوارتز به کریستوبالیت تبدیل می شود. با رسیدن به دمای حداکثر پخت که ۱۴۵۰ تا ۱۵۰۰ درجه سلسیوس است میزان سیلیس حل شده در مذاب به حالت اشباع رسیده و باید به نحوی از مذاب خارج گردد. در این شرایط سیلیس به شکل جامد (تری دیمیت) رسوب میکند. به همین دلیل اجر به مدت طولانی در دمای حداکثر نگه داشته می شود تا عمل رسوب دهی هر چه بیشتر صورت گیرد. علت تبدیل مستقیم سیلیس به تری دیمیت بجای کریستوبالیت آن است که در دمای بالاتر از ۱۳۵۰ درجه سلسیوس تری دیمیت پایدار تر است.

- در انتهای عمل سرد شدن فازهای زیر در اجر سیلیسی وجود دارند:

- تری دیمیت و کریستوبالیت ۷۰ تا ۸۰ درصد که عمده آن تری دیمیت است. (هر دو به صورت الفا)

- فاز شیشه ای ۵ تا ۱۲ درصد (فاز شیشه ای حاوی ۷۰ تا ۸۰ درصد سیلیس است)

- کوارتز آزاد ۵ تا ۲۵ درصد

اجر سیلیسی مرغوب اجری است که چگالی و کوارتز موجود در آن حداقل باشد به شرطی که تخلخل آن در حد مجاز باشد. در حال حاضر اجرهای سیلیسی تولید شده دارای حداکثر ۵ تا ۶ درصد کوارتز است. تری دیمیت بیشترین درصد فاز موجود در اجر را تشکیل می دهد و پس از آن کریستوبالیت و فاز شیشه ای قرار دارند.

عوامل موثر بر خواص اجرهای سیلیسی

- نوع کانی ها و فازهای موجود در اجر

- مقدار فازهای موجود در اجر

- نحوه توزیع فازها

- میزان تخلخل و طریقه توزیع آن

کاربرد نسوزهای سیلیسی

در کوره های ذوب شیشه های سودا- لایم که بخش بزرگی از تولیدات شیشه ای را شامل می شود (شیشه های تخت- ظروف شیشه ای- ظروف سر میز و آشپزخانه- انواع لامپ و...) نسوزهای سیلیسی در ساختار فوقانی کوره ها به شکل گسترده و در حجم بالا مورد استفاده قرار می گیرد. عمده ترین مزیت های نسوز های سیلیسی را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- قیمت پایین به دلیل وفور و ارزانی مواد اولیه

- چگالی کم که باعث کاهش وزن نسوز می شود (چگالی این نسوز از ۱/۷۵ تا ۱/۸۵ گرم بر سانتیمتر مکعب تغییر می کند).

- استحکام فشاری گرم بالا

- دیرگدازی نزدیک به نقطه ذوب

- مقاومت سایشی بال

دیرگداز های ذوب و ریخته گری (زاک)

دیرگدازهای ذوب و ریخته گری عالی ترین نسوز مورد استفاده در صنعت شیشه است که در شرایط استفاده در نواحی در تماس با مذاب دارای بهترین مقاومت در برابر خوردگی مذاب شیشه در دمای بالا است. این نسوز عمدتاً در کف و دیوارهای جانبی کوره که مذاب شیشه را در خود جای می دهد مصرف می شود. در دیوارهای فوقانی و در نواحی داغ کوره نیز بر حسب نیاز مورد استفاده قرار می گیرد. با توجه به روش ساخت این نسوز که مستلزم ذوب مواد اولیه در دمای بسیار بالا و ریخته گری در قالب است- میزان تخلخل باز در آن بسیار کم و در برخی موارد نزدیک به صفر است.

فرایند ساخت ترکیب شیمیایی نسوزهای ذوب و ریخته گری که در مخزن ذوب کوره مورد استفاده قرار می گیرند به شرح ذیل است:

- اکسید آلومینیوم ۴۵ تا ۵۵ درصد

- اکسید زیرکونیم ۳۲ تا ۴۱ درصد

- سیلیس ۱۰ تا ۱۵ درصد

- اکسید سدیم ۰/۸ تا ۱/۲ درصد

- سایر اکسیدها (عمدتا اکسید آهن-کلسیم و منیزیم)- حدود ۰/۲۵ درصد

در نوع دیگری از این دیرگذاها اکسید الومینیوم به عنوان ماده اصلی (حدود ۹۵٪ وزنی) مورد استفاده قرار می گیرد. امیزه ای از الفا و بتا الومینا به عنوان فازهای اصلی تشکیل دهنده نسوز وارد عمل می شوند. این نسوز در تماس با مذاب و دماهای پایین تر از ۱۳۵۰ درجه سلسیوس مقاومت خوبی در برابر خوردگی مذاب شیشه نشان می دهد. ترکیب شیمیایی نسوز تولیدی توسط یک شرکت اروپایی از این قرار است:

- اکسید الومینیوم ۹۴/۹ درصد

- سیلیس ۱ درصد

- اکسید سدیم ۳/۸ درصد

- سایر اکسیدها کمتر از ۰/۳ درصد

از لحاظ مینرالی نیز فازهای زیر در نسوز ایجاد می شود:

- الفا الومینا ۴۵ درصد

- بتا الومینا ۵۳ درصد

- فازشیشه ای ۲ درصد

مواد اولیه - مواد اولیه ای که در ساخت این دیرگذاها استفاده می شود بایستی بسیار خالص بوده و ناخالصی های نامطلوب آن در حد صدم درصد باشد. در ساخت نسوزهای زاک از سیلیکات زیرکونیم - اکسید الومینیوم - زیرکونیا (اکسید زیرکونیم) و مقدار کمی کربنات سدیم استفاده می شود. ماده اولیه

نوع دوم نسوزهای ذوب و ریخته گری اکسید آلومینیوم خالص به همراه مقادیر جزئی ترکیبات سدیم و سیلیس است. مواد اولیه به دقت توزین شده و پس از اختلاط کامل در میکسر - به کوره های ذوب قوس الکتریکی شارژ می شود.

ذوب - در یک کوره قوس الکتریکی صورت می گیرد. دما در این کوره باید در حدی باشد که یک مذاب سیال در وسط آن ایجاد شود. این دما با توجه به ترکیب نسوز ۱۸۵۰ تا ۲۴۰۰ درجه سلسیوس است. از آن جا که جداره فلزی کوره از بیرون با آب خنک می شود مواد در سطح جداره داخلی کوره به صورت جامد بوده تا این سطح را در برابر خوردگی مذاب بسیار داغ محافظت کند. برای اینکه مذاب داخل کوره کاملاً یکنواخت شود گاز اکسیژن در آن دمیده می شود.

ریخته گری - مواد پس از ذوب با روشی نظیر ریخته گری فلزات در قالب ریخته می شوند. جنس این قالب برای نسوزهای زاک- ماسه و برای نسوزهای آلومینیایی گرافیت است. در بالای قالب یک کلگی از جنس گرافیت یا سایر مواد دیرگداز می سازند که نقش قیف را ایفا می کند و خاصیت آن جلوگیری از پاشیده شدن مذاب به اطراف و نیز توزیع یکنواخت مذاب در قالب است.

سرد کردن - پس از اینکه جداره بیرونی نسوز تا حدی سفت شد که بتواند فشار هیدرولیکی مذاب وسط را تحمل کند آن را از قالب جدا نموده و با پودر عایقی که دارای ضریب هدایت حرارتی بسیار پایینی است می پوشانند. برای این منظور عموماً از دیاتومیت استفاده می شود. این مرحله بسیار حساس است زیرا اگر اختلاف دما در داخل و خارج نسوز زیاد باشد - شیب حرارتی باعث پیدایش تنش شده و ممکن است به شکستن نسوز منجر شود. در این مرحله در حقیقت دو پدیده به صورت همزمان اتفاق می افتد: یکی تبلور و دیگری انیلینگ (تنش زدایی). نحوه تبلور در نسوز باید کنترل شده باشد. البته کنترل تبلور عمدتاً به انتخاب درصد مناسب مواد اولیه هم بستگی دارد. مرحله تنش زدایی از دمای ۹۵۰-۱۰۰۰ درجه سلسیوس تا ۲۵۰ درجه سلسیوس ادامه می یابد و برای قطعات حساس امکان دارد در یک گرمخانه تونلی انجام شود.

پرداخت - پس از اتمام مرحله سرد شدن ابتدا با ماسه پاشی (سند بلاست) ذرات چسبیده از قالب به سطح خارجی نسوز تمیز شده و سپس با ابزار الماسه آن را پرداخت به ابعاد مورد نظر دست یابند. نظر به

هزینه زیادی که برای این می کنند تا کار صرف می شود بهتر است ابعاد قالب طوری انتخاب شود که اجر پس از سرد شدن تقریباً ابعاد مورد نیاز را داشته باشد.

مقدار نسوزهای مصرفی در کوره های ذوب شیشه

در جدول شماره ۱ نسوزهای مصرفی برای ساخت یک کوره شیشه فلوت با ظرفیت ۶۰۰ تن در روز و یک کوره تولید ظروف شیشه ای با ظرفیت ۳۵۰ تن در روز درج گردیده است. همانگونه که در جدول مشخص شده برای ساخت یک کوره فلوت ۶۰۰ تن در روز حدود ۱۰۰۰۰ تن اجر نسوز و انواع ملات مورد قرار می گیرد. از لحاظ کیفی و نیازهای کوره های ذوب فلوت تنها اجرهای شاموت در داخل کشور قابل تامین است. در مورد نسوزهای منیزیتی با توجه به وارداتی بودن بخش زیادی از منیزیای مورد نیاز برای ساخت نسوز که در قیمت تمام شده آن تاثیر گذار است و همچنین مسائل کیفی - صنایع شیشه ترجیحاً این نسوز را از منابع خارجی وارد می کنند.

همانگونه که مندرجات جدول ۱ مشخص می کند در رابطه با مثال کوره فلوت ۶۰۰ تن در روز تنها نسوزهای شاموت (فایر کلی) که ۲۸ درصد وزنی کل نسوزهای کوره را تشکیل می دهد از منابع داخلی قابل تهیه است. لیکن از لحاظ اقتصادی هزینه تهیه این نسوز فقط حدود ۵/۵ درصد کل هزینه های مربوط به نسوزهای کوره را شامل می شود - با توجه به مفروضات ذیل:

قیمت هر کیلوگرم اجر شاموت = ۵/۵ یورو وزن نسوزها = ۲۸۰۰ تن

متوسط قیمت نسوزهای وارداتی = ۳/۵ یورو وزن نسوزها = ۷۲۰۰ تن

نوع نسوز	میزان مصرف در کوره فلوت ۶۰۰ تن در روز	میزان مصرف در کوره مظروف ۳۵۰ تن در روز
سیلیس	۷۰۰	۱۶۴
ذوب و ریخته گری (زاک)	۷۵۰	۴۲۸
ذوب و ریخته گری (آلفا - بتا آلومینا)	۱۸۸	۵۶۱
منیزیتی	۱۴۲۰	۶۸۱
چکریهای ریجنراتور	۱۵۷۰	۷۳۶
شاموت	۲۸۰۰	۸۱۰
نسوزهای عایق (ایزوله)	۸۴۰	۴۷۶
آلومینوسیلیکات (مولایت - سیلیمانیت)	۷۱۰	۳۹۴
زیرکن - مولایت و زیرکنی	۴۲	۷۳
انواع ملات (شاموت - سیلیسی - زیرکن دار و ...)	۸۲۰	۲۰۸
متفرقه	۴۵	۳۲
جمع	۹۸۸۵	۴۵۸۶

جدول شماره ۱ - نسوزهای مصرفی در ۲ نوع کوره ذوب شیشه

جمع بندی و پیشنهادات

الف - علیرغم توسعه و گسترش قابل توجه صنایع شیشه در سال های اخیر- تولید دو میلیون و پانصد هزار تن شیشه در سال (که با متوسط رشد سرمایه گذاری سالیانه ۴ درصدی همراه بوده است) دیرگذازه های مورد نیاز این صنعت برای احداث اولیه کوره و یا تعمیرات سرد ادواری کوره ها عمدتاً از خارج کشور وارد می شود که با خروج مقادیر زیادی ارز همراه است زیرا نسوزهای کوره بخش بزرگی از سرمایه گذاری مربوط به واحدهای شیشه سازی را تشکیل می دهد.

ب - از لحاظ علمی و پژوهشی ما در حال حاضر با کمبود افراد با تجربه و صاحب نظر در صنایع نسوز داخلی مواجه هستیم. ارتباط صنعت نسوز با دانشگاه ها ضعیف است. البته تعداد محدود مراکز آموزشی و تحقیقاتی مرتبط با صنایع نسوز نیز مزید بر علت است.

ج - در صنایع شیشه نیز شناخت محدودی در رابطه با خواص و کاربرد دیرگذازه های مصرفی در این صنعت در بین مدیران و کارشناسان ذیربط وجود دارد. به همین علت صنعت شیشه در انتخاب نسوزمحافظه کار عمل می کند. در سفارشات جدید برای تعمیرات سرد کوره همان نسوزهایی سفارش می شود که سی یا چهل سال پیش در ساخت اولیه کوره مورد استفاده قرار گرفته است - بدون توجه به دستاوردهای صنایع دیرگذاز در دهه های اخیر.

د - بر خلاف برخی صنایع دیگر در صنعت شیشه کیفیت دیرگذازه های مصرفی تاثیر مستقیم و بسزایی در کیفیت محصولات تولیدی بر جای می گذارد. به همین دلیل در انتخاب نسوز مناسب و با کیفیت برای نواحی مختلف کوره بایستی حداکثر دقت به عمل آید. هزینه های انتخاب نسوزهای نامناسب و بی کیفیت چه در کاهش عمر مفید کوره و چه به لحاظ تاثیر سوئی که در کیفیت محصولات تولیدی بر جای می گذارد می تواند خسارات سنگین و جبران ناپذیری را به شرکت تحمیل نماید.

ه - پیشنهاد می شود پس از کارشناسی دقیق بخشی از انواع نسوزهای مصرفی در صنعت شیشه از جمله نسوزهای سیلیسی در اولویت سرمایه گذاری وزارت صنایع قرار گیرد و جامعه علمی و صنعتی کشور با

حمایت ارگان های ذیربط در زمینه امکانات تولید و جایگزینی نسوزهای وارداتی مورد نیاز صنعت شیشه کشور با تولیدات داخلی هر چه سریع تر طرح هایی را به تصویب رسانیده و به مرحله اجرا گذارند.

و - با توجه به ضعف ها و کمبودهای موجود در زمینه شناخت دیرگدازهای صنعت شیشه پیشنهاد می شود از طرف انجمن دیرگدازایران با همکاری اساتید دانشگاهی و متخصصین صنعت شیشه آشنا با مسایل دیرگدازهای مصرفی در این صنعت مجموعه ای از دوره های آموزشی علمی - کاربردی برای مدیران و کارشناسان علاقمند این صنعت برگزار شود.

