

بررسی رفتار سایشی و خصوصیات ریز ساختاری سطح بور داده شده و سطح تبریدی در آلیاژ چدن خاکستری

فرید حدادی^۱، مهدی امیدی^۲، سید ابراهیم حسینی^۱

۱- دانشگاه جامع علمی کاربردی توحید اصفهان

۲- دانشکده مهندسی مواد دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

چکیده

آلیاژ GG25 یکی از پر مصرف ترین آلیاژهای چدنی در صنایع ماشین سازی می باشد. در این تحقیق رفتار اصطکاکی و مقاومت به سایش در سطوح تبریدی و بور داده شده آلیاژ GG25 بررسی شد. خصوصیات ساختاری اعم از ریز ساختار، توزیع سختی، خصوصیات سطح و کاهش وزن در نمونه ها به صورت تابعی از نیروهای اعمالی بررسی شد. سطوح تبریدی حاوی لدبوریت با لایه های سمتیتی و سطوح بور داده شده حاوی ترکیبات Fe_3B ، Fe_2B و $Fe_{23}B_6$ می باشد. نتایج نشان می دهد که خصوصیات سطح و مقاومت به سایش سطوح بور داده شده حاوی ترکیبات Fe_3B و Fe_2B دارای برتری نسبت به سطوح تبریدی و عملیات حرارتی نشده است.

کلیدواژه:

سایش؛ بور؛ Fe_3B ؛ Fe_2B ؛ چدن تبریدی.

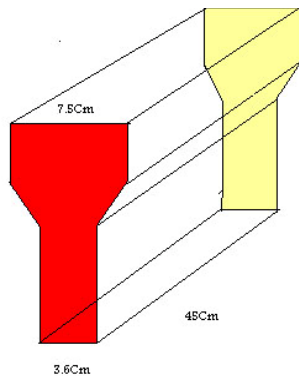
۱- مقدمه

فرآیندهای عملیات حرارتی به روش شیمیایی است که برای آلیاژهای آهنی مورد استفاده قرار می گیرد. در این فرآیند سطحی غنی از بور و حاوی ترکیبات Fe-B بدست می آید. با حضور این فازها مقاومت به سایش، خراش و خوردگی افزایش می یابد. لایه های Fe_2B ، FeB دارای خصوصیات مناسب سطح و مقاومت به خوردگی را افزایش می دهد [۳ و ۴]. ضخامت لایه های بور داده شده عموماً در محدوده ۴۰ تا ۲۷۰ میکرومتر می باشد و دارای سختی ۶۰۰ تا ۴۰۰۰ مقیاس ۰/۳ ویکرز است [۵]. کاربردهای صنعتی این فرآیند در

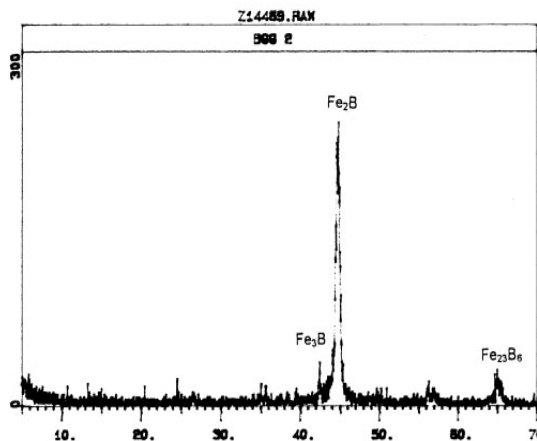
آلیاژ GG25 کاربرد وسیعی در ساخت قطعات ماشین دارد. عموماً برای افزایش مقاومت به سایش، سطح قطعات در هنگام انجماد به سرعت سرد می شوند. خصوصیات مکانیکی سطح به وسیله عملیات حرارتی شیمیایی بور دهی افزایش می یابد. لذا در صنایع اتومبیل سازی به جای فرآیند سرد کردن سریع مذاب (بدست آوردن ساختار چدن سفید) مورد استفاده قرار می گیرد [۱ و ۲]. فرآیند بوردهی بر روی سطح یکی از

جدول (۱): ترکیب شیمیایی آلیاژ GG25.

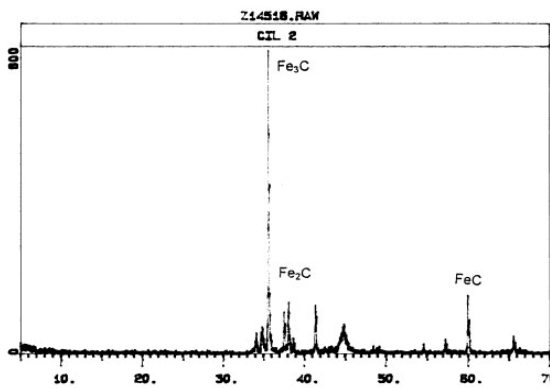
آلیاژ	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Fe
GG25	۳/۱	۱/۹	۰/۷	۰/۲	۰/۱	باقیمانده



شکل (۱): نمونه ای از Y-بلوک با استاندارد د A438-84.



شکل (۲): فازهای موجود در سطح نمونه بور داده شده.



شکل (۳): فازهای موجود در سطح نمونه تبریدی.

خصوص قطعاتی همچون میل لنگ، میل بادامک و تجهیزات کشاورزی می باشد [۷و۶]. لدبوریت، سمیتیت و مارتنزیت در لایه های سریع سرد شده مذاب چدن خاکستری مشاهده می شود. برای دستیابی به حداکثر استحکام لایه های زیرین سطوح تبریدی، لازم است ساختار حاوی پرلیت، گرافیت و سمیتیت باشد [۸]. معمولاً فسفر در مقادیر اندک به مذاب چدن افزوده می شود؛ مقداری از آن در شبکه حل شده و مازاد بر حد حلالیت در مرز دانه به صورت فاز استدیت رسوب می کند. با افزودن فسفر به ترکیب شیمیایی سیالیت به میزان قابل توجهی افزایش می یابد؛ به عبارت دیگر افزایش این عنصر بر ترکیب شیمیایی یوتکتیک اثر می گذارد. در ریخته گری ضخامت های کم از این خصوصیت فسفر برای افزایش سیالیت مذاب به جای افزایش فوق گداز استفاده می شود. حضور فاز استدیت موجب کاهش زمان عملیات حرارتی نرماله و سهولت در ماشینکاری و در نهایت صرفه اقتصادی می گردد [۹].

با افزودن ۰/۵ درصد فسفر به ترکیب شیمیایی، مقاومت به سایش و قابلیت ماشین کاری افزایش می یابد ولی مقاومت در برابر ضربه به شدت کاهش پیدا می کند. مقادیر کمتر ۰/۲ درصد فسفر در ترکیب شیمیایی موجب به وجود آمدن رسوبات پراکنده در زمینه می گردد و اثر قابل توجهی بر خصوصیات مکانیکی ندارد. افزودن مقادیری بیش از ۰/۵ درصد فسفر به ترکیب شیمیایی در چدن خاکستری موجب کاهش دمای تبدیل شکست ترد به نرم می گردد. از فسفر در ریخته گری کفشک های چرخ قطار استفاده می گردد [۹].

۲- روش تحقیق

در این تحقیق آلیاژ GG25 در سه گروه با ترکیب شیمیایی ارائه شده در جدول (۱) مورد آزمایش قرار گرفت. نمونه ها به روش ریخته گری و با استفاده از کوره القایی با فرکانس متوسط در قالب ماسه ای تهیه شدند. به منظور قالب گیری از Y-بلوک با استاندارد A438-84 استفاده شد. در نهایت نمونه ها در دمای ۱۴۵۰ درجه سانتیگراد ریخته گری شدند. گروه اول شامل آلیاژ GG25 ساده می باشد. گروه دوم شامل آلیاژ GG25 است که سطح آن در فرآیند عملیات

استفاده شد. سختی سنجی در مقیاس ماکرو انجام شد. آزمایش سایش به روش پین روی دیسک در شرایط خشک و با سرعت ۳۰۰ دور بر دقیقه انجام گردید. میزان نیروی اعمالی در هر آزمایش برابر ۴۷، ۵۲، ۶۲، ۷۴ و ۸۲ نیوتن در مدت زمان ۴۸۰ ثانیه انتخاب شد. همچنین میزان کاهش وزن در محدوده زمانی ۱ تا ۳ دقیقه اندازه گیری شد. فازهای موجود سطح در نمونه های تبریدی و عملیات حرارتی شده توسط آزمایش تفرق اشعه X شناسایی شد.



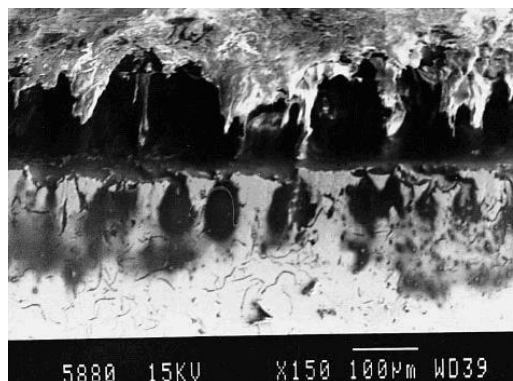
شکل (۴): ریز ساختار سطح نمونه تبریدی به دست آمده توسط میکروسکوپ نوری.

۳- نتایج و بحث

شرایط مورد نیاز برای فرآیند بوردهی، اتمسفری است که بتوان اتم های بور به سطح اضافه شود و فازهای FeB یا Fe₂B و Fe₂₃B₆ یا هر سه تشکیل شود. همان گونه که در شکل (۲) مشاهده می شود، پیک های آزمایش تفرق اشعه X بیانگر وجود فازهای Fe₂₃B₆، Fe₂B، Fe₃B می باشد. پیک های موجود در شکل (۳) بیانگر وجود فازهای FeC، Fe₃C، Fe₂C می باشد. شکل (۴) نشان دهنده ساختار تبریدی کاملاً جهت دار می باشد. رشد جهت دار کاربیدها و مورفولوژی تیغه ای از ویژگی های یک ساختار تبریدی است. در شکل (۵) ریز ساختار حاصل از میکروسکوپ الکترونی بیانگر وجود لایه های متناوب Fe₂B، Fe₃B، Fe₂₃B₆ و رسوبات پراکنده گرافیت می باشد. همانگونه که در شکل (۶) نشان داده شده است میزان سختی در نقاط مشابه بور داده شده بیشتر از سطح تبریدی است که ناشی از وجود ترکیبات آهن و بور می باشد. علت تغییرات گسترده در مناطق مختلف سطوح بور داده شده، وجود ناپیوستگی در فازهای سخت آهن و بور در مناطق مختلف ساختار می باشد.

با توجه به شکل (۷) مشخص می شود که با افزایش میزان نیروی اعمالی در زمان ۴۸۰ ثانیه میزان کاهش وزن با شیب افزایشی می یابد.

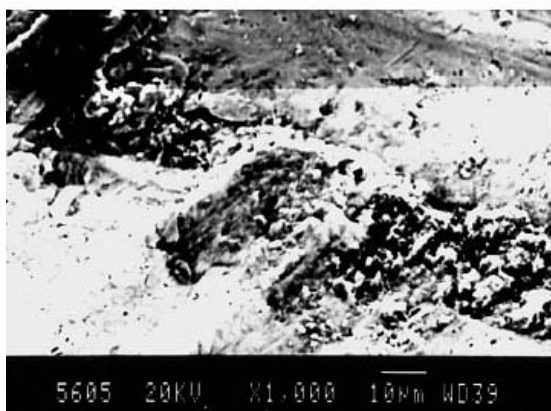
همانگونه که از شکل (۸) بر می آید با افزایش زمان آزمایش سایش با اعمال نیروی ۶۰ نیوتن میزان کاهش وزن با شیب افزایشی می یابد. ذرات سیاه رنگ اکسیدی در نمونه های مورد سایش به وسیله میکروسکوپ الکترونی قابل



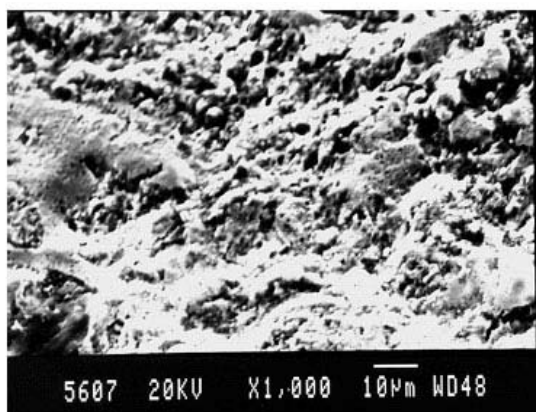
شکل (۵): ریز ساختار سطح نمونه بور داده شده به دست آمده توسط میکروسکوپ الکترونی.

حرارتی شیمیایی بور داده شده است؛ در این فرآیند آلیاژ GG25 در دمای ۹۴۰°C در زمان ۴ ساعت نگهداری شده و پس از آن نمونه ها در محفظه ای حاوی B₄C در دمای ۴۰۰°C وارد و نگهداری می شود. سپس نمونه ها تا دمای محیط سرد می شوند.

گروه سوم شامل آلیاژ GG25 است که در دمای ۱۴۵۰°C در مدت ۱۰ دقیقه در کنار میردهای چدنی با ضخامت های کافی از فاز مذاب به فاز جامد تبدیل می شود. پس از آن در مدت زمان ۵ ساعت تا دمای محیط سرد می شود. نمونه های بدست آمده جهت مطالعه متالوگرافی مقطع زده شده، سطوح بدست آمده، پولیش شد و در محلول نایتال ۳ درصد حکاکی شدند. در مطالعات متالوگرافی از میکروسکوپ نوری و الکترونی



شکل (۹): ریز ساختار سطح تبریدی نمونه سایشی.

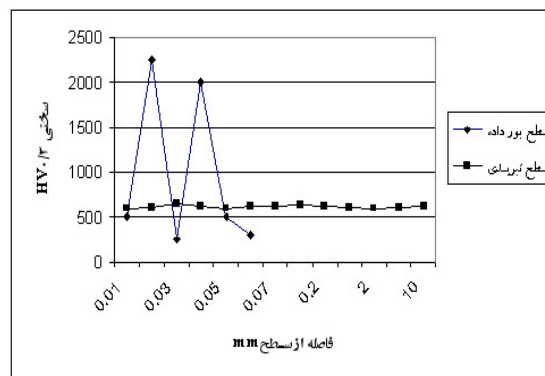


شکل (۱۰): ریز ساختار سطح بور داده شده نمونه سایشی.

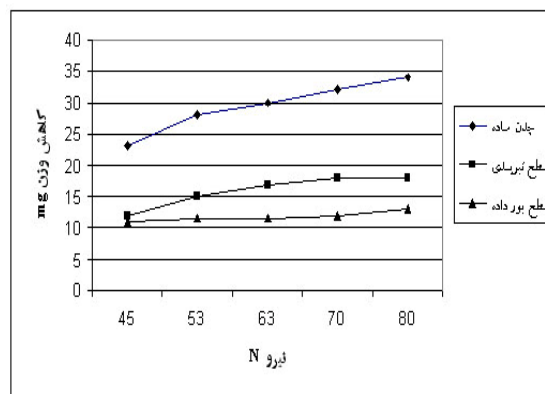
است. با توجه به شکل (۱۰) مشاهده می‌شود که دانسیته و پراکندگی ذرات اکسیدی در دو نمونه متفاوت است. همچنین مشاهده می‌شود که خراش‌های موجود در سطح نمونه‌های تبریدی عمیق‌تر از خراش‌های موجود در نمونه بور داده شده می‌باشد.

۴- نتیجه‌گیری

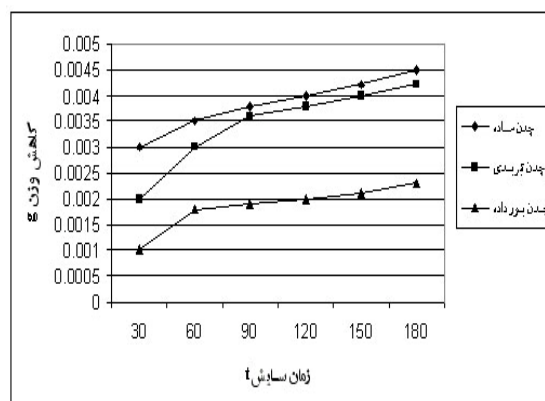
با توجه به حضور فازهای Fe_2B و $Fe_{23}B_6$ ، Fe_3B سختی سطح و مقاومت به سایش در چدن خاکستری بور داده شده نسبت به سطوح تبریدی و عملیات حرارتی نشده افزایش می‌یابد. احتمال می‌رود در آلیاژ GG25 ذرات گرافیت موجود در سطح به عنوان روانکار عمل کنند و در افزایش مقاومت به سایش موثر باشد. ضخامت لایه بور داده شده بسیار نازک و



شکل (۶): تغییرات سختی به صورت تابعی از فاصله از سطح.



شکل (۷): کاهش وزن نمونه‌های سایش به صورت تابعی از میزان نیروی اعمالی در زمان ۴۸۰ ثانیه.



شکل (۸): کاهش وزن نمونه‌های سایش به صورت تابعی از زمان با نیروی اعمالی ۶۰ نیوتن.

مشاهده می‌باشند. از شکل (۹) می‌توان نتیجه گرفت که ساختار سطح مورد آزمایش مقاومت به سایش حاوی ذرات اکسیدی

۵- مراجع

- [1] R. A. Hitgins, "Properties of Engineering Materials", Edward Arnold A
- [2] F. K. Reinke, "Met. Sci. Heat Treatment 31" (1989) 367-373.
- [3] K. Miyoshi, D. H. Buckley, S. A. Alterovitz, J. J. Pouch, D. C. Liu, in: "Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers II", C222/87, Institute of Mechanical Engineers Conference, 1987, pp. 621-628
- [4] B. Selc uk, "Wear and friction behaviour of borided AISI 1020 and 5115 steels", Ph. D. Thesis, Erciyes University F. B. E. , Kayseri, Turkey, June 1994.
- [5] S. Miyake, S. Watanabe, M. Murakawa, "Thin Solid Films" 212 (1992) 262-266.
- [6] A. G. Matuschka, "Borieren", Carl Hanser, Munich, 1977.
- [7] C. Klenke, Tribol. Int. 23 (1990) 23-26.
- [8] H. Hunger, G. Trute, "Heat Treatment Met. 2" (1994) 31-39.
- [9] B. Finfern, "Durferrit Technische Mitteilungen", Degussa, 6450 Hanau am Main, Germany.

شکننده است، ولی لایه‌های گرافیت موجود در سطح از شکنندگی آن می‌کاهد. بنابراین مقاومت به سایش افزایش می‌یابد. افزایش بار اعمالی و زمان سایش موجب کاهش مقاومت در برابر عوامل ساینده می‌شود. افزایش بور به سطح موجب کاهش عمق کندگی از سطح مورد سایش می‌شود. عدم حضور لایه‌های گرافیت و انعطاف‌پذیری اندک تیغه‌های سمنتیت در نمونه‌های تبریدی موجب کاهش مقاومت به سایش نسبت به سطوح بور داده شده می‌شود.

