

کوره های صنعتی

تألیف

غلامرضا شهرپوری

صادق صادقی

۱۳۹۵

سرشناسه	: شهر یاری مقدم، غلامرضا، ۱۳۳۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: کوره های صنعتی / تألیف غلامرضا شهر یاری، صادق صادقی.
مشخصات نشر	: تهران: پناه گستر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۸۶ ص.: مصور (رنگی)، نمودار (رنگی).
شابک	: ۱۵۰۰۰ ریال: ۳-۲۰-۸۰۷۸-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	: فیفا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: کوره ها -- مصرف انرژی
موضوع	: Furnaces -- Energy consumption
موضوع	: شیشه سازی -- مصرف انرژی
موضوع	: Glass manufacture -- Energy consumption
شناسه اثر رده	: صادقی، صادق، ۱۳۶۸ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ ک۹ش/۱۴۰ THV
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۴۰۲۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۲۸۷۴۸۳



کوره های صنعتی

مولفین: غلامرضا شهر یاری مقدم و صادق صادقی

ناشر: انتشارات پناه گستر

نوبت و تاریخ چاپ: اول، ۱۳۹۵

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

حروفچینی و صفحه آرایی

شابک: ۳-۲۰-۸۰۷۸-۶۰۰-۹۷۸

قیمت: ۱۵۰۰۰ تومان

مرکز پخش: تهران انتشارات پناه گستر، صندوق پستی، ۱۹۹۷۷۷۶۷۵۱

- تلفن همراه: ۰۹۲۱۵۷۵۳۲۵۷

«حق چاپ برای ناشر محفوظ است.»

فهرست مطالب

پیشگفتار

۱۳

تقدیر و تشکر

۱۵

فصل اول

۱۷

صنعت شیشه

۱۷

۱-۱- مقدمه

۱۹

۱-۲- تعریف شیشه

۲۱

۱-۳- گرانروی شیشه

۲۱

۱-۴- ساختار شیشه

۲۳

۱-۵- ترکیبات شیشه

۲۴

۱-۵-۱- شیشه سیلیکا

۲۴

۱-۵-۲- شیشه سدیم بوروسیلیکات یا پیرکس

۲۶

۲۸ ۱-۵-۳- شیشه آهک سود دار یا سولادایم

۲۹ ۱-۵-۴- شیشه ژرمانیتی

۳۰ ۱-۵-۵- شیشه فسفاتی

۳۱ ۱-۵-۶- شیشه سربی

۳۲ ۱-۵-۷- شیشه بلور

۳۲ ۱-۵-۸- شیشه آمینوسیلیکات

۳۳ ۱-۵-۹- شیشه اکسیدی

۳۴ ۱-۵-۱۰- الیاف شیشه ای

۳۴ ۱-۵-۱۱- شیشه کم گسیل یا Low-E

۳۶ ۱-۵-۱۲- شیشه بود

۳۸ ۱-۶-۶- مراحل تولید شیشه

۴۰ ۱-۶-۱- آماده سازی مواد اولیه

۴۴ ۱-۶-۲- فرآیند ذوب شیشه

۶۱ ۱-۶-۳- تصفیه مذاب

۶۲ ۱-۶-۴- همگن سازی

۶۳ ۱-۶-۵- عمل آوری حرارتی

۶۴ ۱-۶-۶- شکل دهی محصول

۶۶ ۱-۶-۷- عملیات تابکاری

۶۷ ۱-۶-۸- عملیات پس از شکل دهی

۶۸ ۱-۷-۷- افزودنی ها در تولید شیشه

۶۸ ۱-۸-۸- روش های ساخت شیشه

۶۸ ۱-۸-۱- روش فوتی

۶۹ ۱-۸-۲- روش فوتی-قالبی

۶۹ ۱-۸-۳- روش پرس

۷۰	۴-۸-۱- روش آب گز کردن
۷۰	۵-۸-۱- فرآیند تولید شیشه جام
۷۲	۹-۱- انواع شیشه
۷۲	۱-۹-۱- شیشه آبدیده یا سکوریت
۷۲	۲-۹-۱- شیشه دوبار حرارت دیده
۷۲	۳-۹-۱- شیشه رنگی غیرانعکاسی
۷۳	۴-۹-۱- شیشه منعکس کننده نور خورشید
۷۳	۵-۹-۱- شیشه پارلیو
۷۳	۶-۹-۱- شیشه زفلکس
۷۴	۷-۹-۱- شیشه دوجداره
۷۵	۸-۹-۱- شیشه ایمنی
۷۶	۹-۹-۱- شیشه مسلح
۷۶	۱۰-۹-۱- شیشه مقاوم برابر حرارت
۷۷	۱۱-۹-۱- شیشه تار
۷۸	۱۰-۱- خواص شیشه
۷۸	۱-۱۰-۱- خواص صوتی یا آکوستیک
۷۹	۲-۱۰-۱- خواص مکانیکی
۷۹	۳-۱۰-۱- خواص اسپکتروفتومتری
۷۹	۴-۱۰-۱- خواص تشعشعی
۷۹	۱۱-۱- صنعت شیشه در ایران و جهان
۸۴	۱-۱۱-۱- تولید شیشه تخت
۸۶	۲-۱۱-۱- تولید ظروف شیشه ای
۸۷	۳-۱۱-۱- شرکت های دارای قدمت صنعت شیشه سازی ایران
۹۵	۱۲-۱- جمع بندی
۹۵	۱۳-۱- منابع و مآخذ

کوره ها در صنعت شیشه

۱-۲- مقدمه

۲-۲- انواع کوره در صنعت شیشه

۱-۲-۲- کوره تانکی

۲-۲-۲- کوره ریجنراتوری

۲-۲-۳- کوره مخزنی

۲-۲-۱- کوره پاتیلی

۲-۲-۴- کوره های روز کار

۲-۲-۶- کوره مدارم شعله مستقیم

۲-۲-۷- کوره راکت براتون

۲-۲-۸- کوره سوخت ترکیبی

۲-۲-۹- کوره القایی

۲-۲-۱۰- کوره اکسیژن سوز

۲-۳- پارامترهای موثر در عملکرد کوره

۲-۴- مواد نسوز در کوره های ذوب شیشه

۲-۵- طراحی کوره

۲-۶- سوخت کوره های ذوب شیشه

۲-۷- بهینه سازی انرژی در کوره های ذوب شیشه

۲-۷-۱- جلوگیری از وارد شدن هوا سرد از طرف برنر

۲-۷-۲- کنترل درجه حرارت درون کوره

۲-۷-۳- عایقکاری

۲-۷-۴- استفاده از تقویت کننده الکتریکی

۲-۷-۵- استفاده از حباب

۱۳۳

۸-۲- جمع بندی

۱۳۴

۹-۲- منابع و مآخذ

۱۳۵

فصل سوم

۱۳۵

احتراق در صنعت شیشه

۱۳۷

۱-۳- مقدمه

۱۳۷

۲-۳- انواع احتراق

۱۳۷

۱-۲-۳- احتراق با سوخت گازی

۱۳۷

۲-۲-۳- احتراق با سوخت مایع

۱۳۸

۳-۲-۳- احتراق با سوخت اکسیژنی

۱۴۰

۴-۲-۳- احتراق با استفاده از تیوب تشعشعی

۱۴۰

۵-۲-۳- احتراق با استفاده از مشعل های متخلخل

۱۴۱

۳-۳- اصول مدلسازی محافظ احتراق

۱۴۱

۱-۳-۳- ساده سازی هندسی

۱۴۲

۲-۳-۳- مدلسازی پدیده های فیزیکی منطقه احتراق

۱۴۳

۳-۳-۳- مدلسازی دیواره ها

۱۴۴

۴-۳-۳- مکانیزم های انتقال حرارت در کوره

۱۴۶

۴-۳- مدلسازی احتراق

۱۴۸

۵-۳- شعله

۱۴۸

۱-۵-۳- ماندگاری شعله

۱۴۹

۲-۵-۳- آنالیز جریان شعله

۱۵۰

۳-۵-۳- طیف شعله

۱۵۰

۴-۵-۳- شیب شعله

۱۵۰

۵-۵-۳- ارتفاع آغاز اشتعال

۱۵۰

۶-۵-۳- طول شعله

- ۱۵۱ ۳-۶- پاشش حرارتی
- ۱۵۱ ۳-۶-۱- فواید پاشش حرارتی
- ۱۵۱ ۳-۶-۲- روش انجام پاشش حرارتی
- ۱۵۳ ۳-۶-۳- انواع پاشش حرارتی
- ۱۵۳ ۳-۶-۴- مواد اولیه مورد نیاز برای عملیات پاشش حرارتی
- ۱۵۳ ۳-۷- جمع بندی
- ۱۵۴ ۳-۸- نابع و مآخذ

۱۵۵ فصل چهارم

۱۵۵ بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت شیشه

- ۱۵۷ ۴-۱- مقدمه
- ۱۵۷ ۴-۲- انرژی در صنعت شیشه
- ۱۶۰ ۴-۳- هدررفت انرژی در کوره پاشش شیشه
- ۱۶۱ ۴-۳-۱- اتلاف انرژی ناشی از خنک کاری
- ۱۶۱ ۴-۳-۲- اتلاف انرژی توسط گازهای خروجی از کوره
- ۱۶۲ ۴-۴- روش های نوین کاهش مصرف انرژی در صنعت شیشه
- ۱۶۲ ۴-۴-۱- استفاده از بار متراکم شیشه
- ۱۶۲ ۴-۴-۲- فرمولاسیون
- ۱۶۳ ۴-۴-۳- استفاده از سیستم های احتراق اکسیژن سوز
- ۱۶۳ ۴-۴-۴- بازیابی انرژی حرارتی در گازهای خروجی
- ۱۶۳ ۴-۴-۵- پیش گرم کردن بچ
- ۱۶۴ ۴-۴-۶- تجزیه و تحلیل عملکرد تقویت کننده کوره های شیشه ای (بازیاب)
- ۱۶۴ ۴-۴-۷- انتخاب سوخت مناسب
- ۱۶۴ ۴-۴-۸- استفاده از بازیاب مناسب

۱۶۵	۵-۴- باز یافت شیشه
۱۶۷	۴-۵-۱- مراحل باز یافت شیشه
۱۶۷	۴-۵-۲- تشریح فرآیند تولید با استفاده از باز یافت شیشه
۱۷۳	۴-۵-۳- مزایای باز یافت شیشه
۱۷۴	۴-۶- بسته بندی شیشه
۱۷۶	۴-۶-۱- راهکارهای بهینه سازی باز یافت شیشه در ایران
۱۷۸	۴-۷- جمع بندی
۱۷۸	۴-۸- منابع و مآخذ
۱۷۹	فصل پنجم
۱۷۹	کاهش آلاینده ها در صنعت شیشه
۱۸۱	۵-۱- مقدمه
۱۸۱	۵-۲- آلاینده های عمده ایجاد شده در کوره صنعت شیشه
۱۸۱	۵-۲-۱- NO_x
۱۸۱	۵-۲-۲- SO_x
۱۸۱	۵-۲-۳- ذرات گرد و غبار (کری آور)
۱۸۲	۵-۲-۴- کلرید و فلورید
۱۸۲	۵-۲-۵- فلزات سنگین
۱۸۲	۵-۳- اقدامات نوین برای کاهش آلاینده های صنعت شیشه
۱۸۳	۵-۴- جمع بندی
۱۸۳	۵-۵- منابع و مآخذ
۱۸۴	واژگان

پیش‌گفتار

یکی از مهمترین مباحث دنیای امروز، موضوع بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در کاربردهای مختلف می‌باشد لذا لزوم تبیین و اجرای راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی بیش از پیش احساس می‌شود. تقاضای انرژی هر روز در جهان در حال افزایش است و تغییر الگوی مصرف و راه‌های بکارگیری انرژی در دنیای امروز برای پیشرفت اقتصادی کشورها اهمیتی حیاتی دارد. از طرفی صرفه جویی و بهینه‌سازی سوخت تنها از دیدگاه مصرف سوخت بلکه از دیدگاه حفظ محیط زیست نیز اهمیت زیادی برخوردار است. منظور از بهینه‌سازی مصرف انرژی و سوخت، انتخاب الگوها و اتخاذ و بکارگیری روش‌ها و سیاست‌هایی در راستای مصرف درست انرژی است که از نقطه نظر اقتصاد ملی مطلوب بوده و استمرار و دوام انرژی را تضمین کند. مصرف بهینه‌ی انرژی و بکارگیری پربازده‌ترین شیوه‌های استفاده از آن، متضمن شناخت عوامل سرده‌های انرژی و نیز تأثیرات سوء ناشی از استفاده ناصحیح از انرژی بر حیات و محیط زیست می‌باشد. استفاده‌ی درست از انرژی، استمرار حیات و توسعه پایدار جامعه را در پی داشته و نیز منجر به ذخیره‌ی انرژی برای همگان و نسل‌های آتی و مانعی برای تولید و گسترش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف نادرست انرژی خواهد بود.

کوره‌ها در صنایعی نظیر صنعت شیشه، پتروشیمی، یکی از مهمترین مصرف‌کننده‌های انرژی هستند. اعمال مدیریت انرژی در این سیستم با هدف مصرف صحیح انرژی، حداقل سازی هزینه بدون کاهش کیفیت محصولات و کمینه کردن میزان آلاینده‌های تولید شده انجام می‌شود که این باعث صرفه جویی‌های موثر و در نهایت در صنعت گردیده و همچنین هزینه‌های سیستم را به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. کوره‌های صنعتی اگر به خوبی اداره نشوند منبع بزرگی برای اتلاف انرژی به شمار می‌آیند. بسیاری از شرکت‌ها تلاش زیادی برای کاهش ضایعات تولیدی خود انجام می‌دهند که در بسیاری از موارد ممکن است دستیابی به این هدف بسیار زمان‌بر و مشکل باشد لذا توجه به کاهش مصرف انرژی و راحت می‌توان راهکار سریع‌تر و مناسب‌تری در کاهش هزینه‌های اتلافی باشد. در این کتاب با بیان مفاهیم و کلیاتی در ارتباط با صنعت شیشه که یکی از صنایع مهم کشور به شمار رفته و توجه به کوره‌های صنعتی نوین در آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است به معرفی انواع کوره‌های صنعتی و راهکارهای نوین در جهت کاهش مصرف سوخت، بهینه‌سازی انرژی و کاهش آلاینده‌های تولید شده در این کوره‌ها پرداخته شده است.

مطالب این کتاب در پنج فصل ارائه گردیده که به طور مختصر به شرح ذیل می باشند:

فصل اول

هدف اصلی در این فصل بیان مفاهیم مورد استفاده در صنعت شیشه می باشد. تاریخچه ی صنعت شیشه، تعاریف مختلف، ساختار، ترکیبات، انواع، مراحل تولید، افزودنی ها، روش های ساخت و خواص بارز شیشه می باشد.

فصل دوم

در فصل دوم به بررسی انواع کوره های مورد استفاده در صنعت، پارامترهای موثر در عملکرد کوره های صنعتی، مواد نسوز مناسب در کوره ها، پارامترهای مهم در طراحی کوره ها و بهینه سازی مصرف انرژی در این کوره ها پرداخته شده است.

فصل سوم

در فصل سوم انواع احتراق، اصول مدلسازی محفظه ی احتراق، مکانیزم های مختلف حرارتی در احتراق، مدلسازی احتراق و ویژگی های شعله که در بهبود مصرف انرژی و سوخت اهمیت زیادی دارند، بررسی شده است.

فصل چهارم

در فصل چهارم راهکارهای نوین بهینه سازی مصرف انرژی نظیر استفاده از سیستم های احتراق اکسیژن سوز، بازیابی انرژی حرارتی خروجی از کوره ها، انتخاب سوخت و بازیاب مناسب مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل پنجم

در فصل پنجم آلاینده های عمده ی تولید شده در کوره ها و راهکارهای نوینی که در جهت کاهش این آلاینده ها ارائه گردیده، بررسی شده است.

تیرماه ۱۳۹۵

غلامرضا شهریاری-صادق صادقی