

نگهداری و تعمیر غلتک‌های نورد گرم

امیر کریمی^۱، محمدحسین شجاعی^۲، محمدصادق شاه‌تیموری^۳

۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی اصفهان

EMAIL: Amir.karimi1256@gmail.com

Phone: 0910 380 9848

مقدمه و بیان مسأله

نورد به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین روش‌های شکل‌دهی فلزات به شمار می‌آید که در ساخت میلگرد، ورق و پروفیل‌ها کاربرد دارد. با توجه به پیشرفت روز افزون صنایع فولادی و نیاز به ارتقا کیفیت محصولات تولیدی، تلاش بر آن است که بتوان ابزار و قطعات تولید فولاد را بهینه ساخت تا به بازدهی بالا دست پیدا کنیم. یکی از روش‌های تولید فلزات نورد است.

یکی از مهم‌ترین بخش‌های خط نورد غلتک‌ها هستند. غلتک‌ها از لحاظ جنس به دو دسته فولادی و چدنی؛ و از لحاظ شکل ظاهری به دو دسته تخت و شیاردار تقسیم می‌شوند. معمولاً از غلتک‌های تخت در تولید ورق‌های فولادی و از غلتک‌های شیاردار در تولید میلگردها و پروفیل‌ها بهره می‌برند. این غلتک‌ها به نحوی مستعدند تا در آن‌ها، عیوب مختلفی به وجود آید. این عیوب عبارت‌اند از: ترک، شکست و خوردگی سایشی. با استفاده از روش‌های پوشش‌دهی و تراشکاری می‌توان این عیوب را برطرف نموده و مجدداً از این غلتک‌ها استفاده کرد.

پوشش‌دهی موجب بازگشت خواص مکانیکی غلتک شده و استفاده مجدد غلتک در جایگاه قبلی خود را امکان‌پذیر می‌کند. تراشکاری و سنگ‌زنی موجب برداشت لایه‌ای از سطح غلتک شده و اندازه غلتک را کاهش می‌دهد. این امر موجب استفاده از غلتک تراشکاری شده در جایگاه‌هایی می‌شود که نیازمند غلتک‌هایی با قطر کوچک‌تر هستند. در مرحله تراشکاری باید ملاحظات لازم انجام شود تا عیوب سطحی جدیدی ایجاد نشوند.

روش تحقیق

طی فرایند نورد، ضخامت قطعه کم شده و به تبع آن طول افزایش می‌یابد. ضخامت می‌تواند در مراحل متعددی به تدریج کاسته شود تا به اندازه مدنظر دست پیدا کنیم. کاهش ضخامت بستگی به فضای بین غلتک‌ها دارد. در این فرایند میزان کرنش با سرعت غلتک‌ها ارتباط ندارد اما نرخ کرنش با سرعت غلتک‌ها نسبت مستقیم دارد.

نورد یکی از پرکاربردترین فرایندها در تولید و شکل‌دهی فلزات در صنایع مختلف است؛ به صورتی که بیش از ۸۰ درصد از فراورده‌های فلزی جهان از این روش تولید می‌شود. با توجه به این موضوع باید از توقف نابه‌هنگام خط نورد جلوگیری شود تا بیشترین بازدهی تولید را داشته باشیم؛ همچنین قطعات بکار برده شده در نورد باید به نحوی باشند که قابلیت تحمل فشار، دما و نیروی بالایی را داشته باشند.

با توجه به نوع ماده اولیه، کاربرد و میزان کاهش ضخامتی که مورد نیاز است، نورد سرد و یا گرم به کار می‌رود. در نورد گرم، شمش در دستگاه نورد قرار گرفته و با قرارگرفتن در کوره و حرارتی بالاتر از دمای تبلور فلز، محصول خروجی به صورت مورد نیاز، کاهش ضخامت یافته و به ابعاد نهایی مورد نظر می‌رسد. هنگام سردکردن قطعات در فرایند نورد گرم، انقباض موجب کاهش دقت ابعادی در قطعه نهایی می‌شود.

نورد سرد در واقع همان نورد گرم است که پردازش بیشتری روی آن در دمای اتاق انجام می‌گیرد. در این روش انقباض وجود ندارد و دقت ابعادی آن بالا است. در این حالت، تغییر شکل بدون بهره‌بردن از گرما است و از تنش‌های مکانیکی برای جایگزینی گرما استفاده می‌شود. تصویری از خط نورد را در شکل ۱ می‌توان مشاهده کرد.

غلتک

غلتک‌های نورد از جمله مهم‌ترین تجهیزات هستند که در فرایند نورد صنایع فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند و در میزان تولید و کیفیت قطعه نهایی تأثیر بالایی دارند. قفسه‌های نورد دارای ۲، ۳ یا ۴ غلتک می‌باشند که در خط تولید مورد استفاده قرار می‌گیرند. نمونه‌ای از غلتک‌های داخل قفسه نورد را می‌توان در شکل ۲ مشاهده نمود.

غلتک‌ها به دو دسته چدنی و فولادی تقسیم‌بندی می‌شوند. غلتک‌های چدنی دارای مقاومت به سایش بالایی بوده و معمولاً ترد هستند. غلتک‌های فولادی، استحکام بیشتر و ضریب اصطکاک بالاتری دارند. امروزه از آلیاژهای آهنی مثل فولاد تندبر در غلتک‌ها بهره می‌برند که به دلیل وجود عنصر کروم، مقاومت به سایش خوبی دارد.

غلتک‌های نورد گرم از دسته چدنی هستند. برخی از این غلتک‌ها، گرید مولیبدن‌دار بوده و برخی علاوه بر مولیبدن، پرلیت، کاربید و گرافیت نیز در ساختار خود دارند. این غلتک‌ها به صورت تک مرحله‌ای و بعضاً دو مرحله‌ای ریخته‌گری می‌شوند.

عمر غلتک‌ها نیز به صورت تخمینی اندازه‌گیری می‌شود تا به صورت دوره‌ای و پیوسته برای تعویض آن‌ها اقدام شود.



شکل ۱. تصویر خط نورد



شکل ۲. نمونه‌ای از غلتک‌های داخل قفسه‌ی نورد

غلتک

البته گاهی شرایطی رخ می‌دهد که موجب شکست ناگهانی و زود هنگام در غلتک می‌شود که در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

پس از خرید غلتک توسط شرکت‌های فولادی، شناسنامه‌ای همراه با آن ارسال می‌شود که آن را بازرسان شرکت مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهند. در صورتی که اطلاعات هم‌خوانی نداشته باشد و یا عیبی در آن وجود داشته باشد، غلتک برگشت خورده تا از مشکلات احتمالی آینده و توقفات خط تولید، جلوگیری شود.

یکی از تست‌های غیرمخرب رایج تست مایع نافذ است که برای غلتک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

عیوب غلتک‌ها

عیوب متداول در غلتک‌ها عبارت است از: ترک، خوردگی سایشی و شکست. ترک‌هایی که در غلتک رخ می‌دهد به دو صورت لانه زنبوری (در استندهای اولیه) و خطی (در استندهای پایانی) است. عبور مداوم شمش دمای بالا از غلتک با سرعت بالا، موجب می‌شود که پس از گذشت زمان، سطح غلتک دچار سایش شده و خوردگی سایشی رخ می‌دهد.

وجود نیروهای متعدد حین نورد موجب شکست غلتک می‌شود که باید آن‌ها را شناسایی کرد تا از مشکلات احتمالی جلوگیری شود. سیکل عملیات حرارتی به علت تأثیرگذاری روی خواص مکانیکی بسیار مهم است و در صورتی که سیکل مناسبی انتخاب نشود می‌تواند موجب شکست غلتک شود. فاکتور بعدی که باید مورد توجه قرار گیرد، دمای شمش است که اختلاف دمایی زیاد، شکست غلتک را در پی دارد.

پوشش‌دهی سطح غلتک‌ها می‌تواند از خوردگی سطح جلوگیری کند. یک روش پوشش‌دهی استفاده از جوشکاری است که در صورتی که در چند مرحله مورد استفاده قرار گیرد، می‌تواند خستگی حرارتی و مکانیکی را کاهش دهد. باید دقت کرد که توزیع عناصری مثل فسفر و گوگرد در زیرلایه در این روش به صورت مناسب انجام شود.

سنگ‌زنی یکی دیگر از روش‌هایی است که هدف آن برطرف کردن عیوب سطحی است. در این روش باید دقت بالایی داشت تا عیوب بیشتری به وجود نیاید.

نتیجه گیری

- نورد یکی از اساسی‌ترین روش‌های شکل‌دهی است که به دو دسته گرم و سرد تقسیم‌بندی می‌شود.
- یکی از اجزای مهم در خط نورد غلتک‌ها می‌باشند.
- عیوب غلتک‌ها عبارت‌اند از: ترک، شکست و خوردگی.
- سیکل عملیات حرارتی، درصد عناصر آلیاژی، ذوب، ریخته‌گری و انجام بر کیفیت غلتک تأثیرگذار است.
- از راه‌های تعمیر غلتک‌ها پوشش‌دهی آن‌ها با جوشکاری و استفاده از سنگ‌زنی را می‌توان نام برد.

مراجع

۱. احمدزاده، س.، س. کاشانی بزرگ، و ف. مالک قاتنی، بررسی جوش پذیری غلتک نورد گرم، در هشتمین کنگره سالانه انجمن مهندسين متالورژی ايران، ۱۳۸۲
۲. عباسی، ش.، م. کرباسی، و ع. سعیدی، بررسی تأثیر عملیات حرارتی سطحی در شکست غلتک های نورد حین پروسه نورد سرد، در هفتمین سمینار ملی مهندسی سطح و عملیات حرارتی، ۱۳۸۵.
۳. باستانی، ع.، ا. خلیلی راد، و م. جلالی سندی، بررسی اثرات پارامترهای فرایند نورد گرم در محصول نهایی به روش اجزای محدود، در دهمین کنفرانس ملی مهندسی ساخت، و سایشی، شناسایی علت ریشه ای شکست برپینک استند نورد میلگرد منصوره هادی، ز. بررسی مکانیزم تخریب غلتک های کاری نورد فولاد سبا و ارائه راهکارهای عملی به منظور کاهش آن، در سمپوزیوم فولاد ۱۳۸۸، ۱۳۸۸.
۴. شریف، ع.، ع. مبینی نژاد، و م. ذاکری، بررسی علل شکست غلتک های نورد در ذوب آهن اصفهان، در سمپوزیوم فولاد ۱۳۸۹، ۱۳۸۹.
۵. پوربندری، بررسی علل شکست غلتک کاری فوق سنگین خط نورد گرم شرکت فولاد اکسین خوزستان، در سمپوزیم فولاد، ۱۳۹۳.
۶. امیر، ز.، بررسی پدیده انتقال حرارت غلتک حین نورد گرم فولاد و ارائه شیوه خنک کاری غلتک ها، در اولین کنفرانس ملی رویکردهای نوین و کاربردی در مهندسی مکانیک، ۱۳۹۴.
۷. آفاکیری، ن.، و م. دانش، پایش وضعیت ماشین نورد ورق کارخانه پارس آلومین کار از طریق ارتعاش سنجی، در دومین کنفرانس ملی تحقیقات بین رشته ای در مهندسی کامپیوتر، برق، مکانیک و مکترونیک، ۱۳۹۶.
۸. فرح بخش، ا.، ا. اسفندیارزاده، و م. سیستانی، شناسایی علت ریشه ای شکست برپینک استند نورد میلگرد شرکت فولاد منیر بردسیر، در سومین کنگره بین المللی علوم و مهندسی، ۱۳۹۸.
۹. نگهبان، ع. تأثیر دمای اولیه و خنک‌کاری بر تنش نرمومکانیکی غلتک‌های نورد حلقه. نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر، ۲۰۱۹، ۸۵۲.
11. Wusatowski, Z., CHAPTER 3 - FUNDAMENTALS OF ROLLING PROCESSES, in Fundamentals of Rolling, Z. Wusatowski, Editor. 1969, Pergamon. p. 69-202.
12. Wusatowski, Z., CHAPTER 5 - ROLLS AND THEIR PERMISSIBLE LOADING, in Fundamentals of Rolling, Z. Wusatowski, Editor. 1969, Pergamon. p. 387-476a.
13. Widner, R. and W. Littmann. Bearing damage analysis. in Proceeding of the 20th Meeting of the Mechanical Failures Prevention Group. 1976. NBS Special Publication.
14. Spuzic, S., et al., Wear of hot rolling mill rolls: an overview, Wear, 1994. 176: p. 261-271.
15. Colas, R., et al., Damage in hot rolling work rolls. Wear, 1999. 230(1): p. 56-60.
16. Schroder, K.H., A basic understanding of the mechanics of rolling mill rolls. Eisenwerk Sulzau-Werfen, ESW-Handbook, 2003: p. 54-56.
17. Rossomando, F. and J. Filho, Modelling and control of a hot rolling mill. Latin American applied research, 2006. 36.
18. Samedov, Y.Y., Problems of nondestructive testing of forming rolls. Russian Journal of Nondestructive Testing, 2008. 44(4): p. 229-235.
19. Bolt, P., et al., Damage resistance and roughness retention of work rolls in cold rolling mills. Metallurgical Research & Technology, 2010. 107(6): p. 245-255.