



## فصل ۴

پودمان کاربرد دیرگذازه‌ها و جرم نسوز

## کاربرد دیرگذاها و جرم نسوز

صفحه ۱۰۱: تصویری از داخل کوره دوار پخت سیمان است که به تازگی نسوز چینی شده و مرحله گرمایش اولیه را برای آماده‌سازی کوره طی می‌کند.



کوره دوار سیمان دارای شیبی حدود ۴ درجه سلسیوس است تا آمیز سیمان طی فرایند پخت طول کوره را به آرامی طی کند. پس از کارکرد طولانی مدت کوره، دیرگذاها تعویض می‌شوند. در طول کوره سیمان از انواع دیرگذاهای شاموتی، آلومینایی و آلومینات منیزیمی استفاده می‌شود. عامل اصلی خوردگی و تخریب دیرگذاهای کوره سیمان، حضور مواد گدازآور مانند سدیم و پتاسیم در مواد معدنی اولیه سیمان است.

در گذشته از دیرگذاهای حاوی کرومیت استفاده می‌شد، ولی امروزه به دلیل مخاطرات زیست‌محیطی، به کار گرفته نمی‌شود.

دانش دیرگذاها در صنایع سیمان، فولاد و... بسیار حائز اهمیت بوده و می‌تواند در عملکرد تجهیزات و بازدهی تولید نقش بسزایی ایفا کند.

### نکته



در برخی مجموعه‌ها و منابع از واژه نسوز به جای دیرگذا استفاده شده است. این اصطلاح در صنعت نیز بسیار به کار برده می‌شود. این در حالی است که واژه نسوز به نوعی بیانگر عدم شعله‌ور شدن و مقاومت در برابر سوختن است و حد بالای دمای ذوب را بازگو نمی‌کند. بنابراین پیشنهاد می‌شود از واژه دیرگذا به جای واژه نسوز استفاده شود. در این خصوص هنرجو مجاز به استفاده از واژه نسوز است ولی آشنایی با واژه دیرگذا برای آینده تحصیلی و شغلی هنرجو مفید است.

**صفحه ۱۰۲:** پودمان با سؤالاتی در مورد قطعات به کار رفته در قسمت‌های داخلی شومینه و کوره آغاز شده است تا ذهنیت کلی را در هنرجو در مورد تفاوت مواد دیرگدازی که در معرض حرارت قرار دارند با آنچه در ساختمان‌سازی به کار گرفته می‌شود، ایجاد کند.

آیا می‌توان از آجر معمولی برای ساخت شومینه استفاده کرد؟ پاسخ منفی است چرا که آجر معمولی تحمل دمایی کافی را در برابر شعله ندارد و امکان ذوب شدن در دمای شعله و شکسته شدن آجر معمولی در اثر شوک حرارتی وجود دارد.

در کوره کارگاهی را در حالت خاموش و سرد باز کنید و به داخل آن نگاه کنید. به نظر شما آجرها و مواد به کار رفته در دیواره داخلی آن چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟ در این سؤال هنرجو با توجه به نکاتی مانند دمای بالا در داخل کوره و گرم و سرد شدن ناگهانی محیط داخل آن می‌تواند به مواردی مانند نقطه ذوب و شوک‌پذیری یا قابلیت تحمل تغییرات دمایی اشاره کند. دیرگداز به کار رفته در داخل کوره باید نقطه ذوب بالایی داشته باشد. معمولاً تحمل دمایی دیرگذاهای مورد استفاده در کوره حداقل ۱۵۰ درجه سلسیوس بیشتر از حداکثر دمای کارکرد کوره است. به عنوان مثال کوره‌ای که حداکثر تا ۱۱۰۰ درجه سلسیوس کار می‌کند، باید دیرگذاهایی با تحمل دمایی حداقل ۱۲۵۰ درجه سلسیوس داشته باشد.

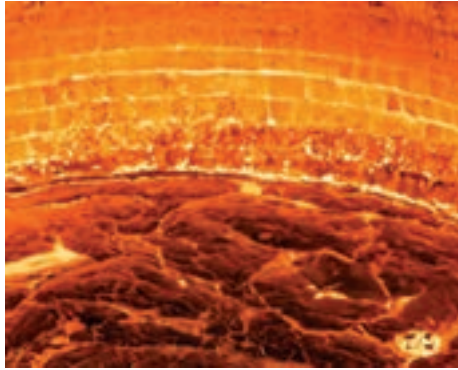
برای آموزش بهتر پیشنهاد می‌شود یک آجر دیرگداز مانند شاموتی یا آلومینایی و یک آجر ساختمانی معمولی در اختیار هنرجویان قرار داده شود. تفاوت در وزن، رنگ، بافت و ساختار ظاهری، قیمت و کاربرد از جمله مواردی است که می‌تواند به درک بهتر محصولات دیرگداز کمک کند. گرچه انجام آزمون دیرگدازی و تشخیص بالا بودن حد تحمل دمایی محصولات دیرگداز و مقایسه آن با محصولات سرامیکی معمول ساختمانی ممکن است مقدور نباشد.

**صفحه ۱۰۲ شکل‌های ۴ و ۵:** این شکل‌ها، تصاویری از پاتیل حمل مذاب در صنایع تولید فولاد است. مذاب فولاد و سرباره آن دمایی بین ۱۴۰۰ تا ۱۶۵۰ درجه سلسیوس دارد. فولاد پس از ذوب شدن در کوره به صورت مذاب به داخل پاتیل ریخته می‌شود. وظیفه پاتیل حمل مذاب از کوره به واحدهای شمش‌سازی، قالب ریزی یا ریخته‌گری پیوسته است. مذاب و سرباره مذاب فولاد که بر روی آن شناور است هر دو در تماس با آجرهای دیرگداز هستند و شرایط سخت دمایی و خوردگی فیزیکی و شیمیایی بر آجرهای دیرگداز تحمیل می‌کنند. پاتیل‌های حمل مذاب پس از تخلیه شدن مذاب آنها، به صورت افقی قرار داده می‌شوند تا تمیزکاری، تعمیر و بازبینی آجرهای نسوز برای شارژ مجدد

مذاب صورت پذیرد.



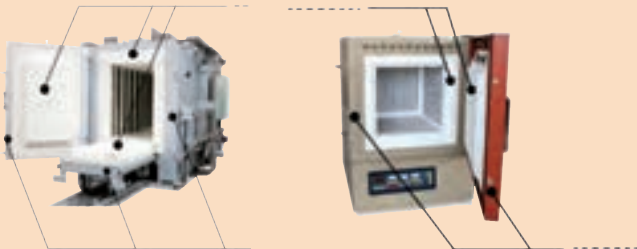
پاتیل خالی حمل مذاب فولاد



آجرهای دیرگداز پاتیل در تماس با مذاب فولاد

صفحه ۱۰۳:

فعالیت کلاسی



وظیفه دیرگدازها علاوه بر کاهش انتقال حرارت و جلوگیری از اتلاف انرژی، محافظت از جداره بیرونی کوره در برابر خوردگی و دمای بالای داخل آن است. برای درک بهتر مطلب می توان یک شعله بزرگ حاصل از سوختن هیزم را در فضای آزاد مثال زد که چگونه انرژی آن به فضای اطراف رها می شود. در صورت محدود کردن فضای اطراف شعله توسط جداره ای از آجرهای دیرگداز، انرژی حرارتی آن مهار شده و دمای آن نیز بیشتر می شود. در کوره نیز برای همین منظور جداره ای فلزی که داخل آن آجرهای دیرگداز چیده شده است نقش مهار انرژی حرارتی کوره را بازی می کند.

این فعالیت کلاسی و تصاویر آن به درک بیشتر این موضوع کمک می‌کند.



پیشنهاد می‌شود آموزش اهمیت دیرگداز و بخش‌های اصلی کوره در کارگاه و به صورت مشاهده عملی کوره کارگاهی انجام پذیرد. هنرجو می‌تواند با لمس کردن جداره بیرونی کوره و دیرگدازهای داخل آن به صورت فیزیکی این دو جزء مهم کوره را درک نماید و از یکدیگر تشخیص دهد. در پایان باید هنرجو بتواند به این پرسش پاسخ دهد که در صورت عدم استفاده از دیرگداز یا تخریب آن چه اتفاقی در کوره خواهد افتاد.

#### صفحه ۱۰۴ دسته‌بندی دیرگدازها:

دسته‌بندی دیرگدازها بسیار متنوع است ولی در این کتاب به اساسی‌ترین و در عین حال ساده‌ترین انواع دیرگداز اشاره شده است. دیرگدازهای اکسیدی تنوع و مصرف بسیار بیشتری نسبت به دیرگدازهای غیراکسیدی دارند. دیرگدازهای بی شکل رشد روزافزونی را داشته و دیرگدازهای متخلخل نیز در مقایسه با دیرگدازهای سنگین بسیار اقتصادی‌تر و کارایی بیشتری دارد.



شکل ۹- دسته‌بندی دیرگدازها

سیلیس به عنوان دیرگداز اکسیدی و سیلیکون کاربید به عنوان دیرگداز غیراکسیدی مثال زده شده‌اند. از دیگر دیرگدازهای اکسیدی می‌توان به انواع آلومینایی، زیرکونیایی و شاموتی اشاره کرد و دیرگدازهای گرافیتی و کاربیدی مانند بورکاربید نیز مثال‌هایی از انواع غیر اکسیدی هستند. دیرگدازهای بی‌شکل به صورت پودر و دانه‌بندی شده و دیرگدازهای شکل‌دار به صورت شکل‌دهی شده مانند آجر و راه‌گاہ به بازار عرضه می‌شوند.

فعالیت کلاسی



**صفحه ۱۰۷:** در این فعالیت هنرجو براساس نمودارها و تقسیم‌بندی ارائه شده در جدول ۱ و شکل ۹ قادر خواهد بود تا مواد دیرگداز ارائه شده را دسته‌بندی کند. انواع دیرگدازهای متخلخل با عنوان دیرگدازهای عایق نام برده می‌شوند چرا که تخلخل عامل ایجاد خاصیت عایق بودن است. پتوهای عایق گرچه پودر نیستند ولی به عنوان دیرگدازهای بی‌شکل دسته‌بندی می‌شوند چرا که پس از انتقال از محل تولید به محل مصرف، براساس شکل و هندسه سطح محل مورد استفاده، شکل می‌گیرند.

دیرگداز	شکل	تراکم	نوع مواد
	جرم عایق آلومینایی	بی‌شکل	متخلخل اکسیدی
	آجر عایق آلومینایی	شکل‌دار	متخلخل اکسیدی
	آجر سیلیسی	شکل‌دار	متراکم اکسیدی

	بوته گرافیتی	شکل دار	متراکم	غیر اکسیدی
	پتوی آلومینایی	بی شکل	متخلخل	اکسیدی
	سیمان آلومینات کلسیم	بی شکل	متراکم	اکسیدی

صفحه ۱۰۸: در دسته‌بندی انواع ویژگی دیرگذاها، تصویر مربوط به شوک حرارتی شکسته شدن یک قطعه سرامیکی را در برابر شعله نشان می‌دهد. به دلیل ضریب انبساط حرارتی بالا و تغییرات ناگهانی ابعاد قطعه با افزایش دما، تنش‌های مکانیکی ایجاد شده در قطعه منجر به شکست آن شده است. برای رفع این مشکل باید از موادی استفاده کرد که ضریب انبساط حرارتی کمتری داشته و همچنین انتقال حرارت بالایی داشته باشند تا حرارت ایجاد شده سریعاً در تمام قطعه پخش شود. در شکل مربوط به تحمل دمایی بالا نیز قطعه سرامیکی تحت دمای کوره دچار ذوب شدگی و تغییر شکل شده است. برای حل این مشکل باید موادی با دمای ذوب بالا انتخاب کرد. این گونه مواد عموماً ذاتاً دارای تحمل دمای بالا و عاری از مواد گدازآور مانند اکسیدهای قلیایی هستند.





در تصویر مربوط به مقاومت به خوردگی شیمیایی نیز مواد داخل قطعه سرامیکی با آن واکنش داده و تشکیل فاز جدید می‌دهد که رنگ و ضریب انبساط حرارتی متفاوتی نیز دارد که باعث ایجاد ترک در قطعه می‌شود. برای حل این مسئله نیز باید به ویژگی اسیدی و بازی بودن مواد دیرگداز و مواد در تماس با آنها دقت کنیم. به‌گونه‌ای که مواد دیرگداز اسیدی برای ذوب مواد اسیدی و مواد دیرگداز قلیایی برای ذوب مواد قلیایی استفاده شود. به بیانی دیگر باید در انتخاب صحیح ترکیب شیمیایی دقت کنیم.

فعالیت کلاسی



**صفحه ۱۱۳:** در استفاده از جداول مربوط به مخروط‌های زگر ممکن است با اعداد متفاوتی مواجه شوید. دلیل این امر تفاوت در سرعت گرمایش است. این استانداردها براساس سرعت‌های گرمایش مخروط زگر گزارش می‌شوند.

محدوده دمای نرم شونده		مخروط استاندارد معادل	شماره نمونه
۱۶۰۵ درجه سلسیوس		۲۳	نمونه مجهول ۱
بیش از ۱۶۶۵ درجه سلسیوس		بیش از ۳۰	نمونه مجهول ۲
۱۶۴۰ درجه سلسیوس		۲۷	نمونه مجهول ۳
درجه سلسیوس	شماره مخروط	درجه سلسیوس	شماره مخروط
۱۶۸۳	۳۱	۱۳۳۷	۱۲
۱۷۱۷	۳۲	۱۳۴۹	۱۳
۱۷۴۳	۳۳	۱۳۹۸	۱۴
۱۷۶۳	۳۴	۱۴۳۰	۱۵
۱۷۸۵	۳۵	۱۴۹۱	۱۶
۱۸۰۴	۳۶	۱۵۱۲	۱۷
۱۸۲۰	۳۷	۱۵۲۲	۱۸
۱۸۳۵	۳۸	۱۵۴۱	۱۹
۱۸۶۵	۳۹	۱۵۶۴	۲۰
۱۸۸۵	۴۰	۱۶۰۵	۲۳
۱۹۷۰	۴۱	۱۶۲۱	۲۶
۲۰۱۵	۴۲	۱۶۴۰	۲۷
		۱۶۴۶	۲۸
		۱۶۵۹	۲۹
		۱۶۶۵	۳۰



فکر کنید



**صفحه ۱۱۴:** چگونه می‌توان از مخروط‌های استاندارد زگر برای بررسی یکنواختی دمای کوره‌های صنعتی در قسمت‌های مختلف آن استفاده کرد؟ با قراردادن مخروط‌های زگر در قسمت‌های مختلف کوره و مقایسه زاویه خمش و میزان افتادگی مخروط‌ها با یکدیگر می‌توان نقاط داغ و سرد کوره را شناسایی کرد. برای این کار مجموعه‌ای سه تایی از مخروط زگر با دماهای کمتر، مساوی و بیشتر از دمای کاری کوره را انتخاب می‌کنند. این مجموعه‌ها را در جاهای مختلف قرار می‌دهند تا ارزیابی دقیق‌تری از توزیع دمای داخل کوره داشته باشند. در صنعت سرامیک از این روش برای چیدمان قطعات با دمای پخت بالاتر در نقاط داغ و چیدمان قطعات با دمای پخت پایین‌تر در نقاط سرد کوره استفاده می‌شود. حلقه‌هایی نیز در بازار عرضه شده است که با اندازه‌گیری قطر آنها پس از قرار گرفتن در کوره می‌توان دمای معادل آن را ارزیابی کرد. عدم یکنواختی دما در کوره‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. می‌توان از حلقه نیز به‌جای مخروط زگر به‌منظور اندازه‌گیری دمای کوره استفاده کرد. تغییر قطر حلقه‌ها نشان‌دهنده حداکثر دمایی است که حلقه در آن قرار گرفته است.

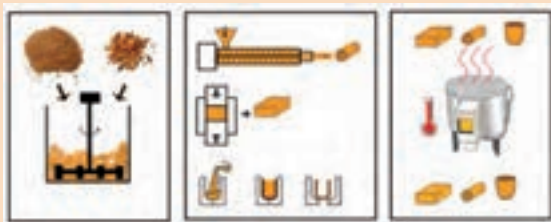
		
حلقه	مجموعه سه مخروطی	زاویه خمش مخروط

فعالیت کلاسی



**صفحه ۱۱۴:** شکل‌های زیر هر کدام بیانگر یکی از مراحل تولید دیرگذاهای شکل‌دار شامل سه مرحله ۱- آماده‌سازی مواد اولیه و آمیز، ۲- شکل‌دهی، ۳- خشک و پخت است. مواد اولیه دیرگذاها معمولاً ترکیبی از اگریگیت‌هایی درشت دانه و پودر است. شکل‌دهی دیرگذاها نیز با انواع روش‌های معمول در صنعت سرامیک مانند اکستروژن، پرس یا ریخته‌گری دوغاب، انجام‌پذیر

است. دیرگدازهای شکل داده شده نیز اغلب همانند دیگر محصولات سرامیکی نیاز به خشک کردن و پخت دارند. معمولاً دمای پخت دیرگدازها بسیار بالاتر از سرامیک‌های معمول و بیش از ۱۲۵۰ درجهٔ سلسیوس است که در برخی محصولات نیز به ۱۸۰۰ درجه سلسیوس می‌رسد. شکل‌های زیر بیانگر کدام یک از مراحل تولید دیرگدازهای شکل‌دار است؟



آماده‌سازی مواد اولیه و آمیز

شکل‌دهی

خشک و پخت

**صفحه ۱۱۴:** از چه روشی برای شکل‌دهی محصولات دیرگداز زیر استفاده شده است؟

هدف از طرح این فعالیت ایجاد آمادگی ذهنی در هنرجو در مورد تولید محصولات دیرگداز مختلف با روش‌های مختلف شکل‌دهی است. ممکن است این روش‌ها محدودیتی نداشته باشند به عنوان مثال در مواردی آجر را می‌توان با اکسترودر کردن تولید کرد و یا بوتله را با پرس کردن. ولی باید در نظر داشت که این موارد عمومیت نداشته و خاص هستند. معمولاً آجرهای متراکم را با پرس کردن و تیوب‌ها را با اکسترودر کردن و بوتله‌ها را با ریخته‌گری دوغابی می‌سازند.



ریخته‌گری

اکسترودر

پرس

آجرهای عایق را معمولاً با ریختن دوغاب در قالب‌های بزرگ تولید می‌کنند. این بلوک‌ها پس از خشک شدن از قالب خارج می‌شوند و پس از پخت برش



داده می شوند.

با توجه به مطالب فوق بهتر است از هنجرو پرسیده شود کدام روش بهتر است یا چه روشی را برای شکل دهی این محصولات مناسب تر می دانند.

### صفحه ۱۱۵: شاموت و آجرهای شاموتی

شاموت پرمصرف ترین و معمول ترین نوع دیرگذاز در صنعت است. به همین دلیل توضیحاتی درخصوص روش تولید آن ارائه شده است. خاک رس نسوز، کائولن و بال کلی ماده اولیه اصلی برای تولید شاموت است. به دلیل ارزان قیمت بودن مواد اولیه مورد استفاده و همچنین نیاز به دمای پخت نسبتاً پایین تر، محصولات شاموتی در میان انواع دیرگذاها ارزان قیمت و پرمصرف تر است. آجرهای شاموتی در شکل های مختلف برای ساخت دیواره های ساده، قوس دار و سقف ها تولید می شود. انواع جرم های شاموتی نیز توسعه یافته اند. شاموت سمیرم به عنوان مثال یکی از محصولات کائولن کلسینه شده است که مصرف آن در صنایع ایران رواج دارد. در زیر کاتالوگ و مشخصات فنی خاک نسوز سمیرم قبل و پس از کلسینه را به همراه تصاویر مربوطه مشاهده می کنید. آشنایی هرچه بیشتر هنجرو با محصولات شاموتی و طریقه استفاده از این محصولات در تمام صنایع سرامیک مفید است.

■ Semirom Fireclay			
	Specified S-SPC-10	Calculated S-SPC-10	Mineralogical Composition
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	>36	43-46	Quartz
SiO <sub>2</sub>	>44.5	51.57	Amorphous
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<2	3	Subsidiary
SO <sub>3</sub>	<2	2.1	Impurities
CuO	<0.25	0.44	Size 0-12 mm
MgO	0.40	0.79	
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	<0.46	<1	
LOI	13-14	0.11	
P.C.E	34	34	

خاک رس نسوز سمیرم  
از کربن، هیدروژن و اکسیژن  
کائولینیت  
- کائولن  
کاربرد:  
صنایع نسوز  
دانه بندی: ۱۲۰ میلی متر



### صفحه ۱۲۰: افزودنی ها در دیرگذاها

در آماده سازی مواد اولیه از افزودنی های متنوعی می توان استفاده کرد. به عنوان مثال میکروسیلیس برای افزایش استحکام، لیگنوسولفونات ها برای روان سازی یا الک ها برای ضد یخ استفاده می شود. افزودنی ها در مقادیر کم و ناچیز (۰/۲ تا ۲/۵ درصد وزنی) به آمیز اضافه می شوند و تأثیر بسیار چشمگیری بر خواص نهایی محصول دارند.



**صفحه ۱۲۵:** چرا فاصله بین مراکز انکرها در سقف کمتر از فاصله بین آنها در دیواره است؟

در سقف به دلیل وزن زیاد دیرگداز و احتمال ریزش آن باید فاصله انکرها کم باشد تا تعداد انکرها در واحد سطح افزایش یابد. در حالی که در دیواره، وزن جداره بر روی خود آن وارد می شود و فاصله انکرها می تواند بیشتر باشد. به عنوان مثال فاصله انکرهای فلزی را برای ضخامت ۲۰۰ میلی متری جرم دیرگداز، در سقف معادل ۳۰۰ میلی متر، در دیوار معادل ۳۸۰ میلی متر و در کف معادل ۵۰۰ میلی متر در نظر می گیرند. توجه داشته باشید این اعداد برای جرم های مختلف و انکرهای مختلف متفاوت است. معمولاً الگو و فاصله چیدمان انکرها توسط شرکت تولیدکننده پیشنهاد می شود.

### دیرگدازهای گرافیتی

این دیرگدازها از گرافیت و مقدار کمی خاک رس چسبنده تولید می شوند و دارای مقاومت حرارتی بسیار بالایی هستند. کربن با گرافیت می تواند همراه با بسیاری از سیستم های دیرگداز سرامیکی به کار رود. از جمله ویژگی های مهم گرافیت مقاومت به خوردگی شیمیایی و شوک حرارتی است. چرا که خاصیت ترشوندگی بسیار ضعیفی دارد. عیب بزرگ دیرگدازهای گرافیتی، اکسید شدن و سوختن گرافیت طی زمان است. این موضوع در مورد دیرگدازهای کاربردی مانند سیلیکون کاربردی نیز صادق است.

### جرم های بی شکل

دیرگدازهای بی شکل که با عنوان جرم های نسوز یا دیرگدازهای مونولیتیک نیز شناخته می شوند، مخلوطی از گرانول های دیرگداز و موادی با ویژگی چسبندگی و شکل پذیری است. امروزه دیرگدازهای بی شکل با سرعت روزافزونی توسعه پیدا کرده اند و جایگزین دیرگدازهای شکل دار مانند انواع آجر شده اند. ارزان تر بودن، نصب آسان و سریع و امکان تعمیر در حین کارکرد از جمله ویژگی های مهم این نوع دیرگداز در مقایسه با دیرگدازهای شکل دار است. یکی از مزایای مهم دیرگدازهای بی شکل حذف درز و یکپارچه بودن جداره است. درز در دیرگداز به عنوان محلی برای نفوذ مواد خورنده و هدر رفت حرارت عمل می کند.

از جمله مواد مهم مورد استفاده در دیرگذاهای بی شکل سیمان‌های نسوز هستند. این سیمان‌ها بر پایهٔ کلسیم آلومینات هستند که براساس نسبت کلسیم به آلومینا تقسیم‌بندی می‌شوند. اثر مثبت افزودن سیمان به دیرگذاهای بی‌شکل افزایش استحکام مکانیکی است ولی اثر نامطلوب آن کاهش دمای قابل تحمل یا دیرگدازی محصول است. بنابراین با توجه به شرایط کاربرد دیرگذاز بی‌شکل، انواع دیرگذاهای کم سیمان (دیرگذازی بالا) تا دیرگذاهای پرسیمان (استحکام مکانیکی بالا) توسعه یافته‌اند. جرم‌های دیرگذاز حاوی سیمان‌های نسوز با عنوان جرم‌های هیدرولیکی شناخته می‌شوند چرا که عامل گیرش در این نوع جرم‌ها آب است.

در برخی جرم‌های دیرگذاز نیز به‌جای سیمان از چسب‌های آلی یا معدنی استفاده می‌شود. از جمله این چسب‌ها سدیم‌سیلیکات، آلومینیوم‌فسفات هستند. این نوع جرم‌ها نیز با عنوان جرم‌های دیرگذاز با باند شیمیایی شناخته می‌شوند و علاوه بر آب، هوا و دمای بالا در محدودهٔ ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس برای گیرش جرم لازم است. این نوع دیرگذاها برخلاف نوع هیدرولیکی پس از گیرش نسبت به آب مقاوم و پایدار نیستند و مجدد به گل تبدیل می‌شوند مگر آنکه در دمای بالا پخته شده باشند.

### اگریگیت‌های دیرگذاز

اگریگیت‌های دیرگذاز سهمی بیش از ۷۰ درصد وزنی را در آمیزه‌های محصولات دیرگذاز دارند. بنابراین بسیار مهم هستند. اگریگیت‌های شاموت همان‌گونه که اشاره شد از کلسینه‌کردن ترکیب خاک نسوز، کائولن و مقداری بال کلی به‌دست می‌آید. اگریگیت‌های منیزیت نیز از کلسینه‌کردن منیزیت‌های معدنی در کوره‌های تونلی و قوسی تولید می‌شود. در کوره‌های تونلی دمای کلسینه تا ۲۰۰۰ درجهٔ سلسیوس و در کوره قوسی تا ۲۸۰۰ درجهٔ سلسیوس افزایش پیدا می‌کند تا به‌ترتیب منیزیت‌های دبرن و منیزیت‌های ذوبی تولید شوند. هرچه دمای کلسینه بیشتر باشد، منیزیت حاصل دانسیته بیشتری پیدا کرده و تخلخل کمتر می‌شود. مزیت کاهش تخلخل کاهش واکنش‌پذیری منیزیت با رطوبت و تأثیر خوردگی مواد مذاب در محل کاربرد دیرگذاز است. در واقع عمر دیرگذاز با افزایش دمای کلسینه بیشتر می‌شود.



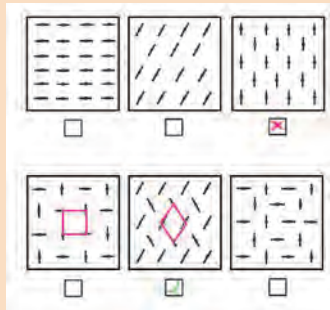
منیزیت دد برن



منیزیت ذوبی

**صفحه ۱۲۲ نسوز کاری - نصب دیرگذاها:** در نسوز چینی معمولاً از ترکیب دیرگذاهای شکل دار و بی شکل استفاده می شود تا از خواص مطلوب هر دو نوع دیرگذاز بهره گرفته شود. نسوز چینی یا نسوزکاری، از جمله حرفه هایی است که در صنعت نسوز و دیرگذاز اهمیت بسزایی دارد. تصاویر مربوط به جدول ۱۴، نشان دهنده دو نوع نسوزکاری با محصولات شکل دار و بی شکل است. تصویر بالایی یک اتصال دهنده ارتجاعی برای مهار تغییرات طولی تجهیزات با افزایش دما است. تصویر پایینی نیز یک کانال انتقال گازهای داغ است. نکته مشترک در هر دو نوع نسوزچینی استفاده از آستر عایق است. استفاده از عایق ها به کاهش اتلاف حرارتی و همچنین کاهش ضخامت دیرگذاز مورد استفاده بسیار کمک می کند. مهارت استفاده از انکرها در نصب دیرگذاهای بی شکل نیز از جمله نکات حائز اهمیت است.

**صفحه ۱۲۵:** کدام یک از چیدمان های زیر برای انکر فلزی صحیح هستند؟  
انکرها نباید کاملاً در راستای یکدیگر باشند. بنابراین چیدمان های ردیف بالایی تماماً نادرست و چیدمان های ردیف پایین صحیح هستند.



فعالیت کلاسی



دلیل این امر امکان تشکیل ترک و رشد آن در راستای انکرهاست. ولی در صورت غیر هم‌راستا بودن رشد ترک حاصل از یک انکر توسط انکر دیگر متوقف شده و یا تغییر جهت می‌دهد که در نهایت منجر به کاهش انرژی ترک و متوقف شدن آن می‌شود.

### صفحه ۱۲۸: پتوها و الیاف دیرگداز

در این قسمت به توضیحی در مورد پتوها و الیاف دیرگداز که در موارد زیر کاربرد دارند اشاره شده است تا هنرجویان با این نوع دیرگدازها آشنایی داشته باشند.

لایه عایق در کوره‌های صنعتی (شاتل، رولری، ذوب و ...) صنایع مختلف مانند:

■ دیگ‌های بخار و مراکز حرارتی

■ آسترکاری کوره‌های صنایع پتروشیمی، نفت و گاز

■ عایق‌بندی بویلرها، توربین‌ها، لوله‌ها و سایر قسمت‌های حرارتی نیروگاه‌ها

■ عایق‌کاری حرارتی در صنعت خودرو، به کار گرفته می‌شوند.

صفحه ۱۲۹: نصب پتو به دو صورت لایه‌ای و بلوکی قابل انجام است. در صورت نصب به صورت لایه‌ای پتو باز می‌شود و با استفاده از انکر به دیوار پیچ می‌شود. در نوع بلوکی، بلوک‌های پتو ابتدا کنار یکدیگر چیده می‌شوند و سپس تسمه یا بسط‌های آنها باز می‌گردد تا با رها شدن به یکدیگر نیرو وارد کنند.

فکر کنید



صفحه ۱۳۰: چرا از دیرگدازهای عایق الیافی فقط در دیوار و سقف کوره‌ها استفاده می‌شود؟ استفاده از این محصولات در کف کوره چه مشکلاتی را به همراه دارد؟

دیرگدازهای عایق الیافی در اثر وزن و نیروی وارد بر آنها و با گذر زمان متراکم می‌شوند و سطحی ناهموار ایجاد می‌کنند. بنابراین از این محصولات در جاهایی استفاده می‌شود که هیچ‌گونه نیرویی مانند نیروی وارده از قطعات سرامیکی بر آنها اعمال نشود. بنابراین سقف و جداره برای این منظور مناسب هستند تا الیاف فقط نقش عایق بودن و جلوگیری از اتلاف حرارت و انرژی را بازی کند. همچنین با ریزش و چکه کردن لعاب بر کف کوره، الیاف عایق به شدت تخریب می‌شوند.





اهمیت استفاده از دیرگداز در کوره که عبارت است از جلوگیری از اتلاف حرارت و محافظت جداره کوره می‌تواند معیاری برای ارزشیابی هنرجو باشد. تشخیص دیرگدازهای بی‌شکل مانند سیمان یا جرم و شکل‌دار مانند آجر از یکدیگر نیز می‌تواند معیاری برای این منظور باشد. مهارت استفاده از مخروط‌های زگر و همچنین علم اندازه‌گیری ویژگی دیرگدازی مواد در صنعت بسیار حائز اهمیت است.

### دیرگدازهای اسیدی و قلیایی

دیرگدازها تحت دمای بالا و در تماس با مواد مذاب گداخته یا جریان هوای داغ کوره هستند. این نوع سیالات دارای قابلیت نفوذ به ساختار دیرگدازها و واکنش با اجزای تشکیل‌دهنده دیرگدازها هستند. واکنش بین دیرگدازها و سیالات خورنده منجر به تخریب و افت عملکرد دیرگداز می‌شود. از جمله مخرب‌ترین واکنش‌ها، واکنش اسید و باز است. به‌عنوان مثال دیرگدازهای منیزیته در تماس با اسیدها و دیرگدازهای سیلیکاتی در تماس با مذاب‌های حاوی مواد قلیایی و قلیایی خاکی واکنش‌پذیر بوده و محصول واکنش خواص نامطلوبی مانند دمای ذوب کم یا ضریب انبساط حرارتی بالا دارد. یکی از مثال‌های مهم واکنش دیرگدازهای شاموتی کوره سیمان با سدیم اکسید و پتاسیم اکسید در مواد اولیه سیمان است. در اثر این واکنش آجرهای شاموتی تخریب شده و منجر به توقف تولید سیمان می‌شود. واکنش دیرگدازهای منیزیته با سرباره فولاد نیز واکنشی مخرب در صنایع تولید فولاد است.

پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربرد دیرگذاها و جرم نسوز	۱- بررسی دسته‌بندی مواد دیرگذاز در صنعت سرامیک ۲- بررسی تأثیر مواد دیرگذاز و جرم نسوز در صنعت سرامیک	تعیین تأثیر مواد دیرگذاز و جرم‌های نسوز در صنعت سرامیک براساس استاندارد ملی ایران	بالاتر از حد انتظار	تحلیل و تعیین کاربرد مواد دیرگذاز و جرم‌های نسوز	۳
			در حد انتظار	سنجش دیرگذازی با استفاده از مخروط‌های استاندارد تعیین ویژگی‌های مواد دیرگذاز مورد استفاده در کوره، تعیین اصول نسوز چینی کوره	۲
			پایین‌تر از انتظار	تفکیک مواد دیرگذاز	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				