7Th INTERNATIONAL CONFERENCE on MATERIALS ENGINEERING and METALLURGY
TEHRAN - IRAN
OCTOBER 9-10 , 2018
iMat 2018
هفتمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی مواد و متالورژی
تهران – ایران ۱۸ و ۱۷ مهرماه ۱۳۹۷
و دوازدهمین کنفرانس مشترک
انجمن مهندسی متالورژی و مواد ایران و انجمن علمی ریخته‌گری ایران
بیست و دومین کنگره سالانه انجمن مهندسین متالورژی ایران

بررسی تأثیر عناصر Ni,Cr,C بر روند افزایش کارکرد غلتک های پشتیبان نورد گرم ورق.

فرهاد منفرد[1]، محمدرضا شریفیان[2]، حسن بدیعی[3]، مریم کمائی[4]

چکیده

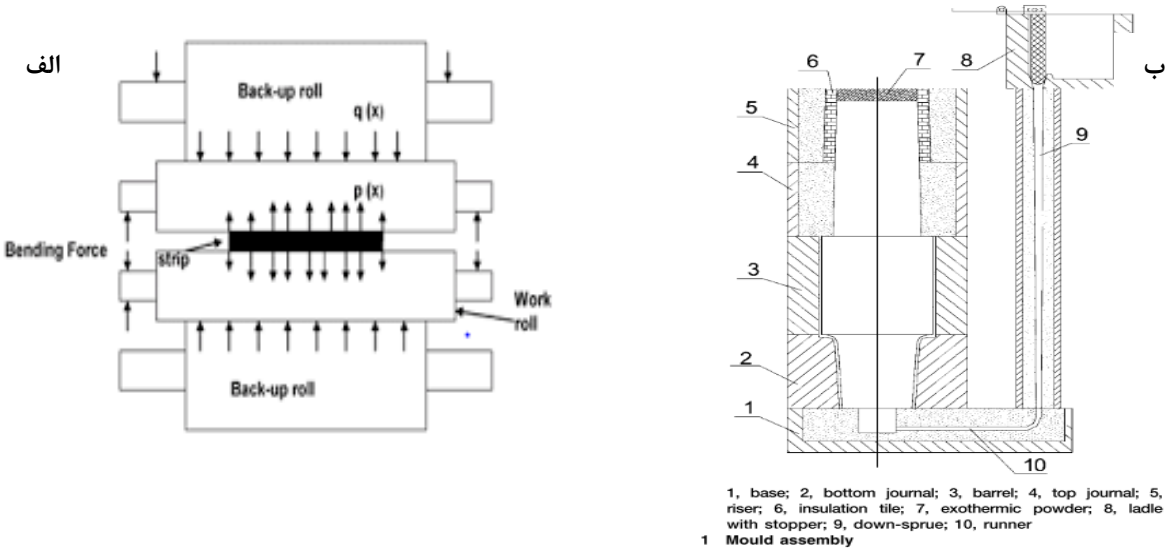
یکی از متداولترین روش های تولید غلتک های مورد استفاده در خطوط نورد، روش ریخته گری می باشد که بسته به شرایط کارکرد و تناژ غلتک به روش های ثقلی، گریز از مرکز افقی – عمودی و گریز از مرکز عمودی محض انجام می شود. آنالیز بکار رفته در تولید این غلتک ها محدوده ی وسیعی از چدن ها و فولادهای آلیاژی را در برمی گیرد. در پژوهش حاضر ریخته گری غلتک پشتیبان نورد گرم ورق به روش ثقلی و با تغییر طیف آنالیز بکار رفته مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه ها در مقیاس صنعتی و در قالب ثابت فلزی ریخته گری شدند سپس نمونه های مربوط به هر گروه تحت سیکل عملیات حرارتی قرار گرفتند. آزمون سختی سنجی قبل و بعد از کارکرد در خطوط نورد و همچنین بررسی ریز ساختار برای مقایسه نمونه های مربوط به گروه های آنالیزی متفاوت صورت گرفت. نتایج حاکی از آن است که با کاهش مقدار عناصر پایدارکننده آستنیت در آنالیز غلتک های پشتیبان بجهت کاهش مقدار آستنیت باقی مانده شاهد بهبود کارکرد غلتک در خط نورد می باشیم بطوریکه طی گزارشات بدست آمده از محل مصرف این غلتک ها، کارکرد این غلتک ها به میزان 100٪ متوسط کارکرد پیشین افزایش یافته است.

کلمات کلیدی: غلتک پشتیبان، نورد ورق، ریخته‌گری ثقلی، فولاد پرکربن.

1-دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک- دانشگاه کاشان، عضو هیئت مدیره شرکت ایران غلتک. مدیر واحد بازرگانی شرکت ایران غلتک. monfaredifarhad@yahoo.com.
2- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی- دانشگاه قم، مدیر تحقیق و توسعه شرکت ایران غلتک.
3- کارشناسی مهندسی مواد- دانشگاه صنعتی اصفهان، معاونت بهره برداری شرکت ایران غلتک.
4-کارشناسی مهندسی مواد- دانشگاه صنعتی اصفهان، کارشناس واحد تحقیق و توسعه شرکت ایران غلتک.m.kamaee88@yahoo.com

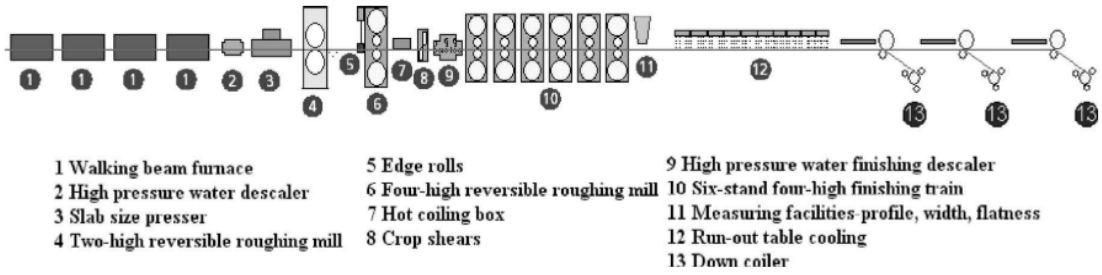
مقدمه

غلتک های مورد استفاده در خط نورد به دو دسته اصلی غلتک های کاری و پشتیبان تقسیم می شوند. غلتک های کاری در ارتباط مستقیم با محصول نوردی می باشند و با توجه به محل بکارگیری آنها در خط نورد آنالیز آنها متناسب با شرایط کارکرد مورد انتظار آنها تعیین می گردد غلتک های پشتیبان در ارتباط مستقیم با غلتک های کاری مطابق با شکل 1.الف. قرار دارند و نسبت به غلتک های کاری از مصرف پایین تری در خطوط نورد برخوردار می باشند زیرا غلتک های کاری در ارتباط مستقیم با شمش گداخته می باشند و بدین جهت در معرض سایش بالاتری قرار دارند. بطورکلی از فاکتورهای های مورد انتظار مشتری کارکرد بالای غلتک می باشد لذا بمنظور افزایش کارکرد لازم است به بررسی عوامل تأثیرگذار بر این مهم بپردازیم. یکی از مهمترین پارامترهای تعیین کننده کیفیت غلتک های کاری و پشتیبان استفاده از آنالیز متناسب با شرایط کاری آنها می باشد و این انتخاب تأثیر بسزایی بر میزان کارکرد نهایی این غلتک ها در خطوط نورد خواهد داشت.[2] دسته بندی آنالیزهای مربوط به غلتک های پشتیبان مورد استفاده در شرکت ایران غلتک مطابق با جدول 1 ارائه می گردد. مطابق با شکل شماره 2 با دور شدن از قفسه های ابتدایی سرعت نورد، درصد تغییر شکل محصول نوردی و دمای خط دچار افت محسوسی می گردد لذا مقدار سختی درخواستی و جنس به کار رفته در ریخته گری غلتک های کاری رفته رفته به سمت سختی بالاتر و افزایش مقاومت به سایش سطح غلتک های کاری تغییر می یابد [3و4] از دیگر فاکتورهای تأثیرگذار می توان به روش ریخته گری اشاره نمود. لازم به توضیح است که غلتک های پشتیبان تولید شده به روش فورج از قیمت بالاتری نسبت به غلتک های ریخته گری برخوردار می باشند و یکی از مهمترین پارامترهای مربوط به برتری غلتک های ریخته گری با حفظ تقریبی تناژ کارکرد آنها قیمت تمام شده پایین تر این غلتک ها در مقایسه با غلتک های فورج می باشد. از میان کلیه روش های مرسوم جهت ریخته گری، روش ثقلی به لحاظ دستیابی به نتایج بهینه، روش مناسبی می باشد که در پروژه حاضر جهت ریخته گری بدان پرداختیم.[5] علاوه بر موارد ذکر شده عملیات حرارتی غلتک های کاری و پشتیبان از دیگر عوامل تأثیرگذار بر کیفیت محصول نوردی می باشد که در پژوهش حاضر با فرض ثابت بودن سیکل عملیات حرارتی برای غلتک های پشتیبان صرفاً به بررسی تأثیر تغییر آنالیز پرداختیم.[6-8]



شکل1.الف. شماتیک مربوط به نحوه ارتباط غلتک کاری و غلتک پشتیبان.

شکل1.ب. ریخته گری غلتک پشتیبان به روش ثقلی.[5]



شکل2. شماتیک مربوط به خط نورد شرکت Shougang. [1]

مواد و روش تحقیق

سه محدوده ترکیب شیمیایی نمونه‌های فولادی مورد استفاده در این پژوهش در جدول 1 آمده‌است [2-4].

جدول1. ترکیب شیمیایی فولاد های آلیاژی مورد استفاده در ریخته‌گری غلتک های پشتیبان نورد [2و3و4].

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	P	S	Grade	
1/7	0/5	0/5	1/1	0/1	0/5	Max0/03	Max0/03	A	Min.
2/5	1/0	1/5	1/7	1/0	1/5				Max.
1/0	0/5	0/5	1/0	0/1	0/5	Max0/03	Max0/03	B	Min.
1/5	1/0	1/5	1/5	1/0	1/5				Max.
0/7	0/5	0/5	1/0	0/1	0/1	Max0/03	Max0/03	C	Min.
1/1	1/0	1/5	2/5	1/0	1/0				Max.

به منظور ریخته‌گری این غلتک ها فرآیند آماده‌سازی ذوب انجام شد و بعد از آن ریخته‌گری به روش ثقلی مطابق با شکل 1.ب. صورت گرفت.

پس از تخلیه غلتک ها از قالب، عملیات حرارتی متناسب بر روی غلتک های مذکور انجام شد و در ادامه ضمن تراش کاری غلتک ها نمونه‌های لازم جهت انجام آزمون‌های سختی سنجی و متالوگرافی تهیه شدند. عکس برداری از نمونه‌ها توسط میکروسکوپ نوری مدل Euromax انجام شد و در ادامه درصد فازهای موجود با استفاده از نرم افزار آنالیز تصویر MIP مورد بررسی قرارگرفت. آزمون سختی سنجی نیز با استفاده از دستگاه Equotip به منظور بررسی سختی نمونه‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

شکل‌های 3.الف، 3.ب و 3.ج مربوط به ریزساختار سه نمونه با آنالیزهای متفاوت از غلتکهای پشتیبان مطابق با جدول1. می‌باشد. با توجه به این سه تصویر می‌توان توزیع مناسب‌تر و یکنواخت‌ترکاربیدهای کروی در غلتک گرید C را مشاهده نمود. نکته حائز اهمیت آن است که در ساختار مربوط به نمونه گرید A کاربیدهای بلوکه‌ای در ساختار مشهود می‌باشند همچنین عدم توزیع یکنواخت کاربیدهای آسفرودایز در زمینه قابل مشاهده است.

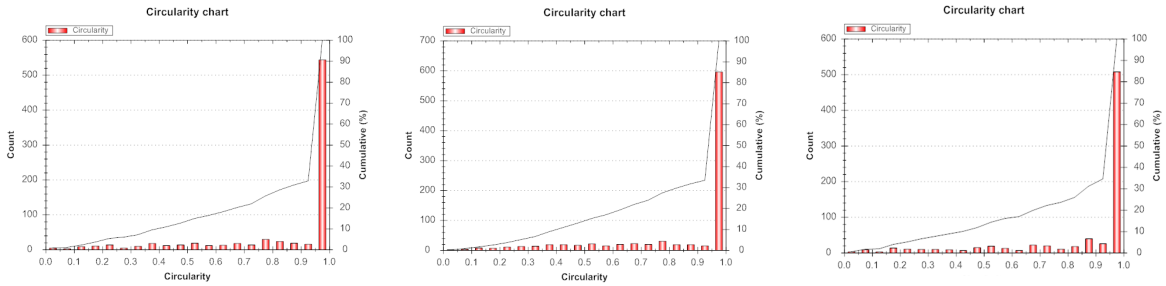
شکل 3. زمینه متالوگرافی در بزرگنمایی 400

الف: زمینه متالوگرافی مربوط به آنالیز A: کاربیدهای آسفردایز+کاربیدهای بلوکه ای در زمینه پرلیتی.

ب: زمینه متالوگرافی مربوط به آنالیز B: کاربیدهای آسفردایز در زمینه پرلیتی.

ج: زمینه متالوگرافی مربوط به آنالیز C: کاربیدهای آسفردایز در زمینه پرلیتی.

شکل‌های 4.الف و 4.ب نتایج مربوط به آنالیز تصویر دو نمونه را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است در گرید A درصد کرویت کاربیدها کمتر از گرید B,C می‌باشد چرا که با استناد به شکل 3.الف کاربیدهای بلوکه‌ای بصورت مشهود در ساختار حضور دارند.



الف ب ج

شکل 4. درصد کرویت کاربیدهای آسفرودایز:

الف. روندA. 83٪ از کاربیدها کروی می باشند.

ب. روندB.85٪ از کاربیدها کروی می باشند.

ج. روندC.90٪ از کاربیدها کروی می باشند.

هم‌چنین نتایج مربوط به آزمون سختی سنجی 3 نمونه که در جدول 2 گزارش شده‌است حاکی از بالاتر بودن سختی غلتک پشتیبان ریخته‌گری شده بعد از بکارگیری در خط نورد در گرید A می‌باشد که دلیل آن بالا بودن عناصر پایدار کننده آستنیت می باشد.

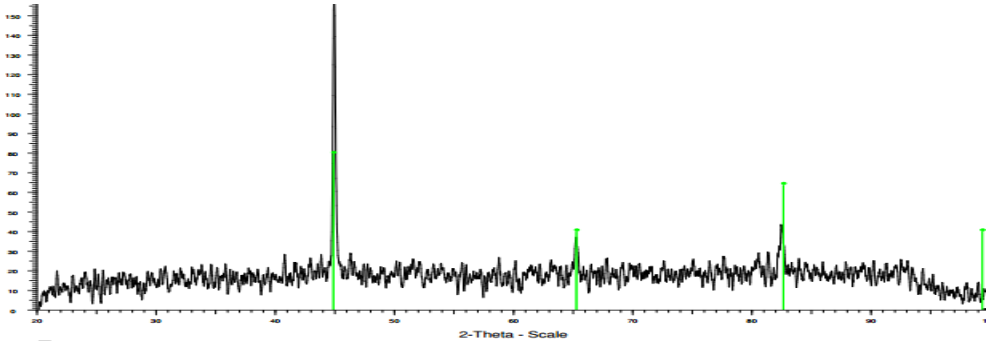
جدول2. مقایسه سختی 3 غلتک پشتیبان ریخته‌گری شده به روش ثقلی قبل از بکارگیری در خط نورد.

	سختی بعد از کارکرد در خط نورد	سختی قبل از کارکرد در خط نورد
Grade A	(54-60)ShC	(40-45)ShC
Grade B	(51-56)ShC	(40-45)ShC
Grade C	(47-50)ShC	(40-45)ShC

نتایج مربوط به الگوی پراش پرتو ایکس نمونه C در شکل 5 نشان داده شده‌است. این الگو نشان می‌دهند که فولاد مورد بحث متشکل از فازهای پرلیت و کاربید می باشد و مقادیری از آستنیت باقی مانده در این نتایج مشاهده نمی شود لذا مقدار آستنیت باقیمانده در این ساختار کمتر از کمینه مقدار قابل تشخیص از طریق آزمون پراش پرتو ایکس می باشد.

جدول3. مقایسه درصد فاز زمینه و فاز کاربیدی در هر 3 روند A,B,C.

	A	B	C
درصد فاز زمینه	59.5%	52%	47.8%
درصد فاز کاربیدی	40.5%	48%	52.2%



شکل5. الگوی پراش پرتو ایکس مربوط به آنالیز شماره 3.

نتیجه گیری

با توجه به آنکه مقدار آستنیت باقی مانده تأثیر قابل توجهی بر عمر غلتک می گذارد و از طرفی با توجه به شرایط کاری غلتک های پشتیبان، دمای بالای سطح غلتک ها، وجود تنش های اعمالی و تغییر فرم پلاستیک احتمال تبدیل شدن آستنیت باقی مانده به مارتنزیت وجود خواهد داشت و مارتنزیت حاصله به دلیل تردی می تواند منجر به تشکیل ترک در سطح غلتک ها و اشاعه آن گردد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می دهد که بهترین نوع غلتک با استناد به کارکرد این نوع غلتک ها در خط نورد ورق غلتک های فولاد کم کربن پرآلیاژ می باشد که از طریق عناصر آلیاژی همچون کروم، مولیبدن آلیاژسازی شده است و مقادیر عناصر پایدارکننده آستنیت به حداقل رسانده شود.

مهندس نظری: رئیس کنترل کیفیت محصولات و قطعات

مهندس یعقوبی: مدیریت امور ساخت و نگهداری

مراجع

[1]. X. Wang, F. Li, B, Li, L. Dong, and B. Zhang, "Design and application of an optimum backup roll contour configured with CVC work roll in hot strip mill", ISIJ international, 2012, 52: 1637-43.
[2]. B.I. Voronenko, "Compositions and heat treatment of modern roll steels", Metal science and heat treatment, 1995, 37: 450-56.
[3]. "Cast steel back-up roller and preparation method thereof." In. 2010. Google Patents.
[4]. Z. Liu, Hui, Ch. Wu, Y. Zhang, J. Su, Cong C. Cui, and Sh. Wang, "Numerical Simulation of Spray Quenching Heat-Treatment Process of Backup Roll." In Advanced Materials Research, 2014, 257-61. Trans Tech Publ.
[5]. X. Kang, D, Li, L. Xia, J. Campbell, and Y. Li, 'Development of cast steel back-up roll', International Journal of Cast Metals Research, 2006, 19: 66-71.
[6]. F. Martini,"Main manufacturing and service requirements for the backup rolls and work rolls of modern hot-strip mills", Metallurgist, 1999, 43: 365-70.
[7]. J. Gonzales, J. Llano, and J. Garcia. "Metallurgical application to work and back up rolls for hot & cold rolling of flat products." In International Workshop on Rolls for Flat Rolling of Steel at JSW Steel, Bellary on 26th and 27th of February, 2007.
[8]. K.K. Mishra, "Heat Treatment of Rolls", 1994.
[9]. D. Cescato and M. Pellizzari, "study of the heat treatment of back up rolls", 15th IFHTSE, 2006, pp131-136.
[10]. Ilca, Ioan, Imre Kiss, Vasile Alexa, and Sorin Aurel Ratiu, "Optimization of the Thermal Treatment Technologies for the Cast Hiperutectuid Steel Rolls", Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara, 2016, 14: 201.