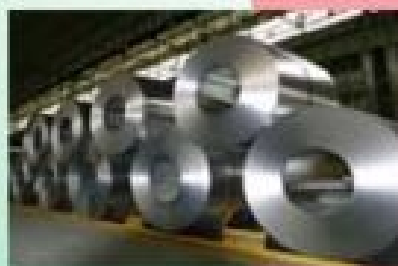
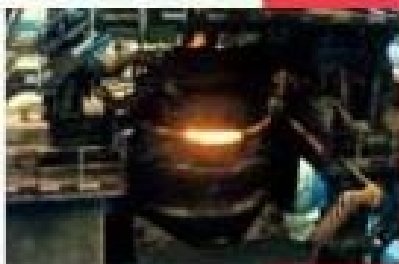


گزارش فاز اول:

**طراحی و ارایه راهکاری برای
رفع مشکل جدایش قطعات
ریختگی مربوط به سامانه
خنک کاری درب تخلیه کوره های
پیش گرم شماره ۳ و ۴ شرکت
فولاد مبارکه**





معاونت تکنولوژی تحقیق و توسعه

گزارش فاز اول:

طراحی و ارایه راهکاری برای رفع مشکل جدایش قطعات ریختگی مربوط به سامانه خنک کاری درب تخلیه کوره های پیش گرم شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه

مجری طرح: شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان
شرکت دیسا افزار پارس

اسامی همکاران پروژه:

۱- محمود حسین آبادی

۲- سید محمد جمالی

۳- داریوش درویشی

۴- علی قاهری

واحدهای همکار از شرکت فولاد مبارکه:

۱- واحد نورد گرم (کوره های پیش گرم)

۲- واحد تحقیق و توسعه

آبان ماه ۱۳۹۶

۹۶۰۰۳۰۲۹۵

چکیده

واضح است که تنها بخشی از انرژی ورودی به کوره، صرف گرمایش تختال می‌گردد و بقیه انرژی از طریق گازهای خروجی کوره، سامانه خنک‌کاری با آب، سازه کوره و ... هدر می‌رود. در اثر انتقال گرما از نسوزچینی داخلی کوره به پوسته فولادی بدنه، پوسته فولادی گرم می‌شود. تحت شرایط پایدار، آن بخش از انرژی که صرف گرم شدن بدنه فولادی کوره می‌شود، از طریق انتقال حرارت تابشی از سطح بیرونی کوره تلف می‌شود.

در صورتی که جذب گرما توسط بدنه کوره افزایش یابد، نه تنها هدررفت انرژی از سطح کوره افزایش می‌یابد، بلکه باعث افزایش دمای سطح بیرونی کوره و گرم‌تر شدن پوسته فولادی بدنه می‌گردد. انتظار می‌رود در مناطق مختلف کوره، پوسته فولادی بدنه به صورت یکنواخت گرم شود و توزیع دمای نسبتاً یکنواختی در سطح بیرونی کوره حاکم باشد.

در عمل، به دلیل پیچیدگی‌های هندسه بدنه کوره و شرایط کاری متفاوت برخی بخش‌های کوره (به‌ویژه دیواره و درب‌های تخلیه کوره)، گرم شدن موضعی سطح محتمل‌تر است. گرم شدن موضعی از طریق پدیده خستگی گرمایی باعث وارد شدن صدمه جدی به پوسته فولادی بدنه کوره می‌گردد. به منظور پیش‌گیری از گرم شدن موضعی بدنه کوره، از سامانه خنک‌کاری استفاده می‌شود.

در این مرحله از پژوهش حاضر، به بررسی و مطالعه ساختار فعلی اتصالات قطعات ریختگی سامانه خنک‌کاری درب تخلیه کوره‌های شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه پرداخته می‌شود. سعی می‌شود، علل شکست قطعات ریختگی در ناحیه اتصال در دیواره تخلیه کوره‌های پیش‌گرم بررسی شود.

فهرست مطالب

پنج	فهرست تصاویر
هشت	فهرست جداول
۱	مقدمه
۳	۱ مطالعه و بررسی نقشه‌ها، کتابچه فنی و ساختار قطعات ریختگی
۲	۱-۱ ساختار بخش بالایی دیواره تخلیه
۴	۲-۱ سامانه خنک‌کاری با آب
۴	۱-۲-۱ سامانه خنک‌کاری با آب در بخش بالایی دیواره
۵	۲-۲-۱ سامانه خنک‌کاری با آب در بخش میانی دیواره
۵	۳-۱ درب تخلیه
۶	۴-۱ ساختار بخش پایینی دیواره تخلیه
۷	۲ گردآوری اطلاعات جامع سامانه خنک‌کاری درب تخلیه شامل مواد و اتصالات
۷	۱-۲ سامانه خنک‌کاری میانی دیواره تخلیه
۱۰	۲-۲ سامانه خنک‌کاری بالایی دیواره تخلیه
۱۴	۳ بررسی علل شکست قطعات ریختگی در ناحیه اتصال
۱۴	۱-۳ مقدمه
۱۴	۲-۳ مکانیزم گرم شدن درب و دیواره تخلیه کوره
۱۵	۱-۲-۳ گرم شدن موضعی درب تخلیه
۱۵	۲-۲-۳ گرم شدن موضعی بخش بالایی دیواره تخلیه
۱۵	۳-۳ طراحی اجزا و سازه‌های در معرض خستگی گرمایی
۱۵	۱-۳-۳ معرفی
۱۶	۲-۳-۳ ملاحظات طراحی اجزای در معرض خستگی گرمایی
۱۸	۴-۳ خنک‌کاری با آب

۲۰	۴	بررسی و اندازه‌گیری شرایط کاری قطعات ریختگی
۲۰	۴-۱	شرایط غیرفعال بودن سامانه خنک‌کاری بالایی دیواره تخلیه
۲۱	۴-۲	شرایط فعال بودن سامانه خنک‌کاری بالایی دیواره تخلیه
۲۳		منابع
۲۴		پیوست ۱: مختصری درباره خستگی گرمایی
۳۰		پیوست ۲: مجموعه نقشه‌های مورد استفاده

فهرست تصاویر

۱-۱	نمای روبرو و بخش‌های مختلف دیواره تخلیه در کوره‌های پیش‌گرم شماره ۳ و
۳	۴ شرکت فولاد مبارکه
۲-۱	نمای روبرو و جانبی پانل‌های محافظ بخش بالایی دیواره تخلیه کوره‌های پیش‌گرم
۴	شرکت فولاد مبارکه
۳-۱	نمایی از آرایش لوله‌های عمودی سامانه خنک‌کاری با آب در بخش بالایی دیواره
۵	تخلیه
۴-۱	نمای کلی سامانه خنک‌کاری با آب در بخش میانی دیواره تخلیه
۵-۱	نمای کلی درب تخلیه
۶-۱	نمایی از آرایش قطعات ریختگی در بخش درونی درب تخلیه
۶-۱	نمای روبرو از بخش پایینی دیواره تخلیه
۱-۲	نمای کلی از نحوه قرارگیری لوله‌ها و قطعات متصل به آنها در سامانه خنک‌کاری
۷	میانی دیواره تخلیه در کوره‌های پیش‌گرم شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه
۲-۲	مجموعه قطعات ریختگی متصل بر روی لوله‌های سامانه میانی خنک‌کاری دیواره
۹	تخلیه
۳-۲	صفحه فولادی متصل به لوله پشتی در سامانه خنک‌کاری میانی دیواره تخلیه
۴-۲	نمای کلی از نحوه قرارگیری لوله‌ها و قطعات متصل به آنها در سامانه خنک‌کاری
۱۱	بالایی دیواره تخلیه در کوره‌های پیش‌گرم شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه
۵-۲	نحوه اتصال لوله‌های سامانه خنک‌کاری بالایی به سازه سامانه خنک‌کاری میانی
۱۲	دیواره تخلیه
۶-۲	نحوه اتصال تیر بال‌پهن به سطح خارجی لوله‌های سامانه خنک‌کاری بالایی دیواره
۱۲	تخلیه
۷-۲	مجموعه قطعات ریختگی متصل بر روی لوله‌های سامانه بالایی خنک‌کاری دیواره
۱۳	تخلیه

۱۸	۱-۳ وابستگی ویژگی های فولاد با کربن متوسط با دما. منحنی بالایی ویژگی های ماده در اثر تغییر ناگهانی دما (آهنگ سریع) و منحنی پایینی ویژگی های ماده در اثر تغییر آهسته دما (آهنگ کند)
۲۰	۱-۴ پیرومتر مدل IRtek IR 100 که برای اندازه گیری دما استفاده شده است
۲۶	پ ۱-۱ رفتار تنش- کرنش مکانیکی برای یک ماده ایده آل در شرایط قید کامل
	پ ۱-۲ منحنی کرنش مکانیکی- دما و انواع خستگی ترمومکانیکی (خستگی ترمومکانیکی هم فاز: TMF IP، خستگی ترمومکانیکی غیر هم فاز: TMF OP و خستگی هم دما: IF)
۲۸	پ ۱-۳ حلقه پسماند خستگی ترمومکانیکی هم فاز
۲۸	پ ۱-۴ حلقه پسماند خستگی ترمومکانیکی غیر هم فاز
۲۹	پ ۱-۵ داده های خستگی هم دما و ترمومکانیکی فولاده ساده کربنی AISI 1010
	پ ۱-۲ نمای روبرو و بخش های مختلف دیواره تخلیه در کوره های پیش گرم شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه
۳۱	پ ۲-۲ نمای روبرو و جانبی پانل های محافظ بخش بالایی دیواره کوره های پیش گرم شرکت فولاد مبارکه
۳۲	پ ۲-۳ نمایی از آرایش لوله های عمودی سامانه خنک کاری با آب در بخش بالایی دیواره تخلیه
۳۳	پ ۲-۴ نمای کلی سامانه خنک کاری با آب در بخش میانی دیواره تخلیه
۳۴	پ ۲-۵ نمای کلی درب تخلیه
۳۶	پ ۲-۶ نمایی از آرایش قطعات ریختگی در بخش درونی درب تخلیه
۳۷	پ ۲-۷ نمای روبرو از بخش پایینی دیواره تخلیه
	پ ۲-۸ نمای کلی از نحوه قرارگیری لوله ها و قطعات متصل به آنها در سامانه خنک کاری میانی دیواره تخلیه در کوره های پیش گرم شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه
	پ ۲-۹ مجموعه قطعات ریختگی متصل بر روی لوله های سامانه میانی خنک کاری دیواره تخلیه
۳۹	پ ۲-۱۰ صفحه فولادی متصل به لوله پشتی در سامانه خنک کاری میانی دیواره تخلیه
	پ ۲-۱۱ نمای کلی از نحوه قرارگیری لوله ها و قطعات متصل به آنها در سامانه خنک کاری بالایی دیواره تخلیه در کوره های پیش گرم شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه
	پ ۲-۱۲ نحوه اتصال لوله های سامانه خنک کاری بالایی به سازه سامانه خنک کاری میانی دیواره تخلیه
	پ ۲-۱۳ نحوه اتصال تیر بال پهن به سطح خارجی لوله های سامانه خنک کاری بالایی دیواره تخلیه
۴۳	پ ۲-۱۴ نمای کلی از نحوه قرارگیری لوله های سامانه خنک کاری میانی دیواره تخلیه

پ ۲-۱۴ مجموعه قطعات ریختگی متصل بر روی لوله‌های سامانه بالایی خنک‌کاری دیواره

تخلیه ۴۴

فهرست جداول

۸	.....	۱-۲	مشخصات فولاد Fe 45-2
۸	.....	۲-۲	مشخصات فولاد Fe 37 B
۹	.....	۳-۲	مشخصات فولاد AISI 304
۹	.....	۴-۲	ترکیب شیمیایی قطعات ریختگی چدنی در سامانه خنک‌کاری میانی دیواره تخلیه
۱۰	.....	۵-۲	مشخصات فولاد AISI 310
۱۱	.....	۶-۲	ترکیب شیمیایی قطعات ریختگی چدنی در سامانه خنک‌کاری بالایی دیواره تخلیه
		۱-۴	دمای بخش بالایی دیواره تخلیه در شرایط سامانه خنک‌کاری بالایی غیرفعال و در وضعیت بسته بودن درب تخلیه
۲۱	.....	۲-۴	دمای بخش بالایی دیواره تخلیه در شرایط سامانه خنک‌کاری بالایی غیرفعال و در وضعیت باز بودن درب تخلیه
۲۱	.....	۳-۴	دمای درب تخلیه در شرایط سامانه خنک‌کاری بالایی غیرفعال و وضعیت درب تخلیه در دو حالت بسته و باز
۲۱	.....	۴-۴	دمای بخش بالایی دیواره تخلیه در شرایط سامانه خنک‌کاری بالایی فعال و در وضعیت بسته بودن درب تخلیه
۲۲	.....	۵-۴	دمای بخش بالایی دیواره تخلیه در شرایط سامانه خنک‌کاری بالایی فعال و در وضعیت باز بودن درب تخلیه
۲۲	.....	۶-۴	دمای درب تخلیه در شرایط سامانه خنک‌کاری بالایی فعال و وضعیت درب تخلیه در دو حالت بسته و باز
۲۲	.....	

مقدمه

به منظور کاهش تلفات گرمایی در نتیجه‌ی نفوذ هوای اتمسفر به داخل کوره پیش‌گرم، معمولاً فشار کوره اندکی بیش از فشار اتمسفر تنظیم می‌شود. فشار مثبت کوره منجر به تماس شدید گازهای داغ کوره به بخش درونی درب تخلیه می‌گردد. در اثر تماس شدید گازهای داغ، ممکن است به سازه و نسوزهای درب آسیب وارد شود. آسیب درب ممکن است به صورت اعوجاج سازه فولادی آن اتفاق بیفتد.

همچنین، به دلیل باز و بسته شدن درب‌های تخلیه در عملیات کوره پیش‌گرم، درب‌ها و سازه دیواره تخلیه شرایط متفاوت دمایی را تجربه می‌کنند. زمانی که درب‌ها در حالت بسته قرار دارند، نسوزچینی داخلی درب‌ها در اثر تماس با گازهای داغ داخل کوره گرم می‌شود. هنگامی که درب‌ها در حالت باز قرار دارد، نسوزچینی داخلی درب‌ها در مجاورت بخش بالایی دیواره تخلیه قرار می‌گیرد و به سطح بخش بالایی گرما تابش می‌کند و باعث افزایش دمای این قسمت می‌شود. بنابراین، بخش‌های مختلف دیواره تخلیه سیکل گرمایی را تجربه می‌کنند.

در اثر سیکل گرمایی در سازه دیواره تخلیه و تنش‌های گرمایی ایجاد شده در آن، بخش‌های مختلف دیواره تحت پدیده خستگی گرمایی قرار می‌گیرد. خستگی گرمایی می‌تواند منجر به ایجاد ترک و تخریب اجزای مختلف سازه دیواره تخلیه شود.

به منظور پیش‌گیری از اثرات مخرب خستگی گرمایی بر سازه دیواره تخلیه کوره‌های پیش‌گرم، از سامانه خنک‌کاری با آب در بخش‌های مختلف دیواره استفاده می‌شود. به این ترتیب، می‌توان با کنترل دمای سازه از ایجاد سیکل گرمایی و در پی آن خستگی گرمایی در سازه پیش‌گیری کرد.

عملکرد نادرست سامانه خنک‌کاری می‌تواند اثرات مخربی بر دیواره تخلیه کوره پیش‌گرم داشته باشد. یکی از مشکلات اصلی مرتبط با سامانه خنک‌کاری دیواره تخلیه کوره‌های پیش‌گرم، عدم استحکام کافی اتصالات قطعات ریختگی، ناودانی و صفحه فولادی سامانه خنک‌کاری می‌باشد که منجر به جدایش قطعات از لوله آبگرد می‌گردد. قطعات جدا شده در بازه‌های مختلف تعمیر و یا جایگزین می‌گردند.

هدف پروژه حاضر، طراحی و ارزیابی راهکاری برای رفع مشکل جدایش قطعات ریختگی مربوط به سامانه خنک‌کاری درب تخلیه کوره‌های پیش‌گرم شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه می‌باشد. به منظور ارزیابی راهکارهایی در این چارچوب، باید ابتدا به «مطالعه ساختار فعلی اتصالات قطعات ریختگی سامانه خنک‌کاری درب تخلیه» پرداخت. بنابراین، در فصول مختلف گزارش حاضر به موارد زیر توجه می‌شود:

فصل اول کوششی برای مطالعه و بررسی نقشه‌ها، کتابچه فنی و ساختار قطعات ریختگی سامانه خنک‌کاری درب تخلیه کوره‌های پیش‌گرم شماره ۳ و ۴ شرکت فولاد مبارکه می‌باشد.

فصل دوم به منظور گردآوری اطلاعات جامع سامانه خنک‌کاری درب تخلیه شامل مواد و اتصالات و شناخت دقیق سامانه خنک‌کاری دیواره تخلیه می‌باشد.

فصل سوم تلاشی برای پایش وضعیت کنونی جدایش قطعات ریختگی از سامانه خنک‌کاری و برنامه فعلی تعمیرات و جایگزینی آنها و بررسی علل شکست قطعات ریختگی در ناحیه اتصال می‌باشد.

فصل چهارم به منظور بررسی و اندازه‌گیری شرایط کاری قطعات ریختگی شامل دمای آب خنک‌کاری، دمای کاری قطعات و عملکرد سامانه خنک‌کاری ارایه شده است.

منابع

- [1] W. Trinks, M. H. Mawhinney, R. A. Shannon, R. J. Reed, and J. R. Garvey. *Industrial Furnaces*. John Wiley & Sons, 6th edition, 2004.
- [2] A. Weronki and T. Hejwowski. *Thermal Fatigue of Metals*. CRC Press, 1991.
- [3] G.A. Webster and R.A. Ainsworth. *High Temperature Component Life Assessment*. Springer-Science+Business Media, B.Y., 1994.
- [4] P. Mullinger and B. Jenkins. *Industrial and Process Furnaces*. Elsevier, 1st edition, 2008.
- [5] F. C. Campbell. *Fatigue and Fracture (Understanding the Basics)*. ASM International, 2012.