

Investigation of the role of microstructure on magnetic properties of Ni-Zn ferrites, prepared from modified Mobarakeh steel Complex Iron Oxide

Behdadfar, B., Mozaffari, M. and Amighian, J.

Physics Department, Isfahan University, Isfahan, Iran.

Key words : *soft ferrites, sintering, microstrature, premeability*

Abstract : In this work, permeability variation of Ni and Ni-Zn ferrites due to microstructure is studied. The conventional wet ceramic technique was used for the preparation of the samples. The samples were shaped in the form of toroids and disks and were sintered in different temperatures. using a LCR-meter, inductance of toroids was measured and then permeability was calculated. To see the relation between grain size and permeability, a series of SEM photographs were obtained. The results of these photographs shows that with increasing the sintering temperature the mean size of grains will increase. In the other hand, the magnetic measurement on toroid samples show that with increasing the mean size of grain the magnetic permeability increases, but this procedure will not continue and then it falls. The reason of this behavior is describe based on displacing of grain boundaries so that the porosities fall in the grains.

پژوهشی

بررسی نقش ریزساختار بر ویژگیهای مغناطیسی فریتهای نرم Ni-Zn تهیه شده از اکسید آهن اصلاح شده مجتمع فولاد مبارکه

بهشید بهدادفر، مرتضی مظفری، جمشید عمیقان

گروه فیزیک - دانشگاه اصفهان

چکیده: در این پژوهش تغییرات تراوایی مغناطیسی فریتهای نرم نیکل و نیکل-روی با فرمولهای استکیومتری NiFeO و NiZnFeO ، برحسب میانگین اندازه دانه‌ها، مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌ها به روش سرامیکی تر تهیه شدند. این نمونه‌ها به شکلهای چنبره و قرص ساخته و در دماهای مختلف تفجوشی شدند. با اندازه‌گیری L ، نمونه‌های چنبره‌ای به وسیله یک LCR سنج تراوایی مغناطیسی آنها را محاسبه کردیم. مغناطش اشباعی نمونه‌ها با یک دستگاه VSM با بیشینه میدان 30 kOe اندازه‌گیری شد. برای تعیین میانگین اندازه دانه‌ها، از رخ شکافته نمونه‌های قرص با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) عکسبرداری شد. نتایج به دست آمده از این اندازه‌گیریها نشان می‌دهد که با افزایش دمای تفجوشی، میانگین اندازه دانه‌ها زیاد می‌شود. از سوی دیگر اندازه‌گیریهای مغناطیسی روی نمونه‌های چنبره‌ای نشان می‌دهد که با افزایش اندازه دانه‌ها تراوایی مغناطیسی نمونه‌ها نخست افزایش می‌یابد ولی این روند ادامه نمی‌یابد بلکه پس از رسیدن به یک مقدار بیشینه شروع به کاهش می‌کند. علت آن با استفاده از سازوکار جابه‌جایی تخلخلها از روی مرز دانه‌ها به درون دانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

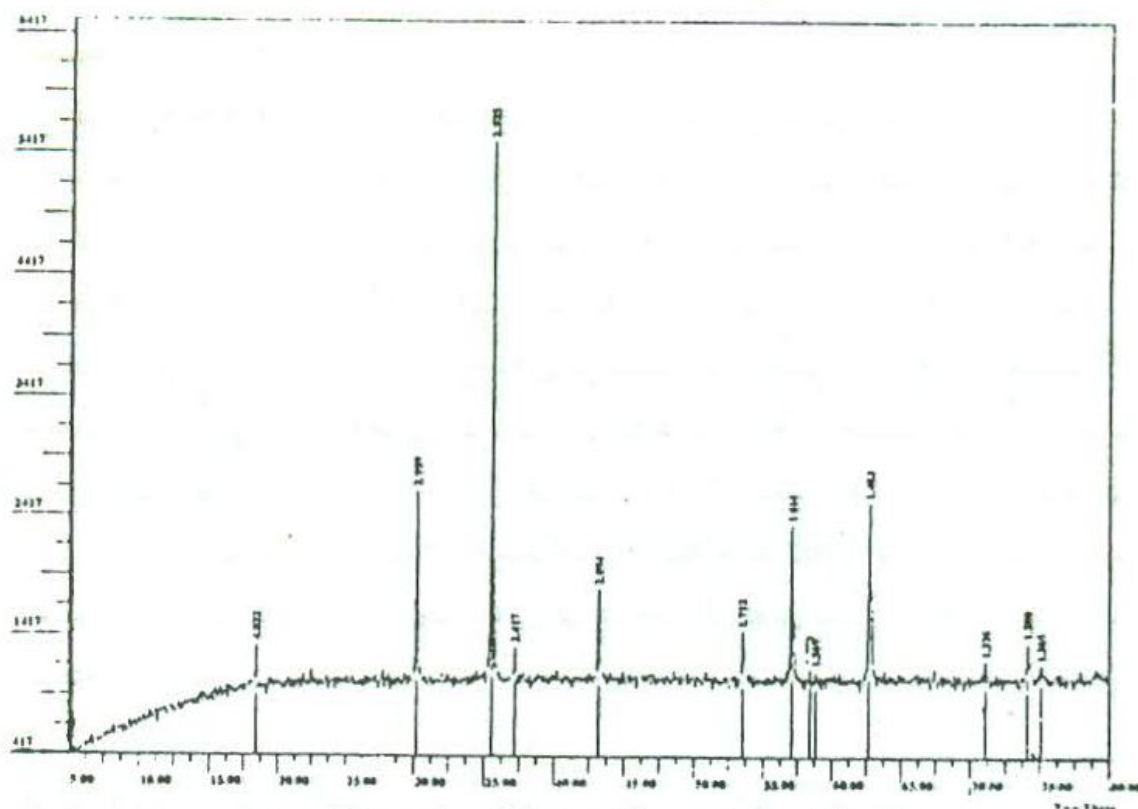
واژه‌های کلیدی: فریت نرم، تفجوشی، ریزساختار، تراوایی چنبره

مقدمه

فریتهای نرم به خاطر مقاومت الکتریکی بالا از اتلاف جریان گردابی کمی به ویژه در بسامدهای بالا برخوردارند [۱]. در این بسامدها استفاده از مواد فرومغناطیس فلزی ممکن نیست. یکی از پرکاربردترین فریتهای نرم، فریت نیکل-روی است که هم در بسامدهای پایین (زیر ۲MHz) و هم در بسامدهای بالا کاربرد دارد [۲]. یکی از مسائل عمده در تولید این فریتهای مواد اولیه به ویژه اکسید آهن است. این اکسید معمولاً از محصولات جانبی کارخانههای فولاد تهیه می شود. با توجه به اهمیت بسیار ناخالصیها در ویژگیهای مغناطیسی فریتهای نرم [۳]، اکسید آهن جانبی کارخانههای فولاد برای استفاده در ساخت این فریتهای نیاز به اصلاح دارد. در این کار اکسید آهن مجتمع فولاد مبارکه پس از خالص سازی در ساخت فریتهای نیکل و نیکل-روی به کار گرفته شد.

فرایندهای آزمایش

فریت نیکل-روی از نوع فریتهای نرم مغناطیسی و با فرمول استوکیومتری NiZnFeO است. مواد اولیه برای تهیه فریت نیکل-روی، اکسید آهن سه ظرفیتی، اکسید نیکل و اکسید روی است. اکسید آهن به کار رفته در ساخت نمونه ها یک محصول جانبی مجتمع فولاد مبارکه است که پس از خالص سازی درجه خلوص آن به ۹۹/۴ درصد رسید. اکسیدهای نیکل و روی به کار رفته در ساخت نمونه ها از نوع آزمایشگاهی و از شرکت مرک آلمان بود. در ساخت تمامی نمونه ها از روش سرامیکی تر استفاده شد. در این روش نخست مواد خام با نسبتهای مناسب توزین و سپس به روش تر مخلوط شدند. آنگاه نمونه های مخلوط شده در یک کوره الکتریکی با آهنگ گرمایش ۵ درجه سانتیگراد بر دقیقه تا دمای ۱۱۰۰ برده شد آن گاه به مدت یک ساعت در این دما برشته شد. در این مرحله فاز فریت مورد نظر، با توجه به نمودارهای XRD، به دست آمد (شکل ۱). این نمودار با استفاده از دستگاه پراش سنچ مدل JEOL Gdx8030 تهیه شد. برای تهیه فریت نیکل-روی با خواص مغناطیسی مطلوب، پودر برشته شده در زمانهای گوناگون آسیاب شد تا اندازه ذرات به حدود یک میکرون برسد. پارامتر مهم در این مورد آسیاب کردن است که می توان با تغییر آن قطر ذرات را تغییر داد. اندازه ذرات را با عکسبرداری به وسیله SEM تعیین کردیم.



شکل ۱ نمودار نوعی پراش پرتو ایکس فریت نیکل-روی

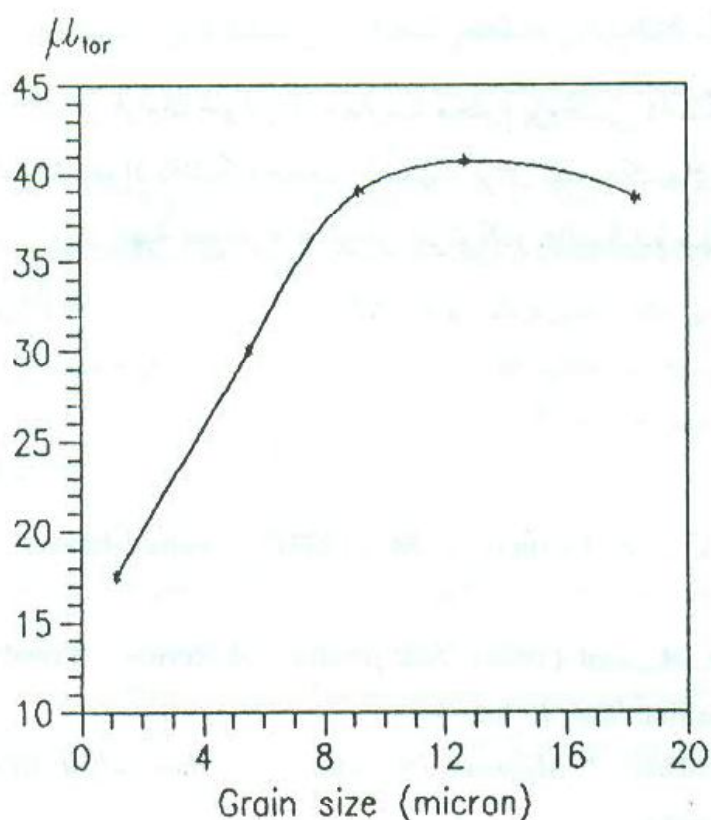
پودرهای آسیاب شده در قالبهای فولادی به شکلهای چنبره و قرص در فشار یک نیوتن بر سانتیمتر مربع فشرده شد و سپس مورد تف جوشی قرار گرفت. نمونه‌های با فرمول استوکیومتری NiFeO از دمای 1250°C تا 1550°C و نمونه‌های با فرمول استوکیومتری NiZnFeO از دمای 1250°C تا 1500°C در بازه‌های یکسان 50°C تف جوشی شدند. پس از تف جوشی این نمونه‌ها با سیم مسی روپوش‌دار به قطر 0.4 mm به‌طور کامل و با دقت فراوان سیم‌پیچی شدند و القائیدگی، L ، آنها با یک دستگاه LCR سنج رقمی، مدل Leader LCR-745 اندازه‌گیری شد. با اندازه‌گیری L ، توانستیم تراوایی نمونه‌ها را محاسبه کنیم [۴]. نمونه‌هایی به شکل قرص نیز درست در همان شرایطی که چنبره‌ها تهیه شده بودند، تهیه شدند و برای عکسبرداری از میکروسکوپ الکترونی روبشی، (SEM مدل PHILIPS XL30) استفاده شد. برای اندازه‌گیری مغناطش اشباعی نمونه‌ها از یک دستگاه VSM مدل OXFORD INSTRUMENTS CO. با بیشینه میدان 30 kOe استفاده کردیم. مغناطش اشباعی نوعی فریت‌های نیکل 50 emu/g و برای فریت‌های نیکل-روی 75 emu/g بود.



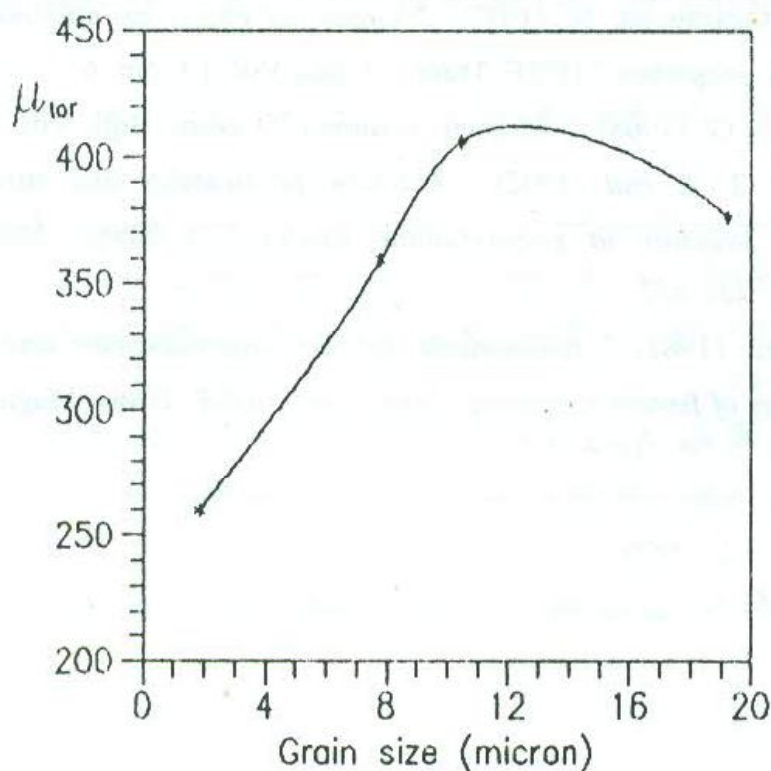
شکل ۴ تصویر میکروسکوپ الکترونی فریت نیکل با دمای تفجوشی 1550°C .

در شکل ۵ تغییرات تراوایی برحسب میانگین اندازه دانه رسم شده است. چنانکه دیده می شود، وقتی اندازه دانه ها به حدود ۱۳ میکرون می رسد، تراوایی مغناطیسی بیشینه کی شود. از آنجا که حضور مرزدانه ها از حرکت آزاد دیواره حوزه ها جلوگیری می کند [۶، ۷، ۸]، با افزایش مرزدانه ها مغناطش کاهش یافته و تراوایی کوچکتر می شود. به همین دلیل بنابر شکل ۵ با افزایش اندازه دانه ها، تراوایی افزایش می یابد [۵]. اما با وجود افزایش اندازه دانه ها، تراوایی پس از رسیدن به یک بیشینه کاهش می یابد که علت آن را باید به تخلخل ربط داد. تخلخل یک عامل مهم ریزساختاری است که حرکت دیواره حوزه ها را محدود می کند [۶، ۷، ۸]. حضور تخلخلها و سایر ناکاملیها، به ویژه در درون دانه ها باعث میخکوب شدن دیواره حوزه ها می شود [۶]. با رشد دانه ها بسیاری از تخلخلها به وسیله مرزدانه ها روبش می شوند و در درون دانه های رشد یافته قرار می گیرند. تخلخلها درون دانه ای (inter-granular) هستند [۴، ۶]. نتیجه آن که وقتی دانه های بی اندازه بزرگ شوند آنقدر تخلخل در آنها جمع می شود که بر مسئله بزرگتر شدن اندازه دانه ها چیره شده و در یک نقطه خاص باعث کاهش تراوایی می شود.

شکل ۶ تغییرات تراوایی برحسب میانگین اندازه دانه برای فریت نیکل - روی را نشان می دهد. چنان که دیده می شود، وقتی اندازه دانه ها به حدود ۱۱ میکرون می رسد تراوایی مغناطیسی بیشینه می شود. تفسیر و نتیجه گیری از این پدیده دقیقاً مانند فریت نیکل است که پیش از این گفته شد.



شکل ۵ تغییرات تراوایی مغناطیسی چنبره بر حسب میانگین اندازه دانه برای فریت نیکل.



شکل ۶ تغییرات تراوایی مغناطیسی چنبره بر حسب میانگین اندازه دانه برای فریت نیکل-روی.

قدردانی

مؤلفین این مقاله تشکر فراوان خود را از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه اصفهان و نیز همکارهای دانشکده مواد دانشگاه صنعتی اصفهان برای تهیه عکسهای SEM، دانشگاه علم و صنعت ایران برای تهیه نمودارهای پراش پرتو X، و دانشکده مهندسی دانشگاه اصفهان ابراز می دارند.

مراجع

1. Mouslson, A. J. & Herbert, J. M. (1993) "*Electroceramics*", Champan & Hall.
2. Buessem, W. R., *etal* (1974) "*Soft ferrites - A Review*" Powder Metallurgy International, Vol. 6, No. 3, .
3. Heck, C. (1974) " *Magnetic materials and their application* ", London Butterworths, .
4. Goldman, A. (1990) " *Modsrn ferrite technology* " Van Norstand Reinhold.
5. Inui, T. & Ogasawara, N. (1977) " *Grain-size effects on microwave ferrite magnetic properties* " IEEE Trans. Magn., Vol. 13, No. 6.
6. Brockman, F. G. (1968) " *Magnetic ceramics* " Ceram. Bull, Vol. 47, No. 6.
7. Johson, M. T. & *etal* (1992) " *Magnetic premeability and intra-granular domain stracture in polycrystalline ferrites* " J. Magn. Mater., Vol. 104-107, 421-422.
8. Rikukawa, H. (1982) " *Relationship between microstracture and magnetic properties of ferrites contaning closed pores*" IEEE Trans. Magn., Vol. 18, No. 6,