به نام خدا

محاسبه انرژی تلف شده حاصل از توقفات فولادسازی

از تاریخ ۱۳۹۵/۰۲/۰۷ تا ۱۳۹۵/۰۲/۳۰ تعداد شارژ تولیدی فولادسازی برابر ۱۵۲ می‌باشد. این تعداد شارژ بر اساس زمان Tap to Tap به چهار دسته در جدول زیر تقسیم بندی شده‌اند:

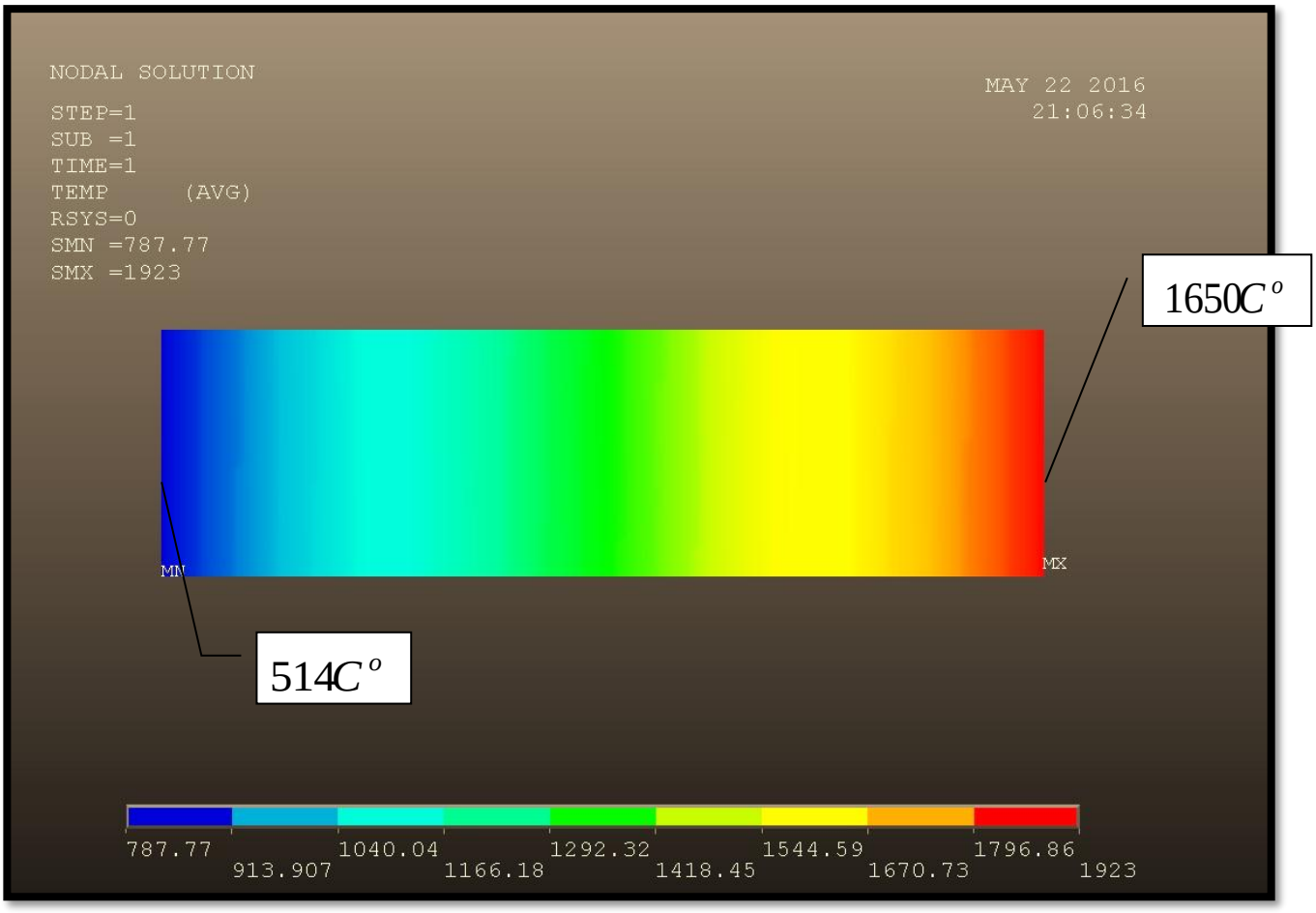
Tap to Tap(min)	تعداد	میانگین انرژی(MWh)	میانگین تناژ DRI	میانگین تناژ Scrap	میانگین کل تناژ
بیش از ۳۰۰ دقیقه	۱۹	۶۳,۶۲	۳۶,۵۲	۳۲,۱۵	۶۸,۶۷
بین ۱۲۰ تا ۳۰۰ دقیقه	۴۴	۵۳,۳۹	۵۲,۷۲	۱۷,۸۵	۷۰,۵۷
بین ۱۲۰ تا ۹۰ دقیقه	۶۷	۵۰,۱۷	۵۶,۱۶	۱۵,۵۴	۷۱,۷۰
کمتر از ۹۰ دقیقه	۲۲	۴۷,۸۵	۵۷,۸۸	۱۱,۴۷	۶۹,۳۵

همانطور که ملاحظه می‌شود شارژهایی که زمان بسیار طولانی داشته‌اند(بیش از ۵ ساعت) به طور متوسط انرژی الکتریکیِ مصرفیِ بسیار بیشتری نسبت به شارژهای با زمان کمتر داشته‌اند. دلیل عمده این تفاوت سرد شدن نسوز کوره قوس الکتریکی در توقف های طولانی تا نزدیکی دمای محیط و در نتیجه هدر رفتن مقداری انرژی که صرف گرم شدن آن در استارت اولیه کوره شده بود، می‌باشد. بر اساس اطلاعات جدول بالا اگر شارژهای با زمان Tap to Tap کمتر از ۹۰ دقیقه را شارژهای عادی و شارژهای با زمان Tap to Tap بیش از ۳۰۰ دقیقه را شارژهای با بالاترین اتلاف حرارتی در نظر بگیریم تفاوت انرژی الکتریکی مصرفی میان این دوسته برابر $15.77MWh$ می‌باشد.

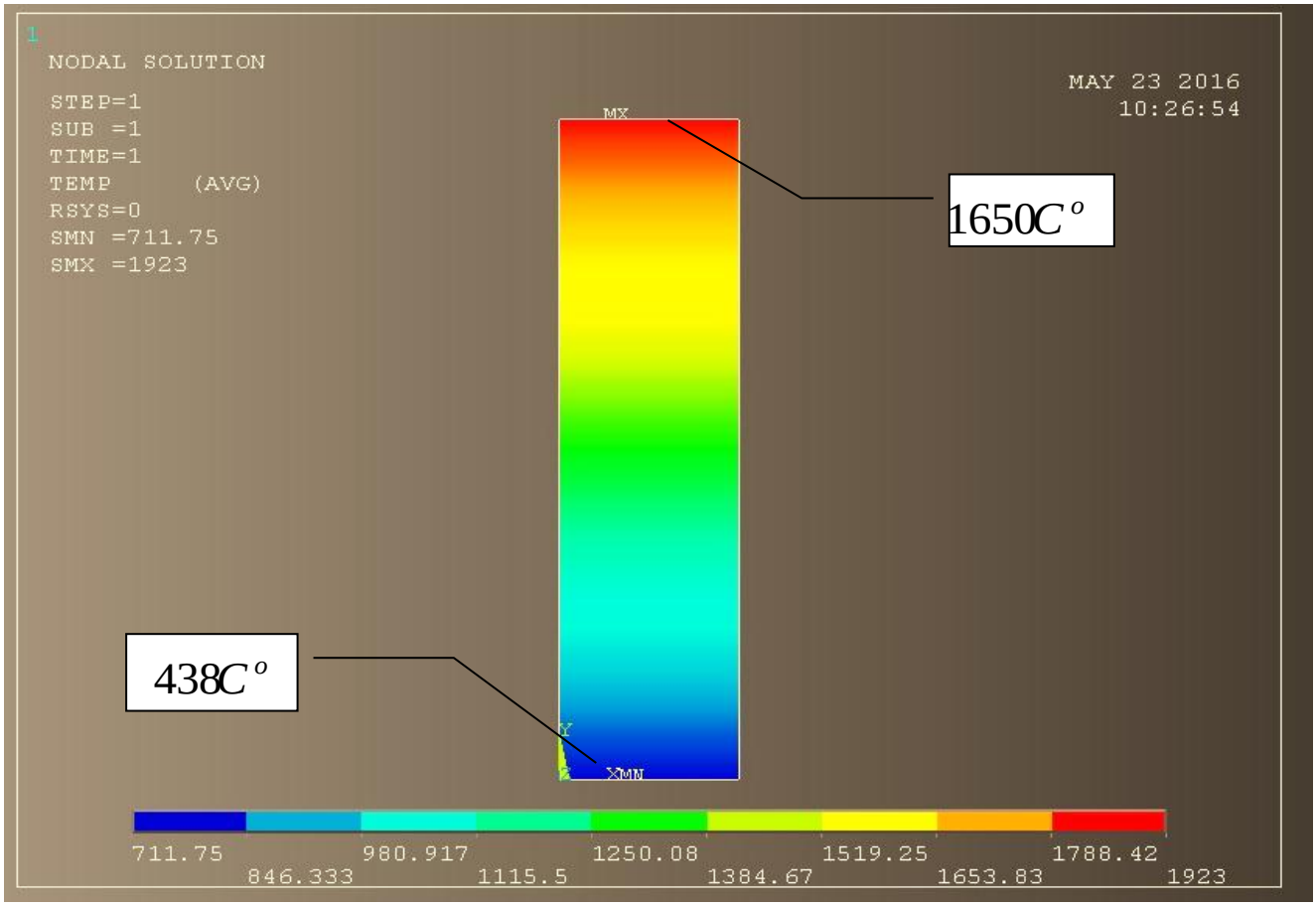
در ادامه برای اطمینان از اینکه انرژی الکتریکی صرف شده‌ی بیشتر ناشی از هدر رفتِ انرژی در اثر سرد و گرم شدن نسوز کوره بوده است؛ به صورت تئوری و با استفاده از نرم‌افزار

ANSYS14.0 میزان اتلاف حرارتی کوره در اثر سرد شدن از دمای $1650C^o$ تا $35C^o$ محاسبه شده است.

تصویر زیر(شکل۱) مربوط به تغییرات دمایی در طول آجر کوره در دمای $1650C^o$ می‌باشد که توسط نرم‌افزار محاسبه شده است. با توجه به نتایج اگر دما به طور متوسط در ساختار آجر توزیع شود دمای آن برابر $\frac{1650+514}{2}=1082C^o$ خواهد شد. همچنین در شکل۲ تغییرا دمایی در عمق نسوز کف کوره آمده است. بر اساس نتایج دمای متوسط کف برابر $\frac{1650+438}{2}=1044C^o$ خواهد شد.



شکل۱- تغییرات دمایی در طول آجر کوره از نوع MgO-C (واحد دما K^o).



شکل۲- تغییرات دمایی در عمق نسوز کف کوره(واحد دما Kº).

جدول۱- محاسبه انرژی تلف شده نواحی مختلف نسوز کوره.

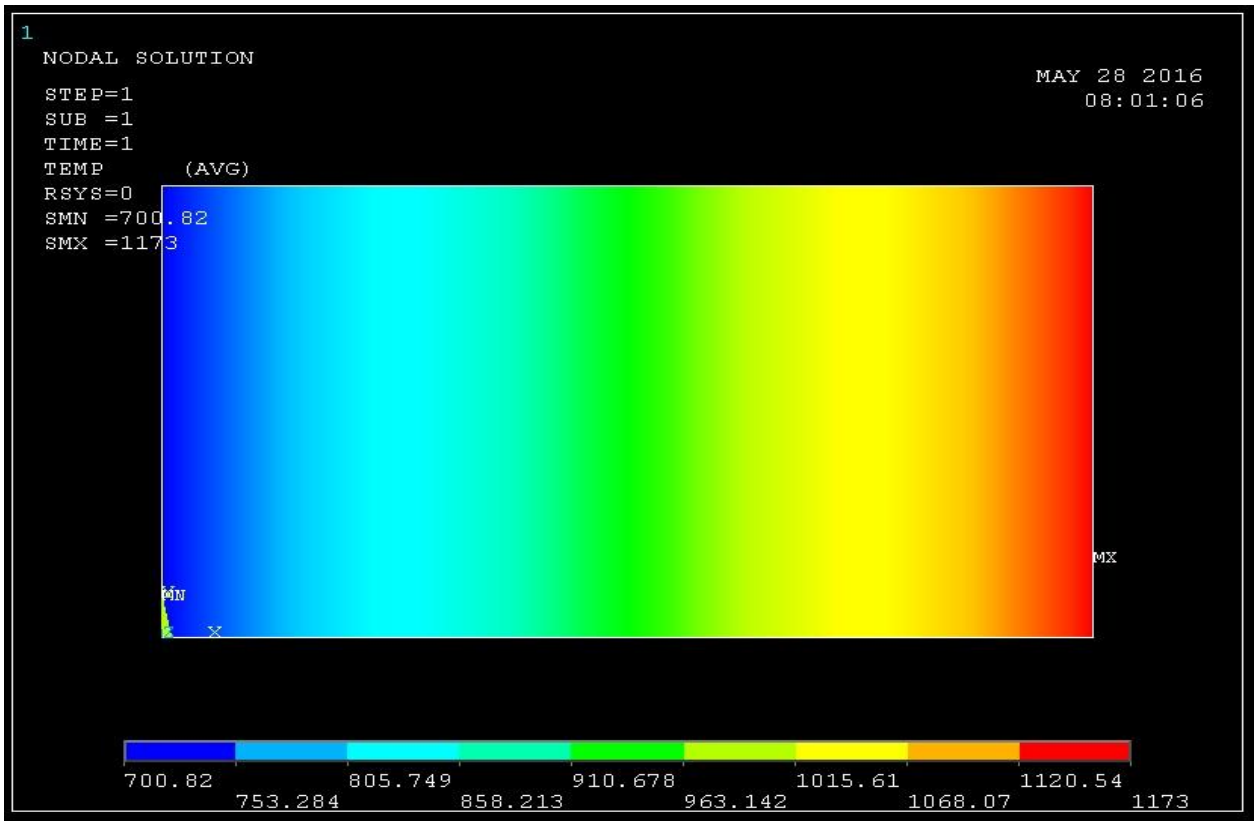
ناحیه نسوز کوره	وزن کل ناحیه $m(kg)$	ظرفیت گرمایی $MWh/kg.C^o$	$T_1(C^o)$	$T_2(C^o)$	ΔT	انرژی تلف شده $Q=mc\Delta T\ (MWh)$
بدنه آجری	19360	3.610×10^{-7}	1082	35	–1047	-7.31
کف کوره	26000	3.47×10^{-7}	1044	35	–1009	-9.10

به طور کل میزان انرژی تلف شده براساس محاسبات نشان داده شده در جدول ۱ برابر $-9.10+(-7.31)=-16.41MWh$ **خواهد شد.**

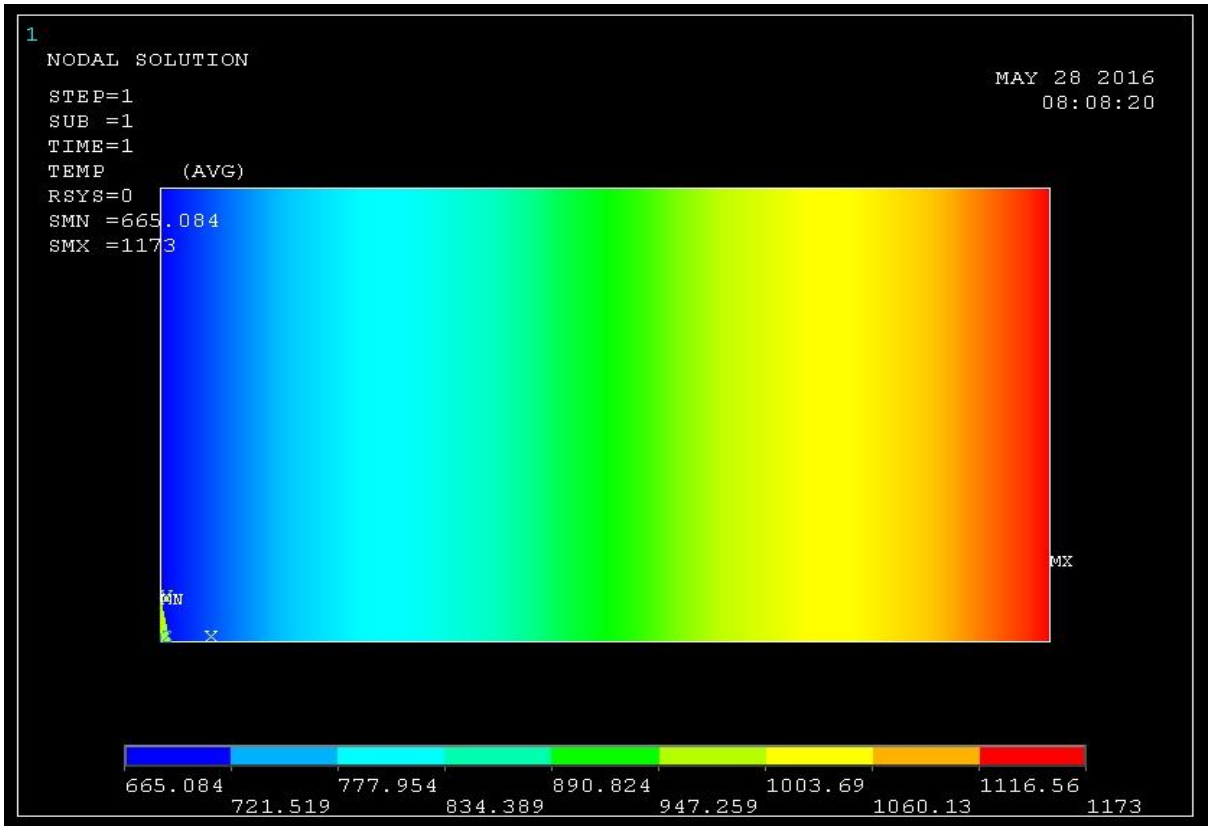
با توجه به درصد خطای محاسبه تئوری انرژی الکتریکی مصرفی نسبت به انرژی الکتریکی مصرفی واقعی ($\frac{16.41-15.77}{15.77}\times 100 \cong 4.06\%$) می‌توان نتیجه گرفت که عمده انرژی صرف شده‌ی بیشتر برای شارژهای با توقف طولانی مدت صرف گرم کردن نسوز کوره و به عبارتی جبران انرژی هدر رفته در اثر سرد شدن نسوز کوره شده است.

انرژی تلف شده پاتیل:

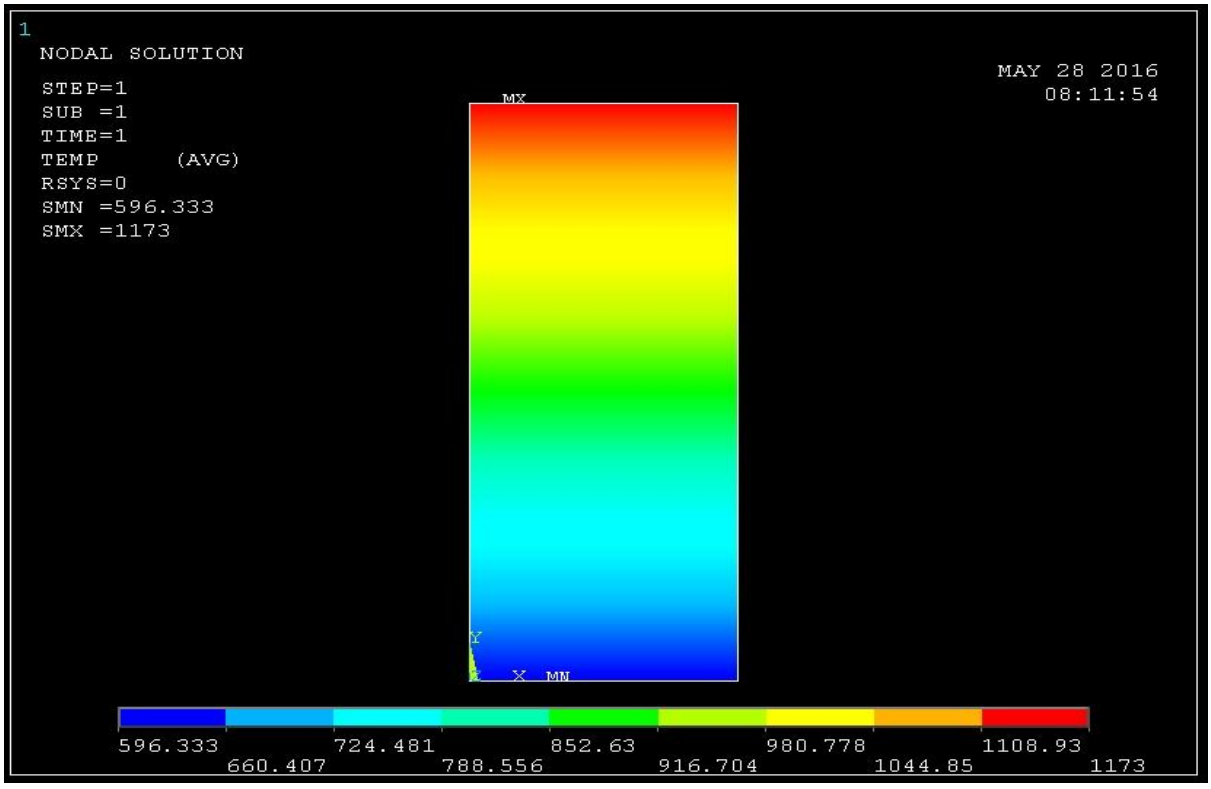
در این قسمت به محاسبه انرژی تلف شده پاتیل‌های مذاب در اثر توقف کارخانه و خارج از مدار بودن آنها پرداخته می‌شود. برای محاسبه فرض می‌شود که از پاتیل های موجود سه پاتیل از دمای $1650C^o$ تا دمای پیشگرمکن‌ها($900C^o$) و سه پاتیل تا دمای محیط($35C^o$) افت دما پیدا می‌کنند. همانند قبل تغییرات دمایی در طول نواحی مختلف نسوز پاتیل با استفاده از نرم‌افزار محاسبه و سپس با ستفاده از نتایج آن انرژی تلف شده در اثر سرد شدن پاتیل حساب می‌گردد.



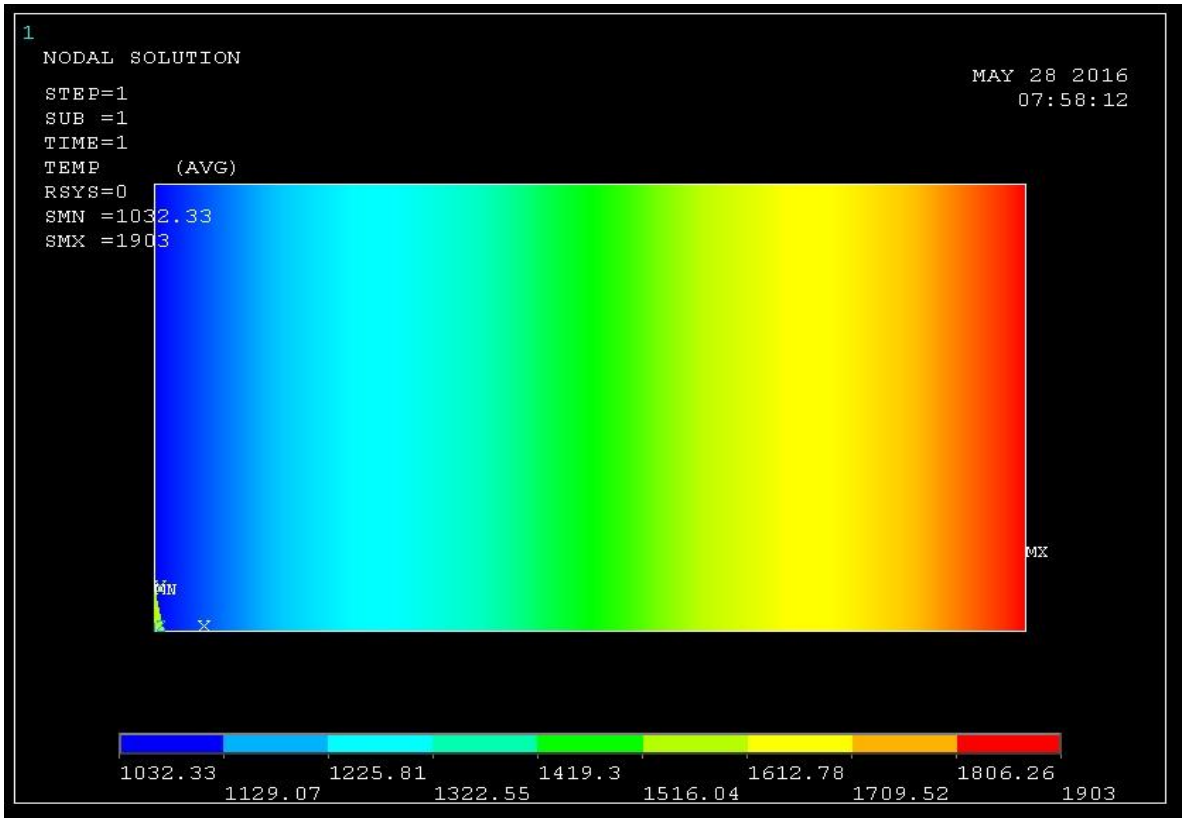
شکل۳-تغییرات دمایی در طول آجر خط سرباره پاتیل در دمای $900C^o$ ($1173k^o$).



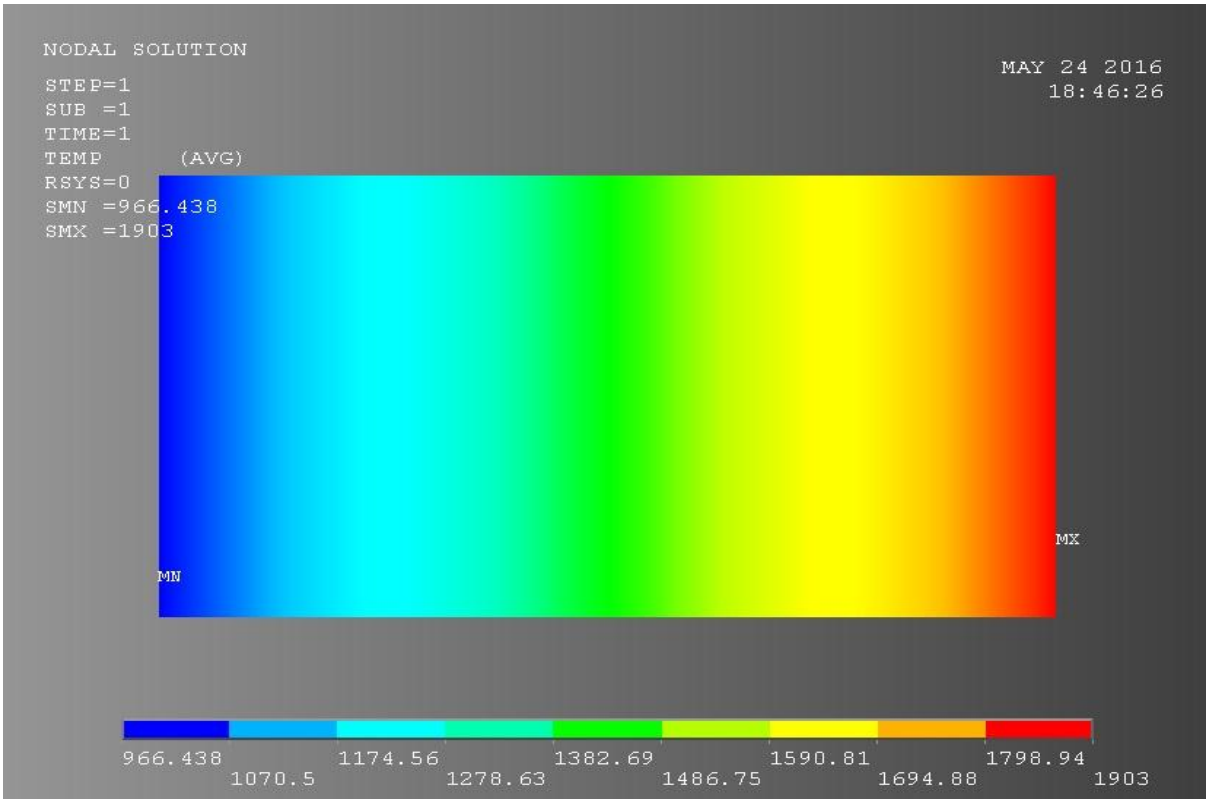
شکل۴-تغییرات دمایی در طول آجر بدنه پاتیل در دمای $900C^o$ ($1173k^o$).



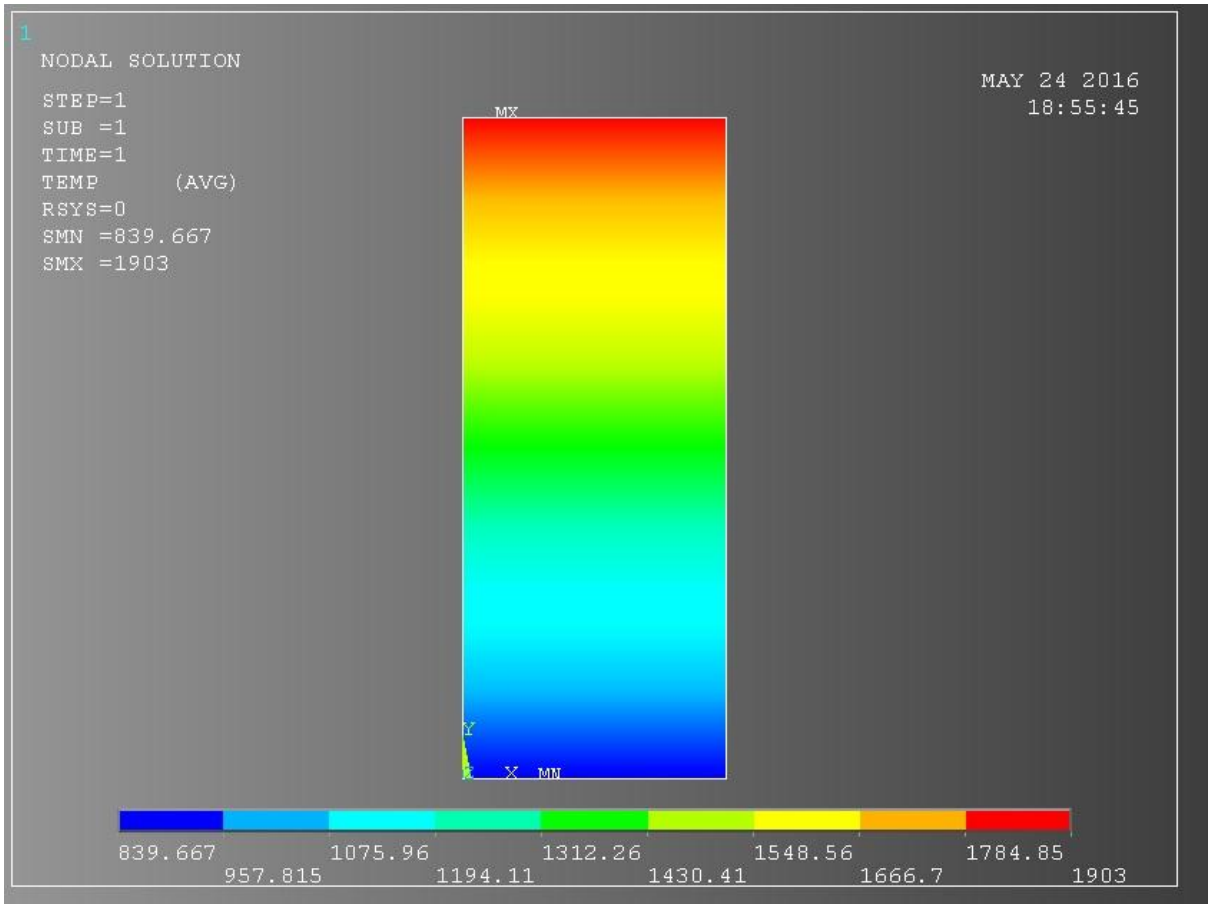
شکل۵-تغییرات دمایی در طول آجر کف پاتیل در دمای $900C^o$ ($1173k^o$).



شکل۶-تغییرات دمایی در طول آجر خط سرباره پاتیل در دمای $1630C^o$ ($1903k^o$).



شکل۷-تغییرات دمایی در طول آجر بدنه پاتیل در دمای $1630C^o$ ($1903k^o$).



شکل۷-تغییرات دمایی در طول آجر کف پاتیل در دمای $1630C^o$ ($1903k^o$).

	ناحیه نسوز	وزن کل ناحیه $m(kg)$	ظرفیت گرمایی $MWh/kg.C^o$	$T_1(C^o)$	$T_2(C^o)$	ΔT	انرژی تلف شده $Q=mc\Delta T\ (MWh)$
سرد شدن در محیط	آجر خط سرباره	3937	3.610×10^{-7}	1194	35	–1159	–1.65
	آجر بدنه	7582	3.332×10^{-7}	1161	35	–1126	–2.84
	آجر کف	3073	3.332×10^{-7}	1098	35	–1063	–1.09
سرد شدن تا دمای پیشگرم	آجر خط سرباره	3937	3.610×10^{-7}	1194	663	–531	–0.75
	آجر بدنه	7582	3.332×10^{-7}	1161	646	–515	–1.30
	آجر کف	3073	3.332×10^{-7}	1098	612	–486	–0.50

برای پاتیل های مفروض، انرژی تلف شده در اثر سرد شدن نسوز پاتیل تا دمای $35C^o$ برابر $-1.65-2.84-1.09=-5.58MWh$ و تا دمای $900C^o$ برابر $-0.75-1.30-.50=-2.55MWh$ به ازای هر پاتیل خواهد بود. بنابراین کل انرژی مورد نیاز برای جبران این اتلافات برابر $3\times5.58+3\times2.55=24.39MWh$ خواهد بود. پس به طور کل انرژی مورد نیاز برای جبران سرد

شدن نسوز هنگام شروع به کار مجدد کارخانه فولادسازی پس از توقف های طولانی حدود $41MWh$ می‌باشد.

واحد نسوز

مهدی ترتیف زاده