



فصل دوم

کنترل و ارزیابی حرارت

کنترل و ارزیابی حرارت

این پودمان با هدف آشنایی هر چه بیشتر هنرجویان با عملکرد و تجهیزات مهم کوره‌ها و خشک‌کن طراحی شده است. انتظار می‌رود که با فراگیری این پودمان هنرجو در هنگام کار با کوره و خشک‌کن‌ها در کارگاه یا صنعت دانش و مهارت بیشتری را داشته باشد.

صفحه ۳۵: در ابتدای متن انواع کوره از لحاظ عملکرد معرفی شده است. در شکل ۱ یک کوره صنعتی مشعلی نشان داده شده تا هنرجویان با این کوره‌ها آشنا شوند.



شکل ۱

استفاده از اولین کوره به حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد. در آن زمان از کوره بیشتر برای ساخت ابزار و وسایل سرامیکی استفاده می‌شد.

در برخی از کشورها واژه کوره به تنهایی بیشتر برای بیان سیستم‌های گرمایش مرکزی خانگی به کار می‌رود و گاهی به عنوان وسیله‌ای برای تولید سرامیک شناخته می‌شود. اما در زبان انگلیسی واژه کوره (kiln) برای تعریف کوره‌های صنعتی کاربرد دارد. البته لفظ کوره برای گرم کردن مواد در واکنش‌های شیمیایی نیز به کار می‌رود. در زبان فارسی به کوره، آتشدان یا آتشیگاه نیز گفته می‌شود.

دانش افزایی



صفحة ۳۵: با توجه به اینکه بسیاری از کوره‌های موجود در کارگاه‌ها از نوع المنتی است در ابتدا کوره‌های الکتریکی توضیح داده شده است. المنت مهم‌ترین جزء در کوره‌های الکتریکی است که حرارت تولید می‌کند. در ابتدا کوره الکتریکی چند نمونه وسیله‌خانگی که با المنت کار می‌کنند نشان داده شده است و درباره نحوه عملکرد آنها سؤال شده است تا با این سؤال ایجاد زمینه ذهنی برای شروع این مبحث شود. سپس در شکل ۳ المنت‌های به کار رفته در یک نمونه کوره الکتریکی نشان داده شده است. در اکثر وسایل گرمایشی الکتریکی گرما به وسیله المنت تأمین می‌شود، وسایلی مانند: بخاری برقی، اجاق برقی، آبگرمکن برقی، سماور برقی، سرخ‌کن، اتو و غیره.



آبگرمکن برقی



سرخ‌کن



پلوپز



بخاری برقی

برخی از وسایل خانگی المنت‌دار

صفحة ۳۶: به منظور آشنایی و درک هنرجویان از عملکرد المنت‌ها نحوه تولید حرارت توسط المنت‌ها آمده است. المنت در واقع نوعی مقاومت الکتریکی است که با عبور جریان برق انرژی الکتریکی را به حرارت تبدیل می‌کند. پیشنهاد می‌شود که هنرآموز محترم به موارد زیر در هنگام تدریس اشاره کند تا هنرجویان اهمیت المنت را بیشتر درک کنند:

با پیشرفت صنعت در دنیا استفاده از المنت برای تولید حرارت به صورت چشمگیری افزایش پیدا کرده است که غالباً در صنایع نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. علت استقبال صنایع و کارخانجات تولیدی از این محصول موارد زیر است:

- عملکرد مناسب‌تر منبع انرژی جریان الکتریکی نسبت به سوخت‌های فسیلی
- تأمین ایمنی بالا و کنترل انرژی توسط ابزار دقیق
- قابل استفاده و کارکرد در بیشتر شرایط محیطی
- عدم ایجاد آلودگی زیست محیطی به دلیل نداشتن دود و خاکستر



صفحه ۳۶: یکی از موارد مهمی که باید هنرجویان فراگیرند آن است که المنت در هنگام ساخت انعطاف پذیری دارد اما بعد از نصب داخل کوره و حرارت دیدن این خاصیت را از دست داده و شکننده می‌شود و بنابراین در اثر ضربه و برخورد ابزار یا قطعات با آن شکسته می‌شود که این مطلب در این قسمت به صورت نکته آمده است. پیشنهاد می‌شود که هنرآموز محترم در صورت امکان و در دسترس بودن المنت قبل و بعد از حرارت را به صورت عملی به هنرجویان نشان دهد.

جدول ۱ صفحه ۳۷: در این قسمت هنرجویان با انواع وسایل گرمایشی المنت دار با توجه به محدوده دمایی آنها آشنا می‌شوند. می‌توان انواع المنت‌ها را از لحاظ محدوده دمایی به دو دسته دما پایین و دما بالا دسته‌بندی کرد. در جدول ۱ انواع تجهیزات صنعت سرامیک المنت دار با توجه به محدوده دمای پایین و دمای بالا به همراه تصویر نشان داده شده است.



صفحه ۳۸: به منظور فعال کردن متن سؤالی به صورت فکر کنید مطرح شده است. کوره‌هایی که برای دکور، تزئین و فیوزینگ شیشه به کار می‌روند از نوع دما پایین هستند که در محدوده دمایی ۵۰۰ تا ۸۰۰ درجه سلسیوس کاربرد دارند.



فیوزینگ شیشه

در روش هم‌جوشی شیشه یا همان فیوز، شیشه به دمای ذوب نمی‌رسد بلکه فقط کمی نرم می‌شود و قطعات شیشه بر اثر این حرارت و نرم شدن به یکدیگر متصل می‌شوند. فیوز شیشه به این صورت تعریف شده است: اتصال قطعات شیشه به یکدیگر بر اثر حرارت. شیشه‌هایی که فیوزینگ شده‌اند کاربردهایی به عنوان کاشی‌های شیشه‌ای و نقوش برجسته شیشه‌ای دارند. در پودمان پنجم کتاب تولید شیشه این روش به طور کامل توضیح داده شده است.

صفحه ۳۸: به منظور آشنایی هنرجویان با جنس المنت‌ها در این قسمت انواع آنها با محدوده دمایی آمده است. المنت‌های آلیاژ نیکل - کروم کاربرد بیشتری در وسایل خانگی مانند اتو، سماور و خشک کن دارند اما المنت‌های آلیاژ کرم - آلومل و سیلیکون کارباید و مولیبدن در کوره‌های دما بالا کاربرد دارند.

محدوده دمایی	جنس المنت
۱۲۰۰ درجه سلسیوس	کرم - نیکل
۱۴۰۰ درجه سلسیوس	کرم - آلومل
۱۶۰۰ درجه سلسیوس	سیلیکون کارباید
۱۵۰۰ - ۱۸۰۰ درجه سلسیوس	مولیبدن دی سیلیساید

صفحه ۳۸: نمودار ۲ به منظور آشنایی با انواع المنت‌ها، توضیح هر یک از آنها به همراه تصویر آورده شده است. هنرآموز محترم می‌تواند مطالب کامل‌تر و انواع بیشتری از این المنت‌ها را مطابق مطلب زیر توضیح دهد:

المنت فشنگی

این المنت دارای پوشش فلزی از جنس فولاد زنگ‌نزن، برنج، تیتانیوم، گالوانیزه و فولاد است که قابل تولید جهت کارکرد در شرایط محیطی مانند آب، گاز و روغن است. نحوه گرمایش هیتر فشنگی (کارتریج) توسط سیم کروم-نیکل است که به صورت فنر فشرده و توسط عایق مخصوص که پودر نسوز می‌باشد داخل غلاف المنت تعبیه می‌شود. حرارت بالای تولیدی هیتر به علت فشردگی سیم المنت و نحوه استقرار آن در درون المان هیتر می‌باشد. در صورت استفاده از این نوع هیتر و بالا بردن بازده کاری المنت نکاتی مانند استقرار مناسب و انتقال حرارت تولیدی هیتر به شکل مطلوب، استفاده از ترموکوپل و ترموستات جهت کنترل دما، استفاده از اتصالات مناسب با ویژگی تحمل حرارتی، در نظر گرفتن شرایط محیط و دیگر عواملی که در طراحی و تولید آن تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش کارکرد المنت می‌شود.



المنت فشنگی

المنت میله‌ای

این المنت با پوشش‌های استیل، تیتانیوم و مس براساس نوع کاربرد و کارایی که دارد تولید می‌شود. المنت میله‌ای قابلیت اتصال به انواع مهره‌ها، صفحات فلزی و قطعات نگه‌دارنده دارد که با توجه به نوع کاربرد مورد استفاده قرار می‌گیرد. این المنت‌ها در قطرهای ۶ و ۸ میلی‌متر کاربرد بیشتری دارند.



المنت میله‌ای

دانش افزایشی



المنت فنری



المنت فنری

از این نوع المنت بیشتر در کوره‌ها که طول المنت زیاد است و شکل قرارگیری پیچیده است استفاده می‌شود، در مورد استفاده از این المنت‌ها باید توجه کرد که حلقه‌ها از هم فاصله داشته و المنت توسط ایجاد شیار در نسوزها عایق شوند و یا در برخی موارد المنت روی تیوپ‌های سرامیکی دیرگداز پیچیده می‌شوند.

المنت مادون قرمز

اشعه مادون قرمز دارای استفاده‌های زیادی در صنعت است که با توجه به قابلیت گرم‌زایی آن جهت تولید حرارت نیز استفاده می‌شود. مادون قرمز یک تابش الکترومغناطیسی شبیه به پرتو نور است که طول موج بلند دارد. این نوع از المنت‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- المنت سرامیکی (طول موج بلند): محدوده دمایی ۹۰۰-۰ درجه سلسیوس
- ۲- المنت کوارتز (طول موج متوسط): محدوده دمایی ۱۶۰۰-۰ درجه سلسیوس
- ۳- المنت کوارتز تنگستن (طول موج کوتاه): محدوده دمایی ۲۷۰۰-۰ درجه سلسیوس



المنت مادون قرمز

المنت فلکسی بل

المنت‌هایی با قابلیت انعطاف‌پذیری و توان حرارتی سطح پایین در طول موج‌های بالا هستند و بیشتر در صنایع پتروشیمی، پالایشگاهی، نفت و گاز،



المنت فلکسی بل

صنایع غذایی و دارویی، کارخانجات سیمان و سیستم گرمایش از کف مورد استفاده قرار می‌گیرند. این المنت‌ها معمولاً با روکش فولاد زنگ‌نزن و سیلیکونی کاربرد دارند.

صفحه ۳۹: به منظور آشنایی با ساختار فنری شکل المنت‌ها و علت ایجاد این شکل این مطلب به همراه تصویر توضیح داده شده است. لازم است که هنرآموز محترم علت این ساختار را با توجه به کاهش فضای اشغال شده توسط المنت در کوره توضیح دهد. ضخامت و طول سیم با توجه به دمای مورد نظر در نظر گرفته می‌شود و سپس به صورت فنری شکل درمی‌آید تا فضای کمتری اشغال شود.

فعالیت کارگاهی



صفحه ۴۰: به منظور کسب مهارت و انجام عملی فنری کردن المنت‌ها، این فعالیت طراحی شده است. هنرجو سیم را برش داده و به دور میله‌ای بپیچاند تا به شکل فنری درآید. لازم است که هنرآموز محترم این نکته را به هنرجویان تذکر دهند که این سیم خاصیت المنت را ندارد و نباید روی کوره نصب شود.

صفحه ۴۰: در این قسمت در مورد المنت سیلیسیم کاربردی توضیح داده شده است و کاربردهای آن آمده است. لازم است که هنرآموز محترم بیان کند که به علت اینکه المنت سیلیسیم کاربرد در دمای بالا اکسید شده و از بین می‌رود، بنابراین لازم است با روکشی از نوع سیلیسیم دی اکسید پوشانده شود تا المنت در برابر اکسید شدن محافظت شود. این نوع المنت به سه قسمت تقسیم‌بندی می‌شوند: قسمت میانی که بخش حرارتی المنت است و بخش اتصالات برقی آن یا قسمت سرد المنت که در ابتدا و انتهای المنت قرار دارد.

صفحه ۴۱: در شکل ۱۲ و ۱۳ انواع روش‌های نصب المنت درون کوره به همراه تصویر نشان داده شده است. در صورت امکان فعالیت‌های خلاقانه‌ای برای نصب المنت طراحی کنید تا هنرجویان به صورت عملی نصب المنت را تمرین کنند. به عنوان مثال از هنرجویان بخواهید که آجرهای نسوز را به گونه‌ای بچینند که سیم فلزی شکل از بین آنها عبور کند.

صفحه ۴۲: به منظور درک اصول و رعایت نکات فنی و ایمنی در هنگام کار به کوره‌های الکتریکی در این قسمت توضیحاتی ارائه شده است که بیان دقیق

به صورت عملی و تأکید بر آنها اهمیت بسیاری دارد. زیرا در صورت عدم رعایت به کوره و افراد خسارت و صدمه وارد می شود. در این قسمت هنرآموز محترم به این مطلب تأکید کند که المنتها رسانای الکتریکی هستند و هیچ گاه نباید هنرجویان به المنت کوره روشن دست بزنند.

فعالیت کارگاهی



صفحه ۴۳: با هدف آشنایی دقیق و کسب مهارت نصب المنت کوره فعالیت کارگاهی طراحی شده است. هنرجویان المنت کوره های درون کارگاه را بررسی کنند. هنرآموز محترم بر رعایت نکات ایمنی و خاموش بودن کوره قبل از بررسی دقت نظر داشته باشد. با توجه به شکننده بودن المنت حرارت دیده بر این نکته تأکید کنید که نباید به المنت کوره خاموش هم دست بزنند.

تحقیق کنید

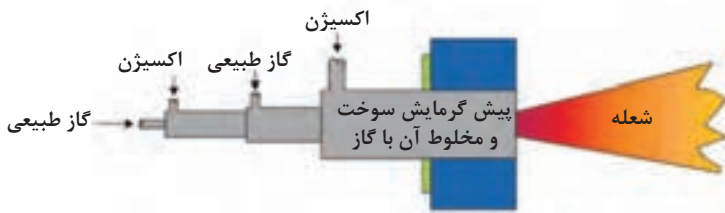


صفحه ۴۳: به منظور آشنایی با روش تحقیق و ایجاد زمینه تحقیق و پژوهش، پرسشی در زمینه محدوده دمایی و کاربرد آلیاژ (سوپر کنتال) در المنت آمده است.

المنت سوپر کنتال (MoSi_۲)

شرایط کارکرد دمایی آن تا ۲۰۰۰ درجه سلسیوس است. این المنت پوشش سیلیسیم دی اکسید دارد و بسیار ترد و شکننده است و در کوره هایی با توان حرارتی ۲۰۰۰ درجه سلسیوس مورد استفاده قرار می گیرد که در اشکال و اندازه های مختلف بسته به شرایط کاری موجود است.

در صفحه ۴۳ کوره های مشعلی توضیح داده شده است. در این قسمت هنرجو با اصول کار کوره های مشعلی و عمل احتراق آشنا می شود و این مطلب را درک می کند که در اثر واکنش بین سوخت و اکسیژن حرارت لازم برای پخت بدنه های سرامیکی تأمین می شود. در شکل زیر احتراق در کوره های مشعلی نشان داده شده است.



احتراق در کوره های مشعلی

بیشتر بدانید



صفحه ۴۵: نفت کوره یا مازوت معرفی شده است. اگرچه این سوخت همچنان در برخی از نیروگاه‌های حرارتی تولید برق و کوره‌ها کاربرد دارد اما به دلیل ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی باید کاربرد آن را محدود کرد.

صفحه ۴۶: برای توضیح مبحث مشعل‌ها تصویری از شعله اجاق گاز در ابتدای متن آمده است تا زمینه ذهنی برای یادگیری ایجاد شود. هنرآموز محترم این مطلب را



توضیح دهد که چگونه گرما در شعله گاز ایجاد می‌شود و چه واکنشی باید انجام شود تا حرارت مورد نیاز تأمین شود.

لازم به ذکر است که مشعل‌های مختلفی در صنعت سرامیک به کار می‌رود که در اینجا تصویر سرمشعل کارخانه شیشه نشان داده شده است.



ب) سرمشعل



الف) مشعل

صفحه ۴۸: در ابتدای میحث اتمسفر کوره سؤال مطرح شده که هنرجویان علت تغییر رنگ در مشعل‌ها را بیان کنند. انتظار می‌رود که به مواردی نظیر نوع سوخت، عملکرد مشعل و میزان هوای در دسترس شعله اشاره باشند. هنرآموز محترم با توجه به این شکل علت تغییر رنگ شعله و اثر آن بر روی پخت بدنه‌های سرامیکی را توضیح داده و اثر میزان اکسیژن بر رنگ شعله و اتمسفر کوره شرح دهد.



ج

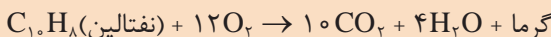
ب

الف

دانش افزایی



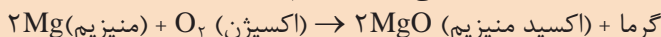
هر شیء در حال سوختنی که می‌بینید، مانند توده‌ای از چوب در شومینه، شعله‌ گاز طبیعی در یک اجاق گاز و حتی یک شمع سوزان، نمونه‌ای عملی از واکنش احتراقی است. پدیده‌های مختلف سوختن در طبیعت با آزادسازی انرژی گرمایی همراه هستند که در واقع واکنش‌های احتراقی هستند. هر واکنش شیمیایی که شامل ترکیبی از اکسیژن باشد یا عاملی اکسیدکننده در ترکیبات آن وجود داشته باشد، با آزادسازی انرژی به صورت گرما همراه است و به عنوان یک واکنش احتراقی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین تمامی واکنش‌های احتراقی اساساً گرمازا هستند. وقتی یکی از انواع سوخت‌های هیدروکربنی (ترکیبی که از کربن و هیدروژن ساخته شده است) می‌سوزد، با اکسیژن ترکیب شده و ترکیباتی مانند آب و کربن دی‌اکسید تولید می‌کند. البته این واکنش در نسبت‌های متفاوتی انجام شده و محصولات مختلفی تولید می‌کند. بسته به میزان دسترسی به اکسیژن و ترکیبات سوخت، محصولات بسیار متفاوتی تولید می‌شود. نمونه‌های بسیار زیادی از انواع این واکنش‌ها در طبیعت وجود دارد؛ زیرا مواد قابل اشتعال زیادی در طبیعت هستند. یکی از اولین نمونه‌های این واکنش، تنفس هوازی است که در سلول‌های بدن انسان رخ داده و انرژی را به صورت مولکول ATP تولید می‌کند. در ادامه چند نمونه از این واکنش‌ها ذکر شده است:



در این واکنش نفتالین در اکسیژن می‌سوزد و گرما، کربن دی‌اکسید و آب تولید می‌کند.



در این واکنش متانول در اکسیژن می‌سوزد و کربن دی‌اکسید، آب و گرما تولید می‌کند. در زیر واکنش مشابهی برای منیزیم آمده است:



صفحه ۴۸: در این قسمت انواع اتمسفر کوره برای پخت بدنه‌های سرامیکی معرفی شده است و رنگ مشعل در هر یک از آنها آمده است.

پیشنهاد می‌شود که هنرآموز محترم در هنگام تدریس به موارد زیر اشاره نماید: بیشتر محصولات سرامیکی از مواد اولیه اکسیدی هستند که باید در اتمسفر اکسیدی پخت شوند. در اتمسفر اکسیدی اکسیژن اضافی برای احتراق وجود دارد و بنابراین اکسیژن آزاد در احتراق آزاد نمی‌شود، بنابراین کنترل اکسیژن و هوای ورودی در فرایند پخت دارای اهمیت است و باید کنترل شود.

برخی از بدنه‌ها مانند پرسلان‌های الکتریکی در اتمسفر احیایی پخت می‌شوند. در تولید مقره‌های الکتریکی تا دمای ۹۵۰ درجه سلسیوس اتمسفر اکسیدی است و سپس تا دمای ۱۳۵۰ درجه سلسیوس اتمسفر احیایی است. برای ایجاد اتمسفر احیایی مقدار اکسیژن کمتر از حد مورد نیاز احتراق در اتمسفر وجود دارد. در صنعت برای ایجاد اتمسفر احیایی گاز کربن مونواکسید (CO) داخل اتمسفر ایجاد می‌شود که بسته به میزان احیایی بودن کوره درصد آن در اتمسفر تغییر می‌کند.

اتم‌سفر نیتروژن

این اتمسفر برای تولید بدنه‌های فریت‌های مغناطیسی نرم (مگنت سرامیکی) یا سیلیکون کارباید با باند نیتروژنی کاربرد دارد. شرایط این اتمسفر به شیوه‌ای کنترل می‌شود که نیتروژن به داخل سرامیک نفوذ کند. معمولاً در این اتمسفرها برای نفوذ نیتروژن در سرامیک فشار گاز نیتروژن درون کوره پخت بدنه‌ها مثبت است.

صفحه ۴۹: انواع مشکلات و معایبی که در اتمسفر احیایی وجود دارد بیان شده است. هنرآموز محترم در اینجا توضیح دهید که علت این مشکلات و معایب احتراق ناقص سوخت در این کوره‌ها است و بر نکات زیر تأکید کنید:

الف) توده‌های عظیمی از دود سیاه ایجاد می‌شود که باعث آلودگی زیست‌محیطی می‌شود.

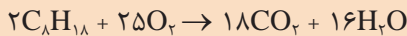
ب) اتمسفر احیایی باعث اتلاف سوخت می‌شود.

ج) اتمسفر احیایی باعث جلوگیری از افزایش درجه حرارت می‌شود. دمای شعله اکسیدی بیشتر از احیایی است.



احتراق دو نوع است: کامل و ناقص
احتراق کامل اغلب با تولید شعله آبی نشان داده می‌شود و از آنجا که تمام واکنش‌دهنده‌ها به‌طور کامل سوخته می‌شوند، دود تولید نمی‌شود. احتراق کامل برای محیط‌زیست بسیار تمیزتر از احتراق ناقص از نظر آلودگی است. از آنجا که تمام واکنش‌دهنده‌ها در طی احتراق کامل مصرف می‌شوند، مقدار زیادی انرژی تولید می‌شود.

مزیت محصولات احتراق کامل ایجاد آب است که مضر نیست و کربن دی‌اکسید نیز می‌تواند تا حدودی توسط گیاهان برای استفاده در فتوسنتز مورد استفاده قرار گیرد. با این وجود، کربن دی‌اکسید می‌تواند باعث گرم شدن کره زمین شود.



احتراق ناقص زمانی اتفاق می‌افتد که مقدار ناکافی اکسیژن وجود داشته باشد. احتراق ناقص یک هیدروکربن با اکسیژن (به عنوان اکسیدان) کربن مونواکسید به جای کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. احتراق ناقص نه تنها انرژی کمتری نسبت به احتراق کامل تولید می‌کند، بلکه می‌تواند محصولات سمی مانند کربن مونواکسید (CO) تولید کند.



احتراق ناقص یک دستگاه خانگی که از گاز استفاده می‌کند می‌تواند کربن مونواکسید تولید کند که مقدار آن در یک خانه به درصد کشنده برسد. کربن مونواکسید خطرناک است، زیرا بی‌رنگ و بی‌بو است. احتراق ناقص اغلب با تولید شعله زرد رنگ یا نارنجی نشان داده می‌شود. همه واکنش‌دهنده‌ها در احتراق ناقص مصرف نمی‌شوند و در نتیجه انرژی کمتری در پایان این واکنش در مقایسه با احتراق کامل تولید می‌شود.

صفحه ۴۹: در این قسمت رنگ شعله در اتمسفر احیایی نشان داده شده است و از هنجاریان خواسته شده است که درباره رنگ شعله در این اتمسفر گفت‌وگو کنند.

گفت‌وگو کنید



رنگ شعله در اتمسفر احیایی

چرا رنگ قسمت مرکزی شعله در اتمسفر احیایی آبی است اما اطراف آن زرد مشاهده می‌شود؟

همان‌طور که در شکل صفحه قبل می‌بینید نزدیک به سر مشعل رنگ شعله آبی است اما در قسمت‌های دور از مشعل رنگ آن به زرد تغییر کرده است. علت این تغییر رنگ مربوط به احتراق و تأمین اکسیژن در اتمسفر احیایی است. از آنجایی که در نزدیک شعله اتمسفر احیایی میزان اکسیژن مورد نیاز احتراق کافی است احتراق کامل انجام می‌شود اما در قسمت‌های دورتر اکسیژن کمتر است و شعله احیایی خواهد بود و بنابراین رنگ شعله زرد می‌شود.

صفحه ۴۹ تا ۵۳: به منظور آشنایی با روش‌های انتقال حرارت در این صفحات توضیحاتی درباره روش‌های هدایت، همرفت و تابش بیان شده است.

در بیشتر بدانید عوامل مؤثر بر انتقال حرارت به روش هدایت و چگونگی محاسبه مقدار حرارت در این روش توضیح داده شده است. همچنین به منظور آشنایی با محدوده ضریب هدایت حرارت در مواد مختلف در جدول ۲ ضریب هدایت انواع مواد آمده است. هنرآموز محترم در این قسمت می‌تواند مقایسه‌ای بین هدایت شیشه که یک ماده سرامیکی است با فلزات انجام دهد که سرامیک‌ها به دلیل نداشتن الکترون آزاد هدایت حرارتی کمتری نسبت به فلزات دارند. بنابراین برای کاربردهایی مانند عایق حرارتی مناسب‌تر هستند.

صفحه ۵۱: برای درک مفهوم همرفت در این قسمت انتقال حرارت گرمای شوفاژ توضیح داده شده است. هنرآموز محترم به کمک این تصویر روش همرفت را توضیح دهد. در این روش هدایت مولکول‌های جامد باعث انتقال حرارت می‌شود اما در روش همرفت جابه‌جایی هوای گرم با هوای

سرد باعث انتقال حرارت می‌شود.

لازم به ذکر است که انتقال حرارت در روش هدایت در مواد جامد انجام می‌شود اما در روش همرفت انتقال حرارت در مواد در دو حالت مایع و گازی انجام می‌شود.



فعالیت کارگاهی



صفحه ۵۲: در این قسمت یک فعالیت کارگاهی طراحی شده تا هنرجویان مفهوم همرفت را به‌طور عملی فراگیرند. با افزایش حرارت مولکول‌ها گرم شده به سمت بالا آمده و مولکول‌های سردتر جای آنها قرار می‌گیرند. اثر این جابه‌جایی نوارهای کاغذ نیز جابه‌جا می‌شوند و درون ظرف می‌توان جریان همرفت را مشاهده کرد.



صفحه ۵۲: برای شروع مبحث تابش، انتقال حرارت از خورشید به سطح کره زمین نشان داده است که هنرآموز درباره انتقال حرارت به روش تابش از این مثال استفاده می‌کند که گرمای خورشید در خلأ و بدون وجود محیط مادی انتقال می‌یابد.

فکر کنید



سؤال صفحه ۵۳

برای جذب اشعه‌های تابشی، اجسام با رنگ تیره مناسب‌تر هستند یا رنگ روشن؟

این امواج از اجسام با رنگ روشن مثل سفید بیشتر تابش می‌شود و رنگ‌های تیره مانند مشکی این امواج را بهتر جذب کرده و در خود نگه می‌دارند بنابراین در هنگام پخت بدنه سرامیکی رنگ آن مؤثر است.

فکر کنید



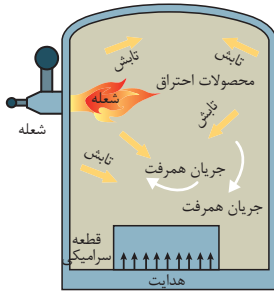
در بین روش‌های انتقال حرارت کدام روش سریع‌تر است؟ چرا؟ به منظور مقایسه و درک بهتر روش‌های انتقال حرارت سؤالی مطرح شده که در کدام روش انتقال حرارت سریع‌تر است. انتقال حرارت به طریق تابش بسیار سریع (با سرعت نور) صورت می‌گیرد اما در روش‌های هدایت و همرفتی بسیار کند است.

فعالیت کلاسی



صفحه ۵۳: این فعالیت با هدف مرور درس و تثبیت یادگیری مطرح شده است. هنرجو باید با توجه به مفهوم درس روش‌های انتقال حرارت را روی شکل مشخص کند.





شکل ۳۳

صفحه ۵۴: در شکل ۳۳ روش‌های انتقال حرارت به بدنه درون کوره توضیح داده شده است. پیشنهاد می‌شود که در ابتدای درس هنرآموز محترم از هنرجویان سؤال کند که حرارت با چه روشی به بدنه درون کوره یا خشک‌کن منتقل می‌شود. همچنین درباره اینکه محدوده دمایی کوره چه اثری بر انتقال حرارت دارد سؤال کند.

درون کوره‌ها هر سه روش انتقال حرارت هدایت، همرفت و تابش وجود دارد:

- ۱ کف کوره، چیدمان و بدنه داخل کوره: با روش هدایت، انتقال حرارت انجام می‌شود.

- ۲ هوای داخل کوره: همرفت گازهای داغ وجود دارد.

- ۳ مشعل، المنت و دیرگدازهای گرم شده: انتقال حرارت به روش تابش وجود دارد. روش انتقال حرارت در دماهای مختلف تغییر می‌کند می‌توان روش‌های انتقال حرارت درون کوره را به صورت زیر بیان کرد:

- در دماهای پایین تر از ۵۰۰ درجه سلسیوس همرفت مکانیزم اصلی انتقال حرارت درون کوره است.

- در دماهای بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سلسیوس انتقال حرارت با هر دو مکانیزم تابش و همرفت انجام می‌شود.

- هنگامی که دما بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سلسیوس است تابش اصلی ترین مکانیزم در انتقال حرارت درون کوره است.

صفحه ۵۴: برای آغاز موضوع اندازه گیری دما دو سؤال انگیزشی مطرح شده است که روش تعیین دما در دماسنج یا کوره‌ها چگونه است.

- چگونه می‌توان هوای درون اتاق را اندازه گیری کرد؟

- نمایشگرهای نشان‌دهنده دمای درون فرهای گازی چگونه کار می‌کنند؟

پیشنهاد می‌شود که از هنرجو درباره روش تعیین و نمایش دما در هر یک از این وسایل سؤال شود و زمینه ذهنی لازم برای توضیح درس فراهم شود.

برای اندازه‌گیری دمای اتاق از دماسنج استفاده می‌شود. ساده‌ترین دماسنج، دماسنج جیوه‌ای است که از لوله نازکی با مخزن کوچک تشکیل شده است. درون مخزن از جیوه پر شده است که افزایش دما باعث بالا رفتن و پایین آمدن جیوه در دماسنج شده و از روی آن دمای جسم تعیین می‌شود. ارتفاع جیوه، کمیتی است که در دماسنج جیوه‌ای موجب سنجش دما می‌شود.

در فرگازی روش اندازه‌گیری این گونه است که دو فلز غیر همسان به یکدیگر از دو سر پیوند داده می‌شوند و در اثر تغییرات دمایی ولتاژی در مدار الکتریکی ترمومتر ایجاد می‌شود.



شکل ۳۶

صفحه ۵۵: در شکل ۳۶ ابزاری که برای تعیین دمای کوره نصب شده است با تصویر نشان داده شده است که در این تصویر محل قرارگیری ترموکوپل را می‌توان دید. هنرآموز محترم به‌طور عملی محل قرارگیری ترموکوپل را درون کوره نشان دهید.

دانش افزایی



ترموکوپل‌ها پس از گذشت سالیان متمادی از بهترین سنسورها برای اندازه‌گیری دما هستند زیرا با نقطه مورد نظر تماس برقرار کرده و دما را به‌صورت پتانسیل الکتریکی انتقال می‌دهند و ولتاژ با اتصال به اندیکاتور اندازه‌گیری می‌شود و به‌صورت دما براساس جداول مشابه‌سازی شده و نمایش داده می‌شود. از این دستگاه برای اندازه‌گیری دماهای بالا (مثلاً در کوره‌های پخت محصولات سرامیکی) استفاده می‌شود. ترموکوپل‌ها اصولاً در دمای پایین دارای دقت لازم نیستند ولی جهت سنجش در دماهای بالاتر از ۵۰۰ درجهٔ سلسیوس یکی از گزینه‌های خوب می‌باشند. ترموکوپل (Thermocouple)، که به آن جفت حرارتی نیز گفته می‌شود، به پدیده‌ای در فیزیک گفته می‌شود که در آن با اتصال دو فلز غیریکسان به همدیگر جریان الکتریکی بعد از گرم شدن در محل اتصال تولید می‌شود. ترموکوپل دو فلز غیرهم‌جنس است که از یک طرف به هم متصل‌اند. برای تولید برق باید محل اتصال دو فلز را حرارت داد. در این صورت در دو سر دیگر که آزاد هستند جریان الکتریکی تولید می‌شود. جریان الکتریکی که به این صورت تهیه می‌شود بسیار کم است. با اعمال حرارت به محل اتصال این دو مفتول اختلاف پتانسیلی در دو سر این مفتول‌ها به وجود می‌آید. این اختلاف پتانسیل وابسته به میزان حرارت اعمال شده است و بنابراین با بررسی میزان ولتاژ خروجی می‌توان درجه حرارت اعمال شده به ترموکوپل را تشخیص داد.

صفحه ۵۵: به منظور آشنایی هنرجویان با انواع ترموکوپل تصویر ترموکوپل‌های مرسوم در خشک‌کن و کوره و محل نصب آنها در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳

محل نصب	ترموکوپل	وسیله
		خشک کن
		کوره

صفحه ۵۶: به منظور مشاهده و درک بهتر عملکرد ترموکوپل تصویری از قرارگیری دو سیم درون ترموکوپل در شکل ۳۷ نشان داده شده است.

دانش افزایی



انواع ترموکوپل براساس جنس دو سیم آن دسته بندی می شوند و برای نشان دادن دمای هر یک از آنها رنگ هایی برای سیم ها در نظر گرفته می شود. معمولاً رنگ کابل ترموکوپل ها براساس استانداردها تعیین می شوند. به طور مثال مطابق ASTM رنگ کابل ها به صورت زیر است:

Color	Alloy Combinations		Thermocouple Color Coding		Maximum Temperature & Grade	EMF (mV) Temperature Range	Limits of Error** (Maximum in Grade)	
	+Lead	-Lead	Thermocouple Grade	Reference Grade			Manufactured	Applied
Black	IRON-Fe	COPPER-COPPER-NICKEL-NICKEL	TYPE E	TYPE E	0 to 1000°C (0 to 1800°F)	0.001 to 0.002	±0.25°C or ±0.50% of 0 to 1000°C	±0.25°C or ±0.50%
Yellow	NICKEL-CHROMIUM-Ni-Cr	NICKEL-NICKEL-ALUMINUM-Ni-Al	TYPE K	TYPE K	0 to 1300°C (0 to 2370°F)	0.001 to 0.002	±0.25°C or ±0.75% of 0 to 1300°C	±0.25°C or ±0.75%
Blue	COPPER-Fe	COPPER-NICKEL-COPPER-NICKEL	TYPE J	TYPE J	0 to 750°C (0 to 1380°F)	0.001 to 0.002	±0.25°C or ±0.75% of 0 to 750°C	±0.25°C or ±0.75%
Purple	NICKEL-CHROMIUM-Ni-Cr	COPPER-NICKEL-COPPER-NICKEL	TYPE T	TYPE T	0 to 350°C (0 to 660°F)	0.001 to 0.002	±0.25°C or ±0.75% of 0 to 350°C	±0.25°C or ±0.75%
Orange	NICKEL-CHROMIUM-Ni-Cr	Ni-Cr-Ni-Fe	TYPE N	TYPE N	0 to 1300°C (0 to 2370°F)	0.001 to 0.002	±0.25°C or ±0.75% of 0 to 1300°C	±0.25°C or ±0.75%
Green	PLATINUM-10% RHODIUM-PT-10% Rh	PLATINUM-PT	TYPE S	TYPE S	0 to 1800°C (0 to 3270°F)	0.001 to 0.002	±0.25°C or ±0.25% of 0 to 1800°C	±0.25°C or ±0.25%
Light Green	PLATINUM-13% RHODIUM-PT-13% Rh	PLATINUM-PT	TYPE R	TYPE R	0 to 1800°C (0 to 3270°F)	0.001 to 0.002	±0.25°C or ±0.25% of 0 to 1800°C	±0.25°C or ±0.25%

صفحه ۵۶: به منظور آشنایی با انواع ترموکوپل و محدوده دمایی که می توانند نشان دهند، جدول ۴ در متن درس آمده است. هنرآموز محترم بر جنس سیم ها و محدوده دمایی در هر یک از آنها تأکید کند.

جدول ۴- متداول ترین ترموکوپل‌ها براساس جنس سیم‌های به کار رفته

نوع	محدوده دمایی قابل اندازه‌گیری (درجه سلسیوس)
مس - کنستانتان (CC)	۰-۳۵۰
آهن - کنستانتان (IC)	۰-۸۰۰
کرومل - آلومل (CR)	۰-۱۲۰۰
پلاتین - رودیوم (PR)	۰-۱۶۰۰

صفحه ۵۶: هنرجویان در هنگام کار با کوره و چیدن قطعات باید دقت کنند که به ترموکوپل ضربه وارد نشود و محیط اطراف ترموکوپل را در نظر داشته باشند تا جریان هوای کوره به خوبی با ترموکوپل در تماس باشد زیرا عملکرد صحیح این وسیله به برخورد و جریان هوا در اطراف آن بستگی دارد.

صفحه ۵۷: پوشانده شدن محل قرارگیری ترموکوپل با پنبه نسوز نشان داده شده است و درباره علت انجام این کار سؤال شده است. این عمل باعث می‌شود که در محل قرارگیری ترموکوپل تبادل هوا انجام نشود، زیرا در غیر این صورت ضمن اتلاف حرارت در عملکرد ترموکوپل به علت جریان هوای آزاد در بیرون کوره اشکالاتی ایجاد می‌شود. انتظار می‌رود که با پاسخ دادن این سؤال هنرجو اهمیت و توجه بیشتری به محل قرارگیری و نحوه نصب ترموکوپل داشته باشد.

فعالیت کلاسی



شکل روبه‌رو محل مورد نظر برای نصب ترموکوپل درون کوره را نشان می‌دهد. چرا اطراف آن پنبه نسوز پوشانده شده است؟

فعالیت کلاسی



صفحه ۵۷: یکی دیگر از وسایل اندازه‌گیری دما آذرسنج نوری است که اصول کارکرد آن و تصویر آن در شکل زیر نشان داده شده است. این وسیله با توجه به نورمرئی که از



درون کوره ساطع می‌شود کار می‌کند و برای اندازه‌گیری دما در کوره‌های صنعتی به کار می‌رود. همان‌طور که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید برای تعیین دما با این وسیله شخص در فاصله با کوره قرار می‌گیرد و پیرومتر را در مقابل حرارت کوره قرار می‌دهد تا با توجه به نور مرئی ساطع شده از آن دما تعیین شود.

دانش افزایشی



آذرسنج یا پیرومتر در سنجش دماهای از صفر تا ۵۰۰۰ درجه سلسیوس قابل استفاده است. در نوعی آذرسنج با افزوده محو شونده که افزوده اش از جنس تنگستن است در اثر عبور جریان الکتریکی آن قدر گرم می شود که رنگ آن با رنگ منبع حرارتی مورد اندازه گیری یکی شود و بنابراین از دید شخص نگرنده محو گردد، پس شدت جریانی را که موجب این پدیده می شود می توان با مقیاس بندی لازم برای اندازه گیری دما استفاده کرد.

صفحه ۵۸: یکی دیگر از وسایل اندازه گیری دما مخروط زگر است که روش تعیین دما با توجه به جدول ۵ نشان داده شده است.

دانش افزایشی



مخروط زگر نه تنها دما را اندازه گیری می کند، بلکه اطلاعاتی درباره درجه حرارت پخت نیز ارائه می کند. بنابراین مخروط های زگر برای اندازه گیری تأثیرات دما و زمان مورد استفاده قرار می گیرند. برای تعیین دما از روش مقایسه ای استفاده می شود. باید قبل از تست محدوده ذوب را به طور تقریبی دانست و مخروط های آزمایشگاهی با اعداد متوالی مورد استفاده قرار گیرند. سپس با توجه به جدول استاندارد و شماره مخروط دمای کوره تعیین می شود. مخروط زگر به شکل یک هرم ناقص است و دارای یک لبه کوتاه و یک زاویه ۸۸ درجه نسبت به قاعده است که روی آن شماره مخروط حک شده است. باید در هنگام استفاده این مخروط در زاویه صحیح قرار گیرد و جریان حرارت به خوبی به آن برسد. توضیحات کامل درباره عملکرد مخروط زگر در کتاب دانش فنی تخصصی پودمان چهارم با عنوان کاربرد دیرگذاها و جرم نسوز بیان شده است.

فعالیت کارگاهی



صفحه ۵۸: در این قسمت فعالیت کارگاهی در نظر گرفته شده است که هنرجویان تحت نظارت هنرآموز محترم ترموکوپل های کوره های کارگاه را بررسی و مشاهده کنند. هنرآموز محترم بر رعایت نکات ایمنی تأکید کند و بیان شود که نباید ترموکوپل تحت ضربه و تماس با اشیا قرار گیرد.

ارز شبایی نهایی شایستگی کسب مهارت ارزیابی و کنترل حرارت

<p>شرح کار:</p> <p>۱- به کارگیری تجهیزات تأمین و کنترل حرارت کوره ۲- روشن کردن انواع مشعل کوره ۳- تنظیم مشعل کوره با توجه به نوع کوره، نوع قطعات و ابعاد قطعه ۴- تنظیم فشار و چرخه هوایی در کوره با توجه به نوع کوره ۵- شناخت انواع المنتها و توانایی نصب آنها</p>			
<p>استاندارد عملکرد:</p> <p>انتخاب و به کارگیری انواع تجهیزات کنترل خشک کن و کوره بر اساس نوع و دمای کار خشک کن و کوره شاخصها: کار کردن با انواع کوره، روشن کردن و تنظیم انواع مشعل، مشعل، فشار و چرخه هوایی</p>			
<p>شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات: مکان: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی ابزار و تجهیزات: کوره، دستکش نسوز، تجهیزات اطفای حریق، سیستم کنترل دما (ترموکوپل و پیرومتر)، لباس کار مناسب، عینک محافظ اشعه مادون قرمز</p>			
<p>معیار شایستگی:</p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	به کارگیری تجهیزات کنترلی مشعل کوره	۱	
۲	روشن کردن انواع مشعل کوره	۲	
۳	نصب انواع المنت	۲	
۴	تنظیم مشعل کوره با توجه به نوع کوره، نوع قطعات و ابعاد قطعه و پیچیدگی	۲	
۵	تنظیم فشار و چرخه هوایی در کوره با توجه به نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی	۲	
<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: دقت عمل و صحت، مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان، به کارگیری فناوری مناسب</p>			
میانگین نمرات			*
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>			

ردیف	مراحل کار	شرایط عملکرد (ابزار مواد، تجهیزات، زمان، مکان و...)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها/اوری/نمره دهی)	نمره
۱	به کارگیری تجهیزات کنترلی مشعل کوره	مکان: کارگاه استاندارد زمان: مواد مصرفی: تجهیزات کنترلی ابزار و تجهیزات:	به کارگیری تجهیزات کنترلی مشعل کوره بالاتر از انتظار	تنظیم صحیح و دقیق مشعل کوره	۳
			به کارگیری تجهیزات کنترلی مشعل کوره قابل قبول	تنظیم نسبتاً صحیح مشعل کوره با خطای مجاز	۲
			به کارگیری تجهیزات کنترلی مشعل کوره غیر قابل قبول	عدم توانایی در تنظیم مشعل کوره	۱
۲	روشن کردن انواع مشعل	مکان: کارگاه استاندارد زمان: مواد مصرفی: ابزار و تجهیزات: کوره، خشک کن	روشن کردن انواع مشعل بالاتر از انتظار	روشن کردن صحیح و دقیق انواع مشعل	۳
			روشن کردن انواع مشعل قابل قبول	روشن کردن صحیح و دقیق انواع مشعل با خطای مجاز	۲
			روشن کردن انواع مشعل غیر قابل قبول	عدم توانایی در روشن کردن انواع مشعل	۱
۳	نصب انواع المنت	مکان: کارگاه استاندارد زمان: مواد مصرفی: انواع المنت ابزار و تجهیزات: کوره، خشک کن	نصب انواع المنت بالاتر از انتظار	نصب صحیح و دقیق انواع المنت	۳
			نصب انواع المنت قابل قبول	نصب المنت با خطای مجاز	۲
			نصب انواع المنت غیر قابل قبول	عدم توانایی در نصب المنت	۱
۴	تنظیم مشعل کوره با توجه به نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی	مکان: کارگاه استاندارد زمان: مواد مصرفی: مواد اولیه ابزار و تجهیزات: کوره، خشک کن	تنظیم مشعل کوره بالاتر از انتظار	تنظیم صحیح و کامل مشعل کوره با در نظر گرفتن نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی	۳
			تنظیم مشعل کوره قابل قبول	تنظیم صحیح و کامل مشعل کوره با در نظر گرفتن نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی با خطای مجاز	۲
			تنظیم مشعل کوره غیر قابل قبول	عدم توانایی در تنظیم صحیح و کامل مشعل کوره با در نظر گرفتن نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی	۱
۵	تنظیم فشار و چرخه هوایی در کوره با توجه به نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی	مکان: کارگاه استاندارد زمان: مواد مصرفی: ابزار و تجهیزات: کوره، خشک کن	تنظیم فشار و چرخه هوایی در کوره بالاتر از انتظار	تنظیم صحیح و کامل فشار و چرخه هوایی در کوره با توجه به نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی	۳
			تنظیم فشار و چرخه هوایی در کوره قابل قبول	تنظیم فشار و چرخه هوایی در کوره با توجه به نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی با خطای مجاز	۲
			تنظیم فشار و چرخه هوایی در کوره غیر قابل قبول	عدم توانایی در تنظیم نسبتاً صحیح و کامل فشار و چرخه هوایی در کوره با توجه به نوع کوره، نوع قطعات، ابعاد قطعه و پیچیدگی	۱
۱	شاخصی‌های ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش	ماسک ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، لباس کار، کفش ایمنی، مسئولیت پذیری (NVT) سطح ۱، مدیریت مواد و تجهیزات (NPF) سطح ۱، انتخاب فناوری مناسب (NFI) سطح ۱، درستکاری و کسب حلال (NVT)	قابل قبول	رعایت همه موارد	۳
			غیر قابل قبول	عدم رعایت نکات ایمنی	۱
ارزشیابی کار (شاخصی انجام کار)					
<input type="checkbox"/> بلی <input type="checkbox"/> خیر					
معیار شاخصی انجام کار: کسب حداقل نمره ۲ از مراحل ... و ... و ... کسب حداقل نمره ۲ از بخش‌های شاخصی ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار					