

فصل اول

استخراج آهن و فولادسازی

جلسه اول

مقدمه چینی برای شناساندن و درک بهتر مطالب به شکلی عمیق‌تر در ذهن شنونده است. برای این کار پیشنهاد می‌شود ابتدا ذهن هنرجویان را برای رسیدن به هدف، درگیر و آماده پذیرش کنیم. بدین ترتیب که از یک نفر پرسیده شود با توجه به آموزه‌های سال‌های قبل آیا چیزی از مواد صنعتی می‌داند؟ جواب هرچه که باشد آن را تکمیل کرده و تعریف قابل فهم مواد صنعتی در کلاس بیان شود. آنگاه از هنرجوی دیگر پرسیده شود که حالت‌های مختلف ماده را با توجه به آنچه در سال‌های گذشته فرا گرفته‌اند بیان کنند. پس از آن پاسخ پرسش را تکمیل نمایید و در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه و نتیجه‌گیری کنید، سپس هنرجویان را به سه گروه تقسیم نموده و از هر گروه خواسته شود چند مثال در مورد مایعات جامدات و گازها همراه با مختصری از کاربردهای آنها در زندگی روزمره بنویسند و در کلاس بحث گروهی و تعاملی انجام دهند. بحث‌های هنرجویان را تکمیل کنید. سپس جدول شماره ۱ تشریح گردیده و مختصری از کاربرد هر عنصر در زندگی روزمره بیان کنید.

ممکن است هنرجویان انواع مختلفی از مواد شامل «معدنی، آلی، کامپوزیت و ...» را شنیده باشند ولی در مورد مفهوم و کاربرد آنها کمتر مطالعه کرده باشند. بهتر است جدول کتاب درسی با توضیح مختصری به آنها گفته شود، سپس آنها را به سه گروه تقسیم نموده و از هر گروه خواسته شود در مورد یکی از مواد معدنی، آلی، کامپوزیت، بحث تعاملی داشته و به‌طور مثال جدول زیر را پر نمایند.

مواد	معدنی	آلی	کامپوزیت
انواع			
کاربرد			

به هنرجویان پیشنهاد شود، انواع مواد را غیر از آنهایی که در کتاب آمده با توجه به کاربردهای صنعتی و نوع ماده اولیه آنها که در طبیعت وجود داشته و در زندگی روزمره کاربرد دارند را یادداشت کرده و به‌صورت گروهی در کلاس مورد بحث و گفت‌وگو قرار دهند. پس از تکمیل بحث و نتیجه‌گیری، جدول تقسیم‌بندی مواد که در کتاب درسی آمده در کلاس توضیح داده شود.

فعالیت‌های کلاسی و بحث‌های گروهی حتماً ارزشیابی شوند.

نکته



سنگ‌های معدن آهن

هدف اصلی ارائه این قسمت، فولادسازی است. بنابراین توصیه می‌شود، طی پرسشی علل انتخاب این قسمت و ضرورت فراگیری آن در صنعت، با توجه به موقعیت کشور و نیاز به این صنعت استراتژیک که مادر صنایع نام گرفته است در کلاس مورد بحث گروهی و گفت‌وگو قرار گیرد و بحث تکمیلی در کلاس انجام شود. بعد به‌طور خلاصه فرایند استخراج فلز آهن و نحوه تبدیل آن به انواع آلیاژهای پایه آهنی (چدن‌ها و فولادها) شرح داده شود. و در مورد سنگ‌های معدن آهن و شرایط انتخاب آنها جهت استخراج بحث گروهی بیشتری انجام گیرد. در ادامه انواع سنگ‌های معدن آهن مورد استفاده و شرایط آنها (جدول ۲ کتاب درسی) طی بحث گروهی در کلاس به‌صورت تعاملی شرح داده شود.

مراحل استخراج سنگ معدن و تغلیظ آن

میزان آهن خام تولید شده به درصد خلوص بالای سنگ معدن تغلیظ شده بستگی دارد. بنابراین توصیه می‌گردد که علل و نحوه تغلیظ (تهیه کنسانتره سنگ معدن) به‌صورت ساده بیان شود و اهمیت مراحل آن ذکر شود.

در صورت امکان انواع کانه آرایی در کلاس با آوردن نمونه‌های یک نوع کانه با دانه‌بندی مختلف نمایش داده شود و اهمیت تغلیظ آن در کلاس توضیح داده شود. سپس شکل ۱ کتاب درسی و مکانیزم انجام آن با مثالی ساده (نمونه عملکرد کف صابون و تأثیر آن در جداسازی ناخالصی‌های ناخواسته) شرح داده شود. به همین ترتیب می‌توان به هنرجویان توصیه کرد که آیا غیر از روشی که گفته شد، روش‌های دیگری را می‌شناسند که بتوانند تغلیظ را برای جداکردن ناخالصی‌ها بهتر انجام دهند؟ در این صورت بحث گروهی و تعاملی بین هنرجویان صورت می‌گیرد و به این روش می‌توان انواع روش‌های تغلیظ سنگ‌های معادن آهن را تشریح و نتیجه‌گیری کرد.

نکته



بهترین روش برای یادگیری و افزایش کنجکاوی، تشویق هنرجویان به تعامل بیشتر آنها در کلاس است. برای این انجام کار باید نکات را از ساده به مشکل و به‌طور واضح و کاربردی تر تشریح نمود.

آگلومراسیون (Agglomeration)

پیشنهاد می‌شود قبل از پرداختن به مبحث آگلومراسیون، به اهمیت به هم پیوستن ذرات پودر پس از تغلیظ و نیز افزایش تخلخل تکه‌های یکپارچه شده (بریکت، گندله، گرانول ...) جهت کاهش زمان ذوب پرداخته شود. سپس مراحل انجام آن مورد بحث قرار گیرد.

به عنوان مثال به سنگ پا و یا سنگ‌های آتشفشانی که تخلخل بالایی دارند می‌توان اشاره کرد که کدام یک زودتر داغ شده و ذوب می‌شوند. سپس آن را با سنگ معمولی بدون تخلخل مقایسه کرد که کدام یک در زمان کمتری حرارت بیشتری را جذب می‌کنند. این مثال‌ها هنرجویان را کنجکاو می‌کند که مطلب مربوط به آگلومراسیون را بهتر و زودتر درک کنند. سپس از هنرجویان بپرسید که آیا نمونه‌هایی در این زمینه به یاد دارند که در زندگی روزمره اتفاق افتاده است؟ پس از گرفتن نظرات هنرجویان، آن را با توضیحات بیشتر تکمیل نمایید.

سپس هر یک از روش‌های آگلومراسیون را تشریح کرده و فرآیند انجام هر روش در تولید آگلومره به بحث گذاشته شود.

پس از بحث گروهی و تعامل هنرجویان، بحث‌های تکمیلی انجام و نتیجه‌گیری شود.

نکته



در بحث آگلومراسیون، واکنش‌های گرماگیر (Endothermic) و گرمازا (Exothermic) که در کتاب درسی آمده، در ذوب و به خصوص آگلومراسیون و فولادسازی از اهمیت بالایی برخوردار است. توصیه می‌شود با توجه به مبحثی که در شیمی به عنوان واکنش‌های گرمازا و گرماگیر از آنها یاد شده و یادآوری مطالب و مثال‌های مربوطه، فرمول‌های تجزیه سنگ آهک (CaCO_3) و افزودن آن به مواد آگلومره و فرق آن با افزایش آهک (CaO) در به وجود آوردن تخلخل در مواد آگلومره و افزایش سرعت ذوب را بیان کنید.

ارزشیابی پایانی جلسه اول

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل فرم توسط هنرجویان، نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه اول

خبر	بلی	مؤلفه‌های خود ارزیابی
		مراحل استخراج آهن را می‌دانم.
		آگلومراسیون، مراحل و هدف آن را برای تغلیظ آهن می‌دانم.
		انتخاب مواد مورد استفاده جهت آگلومراسیون و به عمل آوردن را می‌دانم.
		سنگ‌های معدن آهن را می‌شناسم.
		علل جایگزینی آهک و سنگ آهک را به جای یکدیگر می‌دانم.

		ارزشیابی توسط هنرآموز
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۴	مراحل استخراج آهن را می‌داند.
	۳	آگلومراسیون، مراحل و هدف آن را برای تغلیظ آهن می‌داند.
	۴	انتخاب مواد مورد استفاده جهت آگلومراسیون و به عمل آوردن را می‌داند.
	۳	سنگ‌های معدن آهن را می‌شناسد.
	۴	علل جایگزینی آهک و سنگ آهک را به جای یکدیگر می‌داند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه دوم

تولید آهن خام از سنگ معدن تغلیظ شده آهن

برای افزایش بازده یادگیری هنرجویان توصیه می‌شود ابتدا فرق بین آهن خام و فولاد صنعتی و اهمیت آن گفته شود. برای این کار ابتدا از هنرجویان پرسیده شود آهن خام چیست؟ این بحث می‌تواند با تعامل هنرجویان با یکدیگر و یا تعامل آنها با هنرآموز انجام شود. پس از بحث و گفت‌وگو و تعامل هنرجویان و نتیجه‌گیری، توضیحات تکمیلی توسط هنرآموز ارائه شود. سپس طی سؤالی از هنرجویان پرسیده شود که آیا در مورد فرایند تولید آهن خام اطلاعاتی دارند؟ در صورت نیاز فرایند تولید، به بحث گروهی یا کلاسی گذاشته شود. پس از انجام بحث و تعامل هنرجویان با یکدیگر، نتیجه تعامل اعلام و در صورت نیاز بحث‌های تکمیلی و مشروح توسط هنرآموز انجام گیرد.

آهن خام به دو روش احیاء غیرمستقیم و احیاء مستقیم تولید می‌شود. توصیه می‌شود برای تفهیم بهتر احیاء مستقیم و غیرمستقیم، با طرح سؤالاتی هنرجویان به بحث و تعامل گروهی ترغیب شوند و در صورت نیاز از توضیحات و بحث‌های مربوط به اکسیداسیون (اکسایش) و احیاء (کاهش) در درس شیمی کمک گرفته شود. پس از تعامل و بحث گروهی، در صورت نیاز مطالب تکمیلی برای تفهیم بهتر مطالب توسط هنرآموز ارائه گردد.

تولید آهن خام به روش احیاء غیرمستقیم: تولید آهن خام به روش احیاء غیرمستقیم به کمک کوره بلند انجام می‌شود. پیشنهاد می‌شود قبل از شروع بحث تولید، ابتدا احیاء غیرمستقیم آهن از سنگ معدن بیان شود. برای این کار بهتر است چند پرسش از احیاء غیرمستقیم انجام شود. پس از بحث کلاسی، تعامل گروهی و نتیجه‌گیری در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه گردد.

سپس بحث کوره بلند و راه‌اندازی آن انجام شود. در این مورد چند مثال مطرح شود: کوره چیست؟ چرا کوره احیاء غیرمستقیم آهن برای تولید آهن خام به کوره بلند معروف است؟ فرایند تولید آهن خام توسط این کوره چیست؟ این سؤالات را برای کل هنرجویان مطرح کرده و از هنرجویان خواسته شود با توجه به سؤالات جدول زیر را پر کنند.

سؤال	پاسخ
کوره را تعریف کنید؟	
چرا در روش احیاء غیرمستقیم آهن از کوره بلند استفاده می‌کنند؟	
اجزای مختلف کوره بلند را نام ببرید؟	
سوخت کوره بلند چیست؟	

پس از طرح سؤال و پایان یافتن فرصت پاسخ از یک یا دو نفر که فعالیت بیشتری در پاسخ به سؤالات داشتند خواسته شود که جواب‌های خود را بخوانند، پس از خواندن جواب هر سؤال به ترتیب پاسخ تکمیلی و توضیحات لازم ارائه شده و نتیجه‌گیری شود. بهتر است در حین پاسخ دادن به سؤالات و توضیحات تکمیلی، ماکت یا شکل کوره بلند در معرض دید هنرجویان (از داخل کتاب یا پوستر نصب شده روی دیوار کلاس و ...) باشد.

پس از شناخت کوره و اجزای مختلف آن، پرسش بعدی مطرح می‌شود که آیا در مورد راه‌اندازی و فرایند تولید آهن خام توسط کوره بلند آشنایی دارند؟ در این صورت نیز مطابق سلیقه خود جدولی تهیه کرده و با استفاده از پاسخ پرسش‌ها، تعامل هنرجویان، نتیجه‌گیری و در صورت نیاز با پاسخ تکمیلی و توضیحات لازم درس مربوط به راه‌اندازی، شارژ کوره، مناطق فعل و انفعال، ذوب و بارگیری به هنرجویان تفهیم شود.

ماده اصلی تولید حرارت در کوره‌های تولید آهن خام عموماً سوخت‌ها هستند. مسلماً تدریس این قسمت نیز اهمیت به سزایی دارد. پیشنهاد می‌گردد ابتدا از هنرجویان بخواهیم اطلاعات خود را درباره انواع انرژی و نحوه تولید آن مطرح کنند. در این صورت انواع انرژی‌ها شامل فسیلی، الکتریکی و هسته‌ای مطرح می‌گردد که با گفت‌وگو و تعامل هنرجویان می‌توان اطلاعات لازم را برای آنها به‌وسیله توضیحات تکمیلی مطرح نمود.

می‌دانیم که پیش‌گرم کردن سوخت و هوا نیز اگر استاندارد باشد، می‌تواند تا حد زیادی راندمان سوخت و در نتیجه ذوب را افزایش دهد. پس از تفهیم این مطلب با مثال‌های ساده نظیر: فرق آتش‌گیری چوب خشک و تر و یا استارت زدن و عدم احتراق سوخت کامیون‌ها در هوای سرد زمستان بدون استفاده از پیش‌گرم توسط گرم‌کن‌های الکتریکی اهمیت پیش‌گرم کردن را به هنرجویان تفهیم کرده و سپس دستگاه‌ها و اتاقک‌های پیش‌گرم را تشریح نمود.

تولید آهن خام به روش احیای مستقیم (Direct Reduction Iron):

پیشنهاد می‌شود قبل از بحث تولید آهن خام، احیاء مستقیم مورد پرسش قرار گرفته و اطمینان حاصل شود که کلمه احیای مستقیم در ذهن هنرجویان جا افتاده و در صورت عدم اطمینان از فراگیری کامل، توضیحات تکمیلی ارائه شود. سپس هدف از احیای مستقیم و فرق آن با احیای غیرمستقیم از نظر بازده تولیدی و اقتصادی مورد بحث و بررسی قرار گیرد. یکی از مواردی که می‌توان به اقتصادی بودن روش احیای مستقیم نسبت به روش احیای غیرمستقیم اشاره کرد این است که در روش احیای مستقیم عمل ذوب انجام نمی‌شود بنابراین انرژی و حرارت کمتری صرف شده و در نتیجه اقتصادی‌تر می‌شود و حداکثر حرارت لازم در این روش به 300°C می‌رسد.

در حالی که در روش احیای غیرمستقیم که در آن عملیات ذوب نیز انجام می‌شود، درجه حرارت به حدود 160°C می‌رسد. در ضمن افزایش سرعت تولید به دلیل تخلخل و اسفنجی بودن آهن خام نیز این روش را اقتصادی‌تر کرده است. برای درک بیشتر اقتصادی بودن این روش می‌توان فرق این دو روش را به بحث کلاسی گذاشت و پس از بحث، تعامل و نتیجه‌گیری لازم در صورتی که نیاز باشد توضیحات تکمیلی ارائه گردد. در حد امکان پیشنهاد می‌شود روش‌های مختلف احیای مستقیم نیز به بحث و تعامل گذاشته شود و سپس نتیجه‌گیری لازم حاصل و تشریح گردد.

در تمام موارد در حین تعامل هنجویمان با یکدیگر می‌توان یکایک هنجویمان را ارزشیابی کرد.

نکته



چون در کشورهای مختلف به خصوص در ایران روش میدرکس (Midrex) در تولید آهن خام بیشتر مورد توجه است پیشنهاد می‌شود که در مورد تولید و فرایند آن بیشتر توضیح داده شود.

برای اینکه بتوان از روش میدرکس آهن اسفنجی (آهن خام) تولید کرد، توصیه می‌شود ابتدا فرایند گندله‌سازی در کلاس بحث شود تا پس از ساخت گندله و پخت، برای تولید آهن خام اسفنجی توسط روش میدرکس آماده شود.

پس از بحث و گفت‌وگوی تعاملی، در صورت نیاز توضیحات لازم در کلاس ارائه شود. سپس در مورد علل انتخاب روش میدرکس برای تولید آهن اسفنجی (آهن خام) پرسش‌هایی مطرح شود و پس از دریافت پاسخ در صورت نیاز توضیحات تکمیلی شده و نتیجه‌گیری شود.

ذکر مزایا و معایب استفاده از روش تولید آهن اسفنجی، به خصوص روش میدرکس به دلایل اقتصادی، زیست‌محیطی، عدم استفاده از فولادهای قراضه با توجه به موقعیت کشور بسیار حائز اهمیت است. بهتر است با طرح پرسش‌هایی در این زمینه نظر هنجویمان را بیشتر جلب نموده و پس از دریافت پاسخ کتبی، در صورت نیاز توضیحات تکمیلی لازم ارائه شده و نتیجه‌گیری شود. سپس علل استفاده از آهن خام به جای قراضه و دم قیچی به پرسش گذاشته شده و پاسخ‌های مربوطه دریافت شود. در صورت نیاز توضیحات تکمیلی داده شده و نتیجه‌گیری شود. همچنین نکات قابل توجه در نتیجه‌گیری نیز گوشزد شود.

ارزشیابی پایانی جلسه دوم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر کرده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل فرم توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجو ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه دوم

خبر	بلی	مؤلفه‌های خود ارزیابی
		فرق بین آهن خام و فولاد را می‌دانم.
		روش‌های مختلف تولید آهن خام را می‌دانم.
		تولید آهن خام به روش احیای غیرمستقیم را تشریح می‌نمایم.
		کوره بلند و مناطق مختلف آن را تشریح می‌نمایم.
		فرایندهای کار با کوره بلند جهت تولید آهن خام را می‌دانم.
		فرایند تولید آهن خام با استفاده از کوره میدرکس را می‌دانم.
		مناطق مختلف کوره بلند در فعل و انفعالات را تشریح می‌نمایم.

		ارزشیابی توسط هنرآموز
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	فرق بین آهن خام و فولاد را می‌داند.
	۳	روش‌های مختلف تولید آهن خام را می‌داند.
	۳	تولید آهن خام به روش احیای غیرمستقیم را تشریح می‌نماید.
	۳	کوره بلند و مناطق مختلف آن را تشریح می‌نماید.
	۳	فرایندهای کار با کوره بلند جهت تولید آهن خام را می‌داند.
	۳	فرایند تولید آهن خام با استفاده از کوره میدرکس را می‌داند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

تولید فولاد صنعتی از آهن خام

در شروع کلاس بهتر است ابتدا با طرح چند سؤال در رابطه با چدن و فولاد، فرق بین آنها و نیز نحوه و کاربرد آنها در صنایع، ذهن هنرجویان آماده شود. در این رابطه سعی شود پرسش‌ها کلاسی باشد و همه هنرجویان نظرات خود را درباره پرسش‌ها یادداشت کنند. پس از بحث و تعامل گروهی برای دریافت نتیجه بهتر در صورت نیاز توضیحات تکمیلی داده شود و نتیجه‌گیری‌های لازم انجام شده و در صورت نیاز یادداشت گردد.

سپس پرسش‌هایی در مورد فرایند تصفیه آهن خام و چگونگی دستیابی به فولاد صنعتی مطلوب انجام شود. اجازه دهیم هر کدام از هنرجویان در مورد سؤالات فکر کرده و نتیجه را یادداشت کنند. بعد از آن به بحث گروهی و کلاسی پرداخته شود تا نتیجه‌گیری کلی حاصل شده و به یک جمع‌بندی مطلوب برسند. در صورتی که نیاز به تکمیل نتیجه بحث گروهی باشد توضیحات لازم داده شود. در ادامه جدول مربوط به انواع فولادها که در کتاب آمده برای کشورهای مختلف از پیشرفته صنعتی و در حال توسعه و جهان سوم و حدود مقدار تولید مورد انتظار به بحث گذاشته شده و هنرجویان به صورت گروهی و با تعامل یکدیگر نتیجه را یادداشت کرده و جدول مربوطه را پر نمایند.

ادامه بحث می‌تواند راهکار خوبی برای تولید انواع فولادها و دسته‌بندی آنها و نیز شناسایی مواد شارژ، آلیاژسازها و همین‌طور شناخت و انتخاب کوره‌های مربوطه و نیز نوع انرژی مصرفی جهت ذوب و تصفیه داشته باشد. برای مثال انتخاب دیرگداز جدازه کوره برای مواد شارژ دارای فسفر، گوگرد و... نسبت به مواد شارژ فاقد این عناصر بایستی کاملاً متفاوت باشد. تا هم از نظر بازده تولید و هم هزینه اقتصادی مقرون به صرفه باشد. بنابراین برای شارژهای با ترکیبات مختلف، عموماً باد از کوره مخصوص با راندمان حرارتی و نوع دیرگداز متفاوت جهت تولید فولاد صنعتی استفاده شود. به عبارت دیگر هنرجو باید بداند چرا برای انواع متفاوت شارژ، کوره‌های متفاوتی جهت تهیه فولاد صنعتی استفاده می‌شود. پس از بحث و تعامل هنرجویان در زمینه انتخاب کوره‌های مختلف برای شارژهای متفاوت و بحث و نتیجه‌گیری، در صورت نیاز توضیحات تکمیلی توسط هنرآموز ارائه شود. ذکر این نکته مهم است که فرق بین شارژ و مواد افزودنی و تلقیحی و نیز مواد سیاله به هنرجو تفهیم گردد. برای این کار انواع مواد لازم برای تولید فولاد صنعتی از آهن خام نام برده شود و از هنرجویان خواسته شود مشخص کنند که کدام یک مربوط به مواد شارژ (شمش، برگشتی، دورریز، قراضه و آلیاژساز یاهاردنر و ...) و کدام یک مربوط به مواد افزودنی (گاززدا، گدازآور، گوگرد و فسفرزدا، مواد تلقیحی،

جوانه‌زا و ریزکننده و...) هستند پس از بحث، تعامل و نتیجه‌گیری از آنها خواسته شود نتیجه را در جدولی ثبت کرده و تحویل دهند. سپس در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه گردد.

نکته



کلیه مواد شارژ و افزودنی و روش ارائه آن گفته شد به طوری که در تمام موارد ذوب، تصفیه، آلیاژسازی و متالورژی کاربرد داشته و بحث و چگونگی تفهیم آن در فرایندهای مختلف تولید، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

روش‌های مختلف تصفیه آهن خام و تولید فولاد صنعتی با توجه به ترکیب شارژ

همان‌طور که گفتیم هدف از تولید فولاد صنعتی از آهن خام در واقع دستیابی به آنالیز مشخص از فولاد با خروج عناصر ناخواسته و یا وارد کردن عناصر لازم به فولاد است. با توجه به این هدف در ابتدا می‌توان سؤالاتی مطرح کرد مبنی بر اینکه عموماً در متالورژی چگونه می‌توان بدون تأثیر منفی هنگام ذوب عناصر را از مذاب خارج و یا وارد کرد یا عملیاتی انجام داد که اثر منفی روی ورود یا خروج عناصر اصلی موجود در مذاب نداشته باشد؟ بدین ترتیب پس از بحث و گفت‌وگو و تعامل گروهی در کلاس می‌توان به نتیجه مطلوب رسید و جدولی تشکیل داد که در آن عناصر مضر و مفید تأثیرگذار و نیز عناصر بی‌اثر در حین عملیات و فرایند تولید نام برده شود. در نتیجه جدول کامل شده و در صورت وجود اشکال توضیحات بیشتر توسط هنرآموز ارائه گردد.

سپس تمام عواملی که در حین ذوب و تصفیه می‌توانند تأثیر گذار باشند مورد بحث و تعامل کلاسی قرار گرفته و راهکار لازم به وسیله توضیحات تکمیلی ارائه شود.

روش توماسی (Thomas) در تولید فولاد از آهن خام

در ابتدا سؤالاتی مطرح شود و در آن علل استفاده از نوع کنورتر توماس و دیرگدازهای مورد استفاده در جداره داخلی کنورتر مطرح شود. در ضمن طرح این پرسش که جداره داخلی دیرگداز کنورتر چگونه می‌تواند از خروج مواد مفید داخل مذاب جلوگیری و خروج مواد مضر از مذاب کمک کند؟ سپس در مورد اینکه چرا هوای دمشی، اکسیژن خالص است؟ بحث و گفت‌وگوی کلاسی به عمل آید و نتیجه‌گیری شود. در صورت نیاز برای تکمیل نتایج حاصل از گفت‌وگوی تعاملی در کلاس و نتیجه‌گیری بهتر توضیحات تکمیلی داده شود.

در ادامه بحث درباره فرایند انتخاب نوع دیرگداز کنورتر (اسیدی، بازی و...) و

انتخاب ترکیب آن با توجه به نوع شارژ و مواد افزودنی و نیز فرایند راه‌اندازی کنورتور و ذوب و تصفیه مواد ذوبی سؤال شود و از هنرجویان خواسته شود که هر کدام جداگانه به پرسش‌ها پاسخ دهند و نتیجه آن را به بحث بگذارند. در صورت نیاز، توضیحات تکمیلی توسط هنرآموز ارائه شود.

توصیه می‌شود که پس از انجام فرایند ذوب چند سؤال به شرح زیر در مورد تصفیه مذاب که اصلی‌ترین فرایند تولید فولاد صنعتی است مطرح شود:

- علت استفاده از اکسیژن خالص برای تصفیه و تولید فولاد صنعتی چیست؟
- سرباره‌گیری و آخال‌زدایی چگونه انجام می‌شود؟
- برای اکسیژن‌زدایی و گوگردزدایی و فسفرزدایی از چه مواد و فرایندی می‌توان استفاده کرد؟
- دیرگداز جداره کنورتور چگونه می‌تواند ناخالصی‌های مضر درون مذاب را کنترل کند؟

پس از بحث، گفت‌وگو و تعامل بین هنرجویان نتیجه نهایی در جدولی شامل پرسش‌های فوق و پاسخ‌های مربوطه یادداشت شده و در صورت نیاز، توضیحات تکمیلی ارائه شود.

باید توجه داشت که ارزشیابی و نیز استعدادیابی در حین پرسش و پاسخ و نتیجه‌گیری و جدیت در انجام فرایند می‌تواند کارگشا باشد و به ارزشیابی پایان دوره کمک کند. با پرسش و پاسخ و درگیر شدن در فرایند صحیح آن کلاس را درگیر کرده و نتیجه مطلوب و نهایی حاصل می‌شود.

نکته



ارزشیابی پایانی جلسه سوم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجو ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه سوم

مؤلفه‌های خودارزیابی	بلی	خیر
فرق فولاد صنعتی و آهن خام را می‌دانم.		
تولید فولاد به روش توماس را شرح می‌دهم.		
علل استفاده از اکسیژن خالص برای تولید فولاد صنعتی را می‌دانم.		
مواد افزودنی، تلقیحی و شارژ کنورتور توماس را می‌شناسم.		
نحوه سرباره‌گیری و آخال‌زدایی را در کوره توماس می‌دانم.		
نحوه گاززدایی، اکسیژن‌زدایی، فسفرزدایی و گوگردزدایی را می‌دانم.		

ارزشیابی توسط هنرآموز

مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
فرق فولاد صنعتی و آهن خام را می‌داند.	۳	
تولید فولاد به روش توماس را تشریح می‌کند.	۳	
علل استفاده از اکسیژن خالص برای تولید فولاد صنعتی را می‌داند.	۳	
مواد افزودنی، تلقیحی و شارژ کنورتور توماس را می‌شناسد.	۳	
نحوه سرباره‌گیری و آخال‌زدایی را در کوره توماس می‌داند.	۳	
نحوه گاززدایی، اکسیژن‌زدایی، فسفرزدایی و گوگردزدایی را می‌داند.	۳	
صحت نمره خودارزیابی هنرجو	۲	
جمع	۲۰	

جلسه چهارم

تولید فولاد صنعتی از آهن خام به روش زیمنس - مارتین (SM) —

در ابتدا بهتر است در مورد علل انتخاب کوره زیمنس - مارتین نسبت به کنورتر توماس - بسمر پرسش شود و علت یا علل این انتخاب به بحث گذاشته شده و از هنرجویان خواسته شود نظرات خود را یادداشت کنند. پس از بحث و تعامل بین هنرجویان، در صورت نیاز توضیحات تکمیلی داده شود و نتیجه نهایی یادداشت و ثبت گردد. سپس با توجه به علل انتخاب کوره زیمنس - مارتین در مقابل کنورتر بسمر - توماس، مزایا و معایب این روش توسط هنرجویان یادداشت و به بحث و تعامل گذاشته شود و نتیجه گیری مقدماتی بررسی شده و در صورت نیاز، توضیحات لازم داده شده و یادداشت گردد.

در ادامه مشخصات کوره زیمنس - مارتین، محفظه درونی و مزایا و معایب روباز بودن آن مورد پرسش و پاسخ قرار گرفته و در مورد پاسخ‌ها بحث و بررسی شود. در صورت لزوم پاسخ‌های تکمیلی ارائه شود و نتیجه کلی یادداشت گردد. سقف بیضی شکل داخل کوره به علت افزایش راندمان حرارتی از طریق تشعشع است، این مورد حتماً تذکر داده شده و در مورد آن بحث شود. ضمناً بهتر است پرسش‌هایی در مورد پیش گرم کردن مواد اولیه مورد مصرف و هوای ورودی به داخل کوره مورد بحث و بررسی قرار گرفته و توضیحات لازم داده شود. برای این کار پرسش‌هایی به صورت زیر مطرح گردد:

- چرا آجر چینی دیرگدازهای سقف کوره را بیضی شکل می‌سازند؟
- چرا مواد ذوبی (شارژ) ورودی به داخل کوره ذوب، باید پیش گرم شود؟
- چرا هوای ورودی به داخل کوره باید پیش گرم شود؟
- مکانیزم داخلی ساختمان محفظه پیش گرم (رژنراتور) چگونه است؟ چرا؟
- تفاوت شارژ این کوره با کنورتر چیست؟

این پرسش‌ها طی جدولی در اختیار هنرجویان قرار گرفته و از آنها خواسته شود پاسخ پرسش‌ها را در مقابل هر سؤال بدهند و سپس طی بحث و تعامل گروهی نتیجه کلی ارزیابی شده و در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه شود.

تولید فولاد صنعتی از آهن خام به روش L-D —

از مشخصات اصلی کنورترها استفاده از اکسیژن خالص، شبیه کنورتر بسمر است. در ضمن دهانه کنورتر نسبت به شکم کنورتر تنگ‌تر (شبیه گلابی) است. توصیه می‌گردد پرسش‌هایی مبنی بر اینکه از اکسیژن خالص در تولید حرارت

به همراه سوخت مطرح شود و سپس سؤالات در کلاس به بحث گذاشته شود. پس از بحث، تعامل و نتیجه‌گیری، در صورت نیاز توضیحات لازم برای تکمیل پاسخ داده شود. در ادامه علت اینکه علیرغم اطلاع از افزایش قیمت تمام شده در حالت استفاده از دمش اکسیژن خالص نسبت به هوای معمولی، از اکسیژن خالص استفاده می‌شود، پس از پرسش به بحث گذاشته شده و سپس نتیجه‌گیری شود. ضمناً شباهت کنورتور (LD) با کنورتور بسمر از نظر استفاده از اکسیژن خالص در تصفیه شارژ و تولید، بیان شده و نتیجه لازم گرفته شود. ضرورت دارد پرسشی مطرح شود مبنی بر اینکه فرایند تولید فولاد صنعتی با استفاده از کنورتور چگونه است؟ همچنین افزایش سرعت سرد کردن مذاب پس از تصفیه، چگونه انجام می‌شود و در این راستا همزمان چه نوع عملیات تصفیه انجام می‌گیرد. در این مورد نیز بحث و نتیجه‌گیری شود.

تولید فولاد صنعتی از آهن خام با استفاده از کوره قوسی

توصیه می‌شود ابتدا از مشخصات کوره اعم از مکانیزم کاری، نوع و مصرف انرژی، شرایط اقتصادی استفاده از آن، در کلاس سؤالاتی مطرح شود. پس از بحث و گفت‌وگوی تعاملی به نتیجه مطلوب برسید به طوری که این کوره‌ها در هر شرایطی قابل استفاده، کاربردی و اقتصادی نیستند. مثلاً زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که تولید فولاد سوپر آلیاژ مورد نظر قرار گیرد تا کاربرد آنها برای تولید صنعتی توجیه‌پذیر باشد. پس از پرسش و پاسخ این سؤالات و نتیجه‌گیری، در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه شود.

سپس انواع کوره‌های قوسی توضیح داده شده و سؤالاتی مطرح شود و پس از بحث و گفت‌وگوی گروهی در کلاس، اطمینان حاصل شود که تفهیم به درستی انجام شده است. مثلاً مکانیزم کاری کوره‌های مستقیم و غیرمستقیم در پرسش‌ها در نظر گرفته شود تا مشخص گردد هر کدام از روش‌ها به درستی انتخاب گردیده و مورد استفاده قرار گرفته است. مثلاً در شرایط کنونی کشور از نظر محدودیت اقتصادی و واردات آیا کوره‌های قوسی می‌توانند برای تولید انتخاب شوند یا باید دنبال روش‌های دیگری برای تولید باشیم؟ در همین حال شاید بحث‌هایی به میان آید که شرایط حاضر بهترین موقعیت برای تولید الکترودهای مصرفی در این کوره‌ها است و توضیح در مورد انواع فولادهای مصرفی و سوپر آلیاژها که تنها با این روش تولید می‌شود، ضروری است.

ارزشیابی پایانی جلسه چهارم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجو ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه چهارم

خیر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		فرایند تولید فولاد صنعتی از آهن خام به روش زیمنس - مارتین را می‌دانم.
		علل تغییر در نحوه چیدمان آجرچینی سقف و دیواره و کف کوره را می‌دانم.
		علل پیش گرم کردن شارژ قبل از ورود به کوره را می‌دانم.
		مکانیزم داخلی ساختمان کوره زیمنس - مارتین را می‌دانم.
		تولید فولاد به روش L-D و فرایند آن را می‌دانم.
		علل استفاده از اکسیژن خالص مورد دمش در کنورتور L-D را می‌دانم.
		علل استفاده از کوره قوسی جهت تولید فولاد صنعتی را می‌دانم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	فرایند تولید فولاد صنعتی از آهن خام به روش زیمنس - مارتین را می‌داند.
	۳	علل تغییر در نحوه چیدمان آجرچینی سقف و دیواره و کف کوره را می‌داند.
	۳	علل پیش گرم کردن شارژ قبل از ورود به کوره را می‌داند.
	۳	مکانیزم داخلی ساختمان کوره زیمنس - مارتین را می‌داند.
	۳	تولید فولاد به روش L-D و فرایند آن را توضیح می‌دهد.
	۳	علل استفاده از کوره قوسی جهت تولید فولاد صنعتی را می‌داند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع