بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی مواد

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد گرایش شناسایی و انتخاب مواد

بررسی ریز ساختار و خواص مغناطیسی آلیاژ نانو بلورین Fe_{50}-Co_{50}]- 6.5 wt% Si تهیه شده توسط فرایند آلیاژسازی مکانیکی

استاد راهنما :

دکتر شهریار شرفی

مؤلف :

مهدی خواجه پور

بهمن ماه ۱۳۸۹

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی مواد

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : مهدی خواجه پور

استاد راهنما : جناب آقای دکتر شهریار شرفی

داور ۱ : جناب آقای دکتر مرتضی زند رحیمی

داور۲ : جناب آقای دکتر رامین رئیس زاده

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده : جناب آقای دکتر محمد رنجبر

نمای‌نده تحصی‌لات تکمی‌لی در جلسه دفاع: جناب آقای مهندس رنجبر

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم پدر ومادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پر بار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش قدم بردارم. عزیزانی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم. چرا که این دو وجود پس از پروردگار، مایه هستی ام بوده اند و آموزگارانی که برایم، زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند.

و به :

روان پاک برادرم که در مرد و بین آرام گرفته است.

تشکر و قدردانی :

شکر و سپاس کبریای کریمی را سزاست که زبان ستایشگران از وصف کمالش عاجز و کوششگران سپاسگویش با تلاشی هر قدر گران نتوانند " کز عهده ی شکرش بدر آیند". هم اویی که به نیروئی برتر از پندار، عدم را رنگ هستی زد و آنچه در چشم اندیشمندان جز آبخوره ای رنگین و رویا گون بیش نبود، جامه ی وجود پوشانید.

در اینجا بر خود لازم میدانم از تمامی کسانی که طی این دوره تحصیلی مشمول الطاف بی کران آنها بوده ام سپاسگذاری نمایم. زیبنده است از استاد گرانقدر جناب آقای **دکتر شهریار شرفی** به خاطر تمامی راهنمایی ها و نصایح دلسوزانه ایشان در پیشبرد این پایان نامه کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم. همچنین سپاس خود را به داوران محترم این پایان نامه جناب آقای **دکترمرتضی زند رحیمی**و جناب آقای **دکتررامین رئیس زاده** تقدیم می دارم و زحمات بی شائبه این بزرگواران را ارج می نهم.

یاد و خاطره ی همکلاسی های عزیزم، دانشجویان کارشناسی ارشد ورودی ۱۳۸۷ و به خصوص آقایان محمد نادری تهرانی، سید مهدی روح الامینی کرمانی، آرش محمودی تهرانی، مرتضی نیک روش تهرانی، سید اسماعیل شکیب قائنی خراسانی، امیر حسن احمدیان شهرکردی، امیر حسین بهرامی اصفهانی، حامد قربانپور نجف آبادی، نعمت ا... اشرف مورجانی اهوازی و به ویژه آقایان داریوش قاسمی یاسوجی و همشهری عزیزم رضا طاهر زاده موسویان شیرازی همواره در ذهنم باقی خواهد ماند.

در نهایت سپاس فراوان خود را نثارمیکنم به یگانه خواهرم و برادرانم، به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در سردترین روزگاران زندگی بهترین پشتیبان من بوده است و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز رنگ خاموشی به خود نمی گیرد.

مهدی خواجه پور

بهمن ماه یکهزار وسیصد و هشتاد و نه خورشیدی

چکیده

آهن خالص همواره به عنوان یک ماده فرو مغناطیس خوب مطرح بوده است، اما مقاومت الکتریکی پائین آن سبب شده تا تلفات جریان های گردابی بالایی را تجربه کند. آلیاژهای پایه آهنی از جمله سیستم آلیاژی Fe-Si ، نفوذ پذیری مغناطیسی بالاتر و تلفات مغناطیسی کمتری را ایجاد می کنند.این موضوع باعث می شود تا سیستم هایی که از این آلیاژها استفاده می کنند بازده بالاتری داشته باشند. اما با توجه به این که سیلیسیم عنصری دیا مغناطیس است می تواند سبب کاهش در مغناطش اشباع آهن گردد که از معایب سیستم Fe-Si محسوب می شود. از طرف دیگر تحقیقات نشان داده است که در میان سیستم های آلیاژی، سیستم Fe-Co بیشترین مقدار مغناطش اشباع را دارا می باشد. در این تحقیق ابتدا با تولید پودر آلیاژی Fe_{50}-Co_{50} توسط فرایند آسیاکاری، مغناطش اشباع را به بیشینه مقدار خود رسانده و سپس با اضافه کردن مقدار مناسب پودر سیلیسیم (۶/۵ درصد وزنی) و آسیاکاری در زمان های بیشتر، سعی در استفده از خواص مطلوب سیلیسیم در کنار خواص ایده آل کبالت بوده است. به منظور بررسی های ساختاری از آنالیزهای SEM وXRD استفاده گردید و همچنین از دستگاه مغناطیس سنج لرزشی جهت بررسی خواص مغناطیسی کمک گرفته شد. نتایج نشان می دهند که توسط عملیات آسیاکاری می توان آلیاژFe-Co-Si با ساختار نانو تولید نمود. همچنین در اثر آسیاکاری کرنش درونی ذرات پودری به شدت افزایش یافته و پس از رسیدن به یک مقدار بیشینه سیر نزولی طی می کند. از سوی دیگر با تولید آلیاژ Fe-Co مغناطش اشباع به شدت افزایش می یابد، اما با اضافه شدن Si مغناطش کاهش یافته ولی در نهایت مغناطشی نزدیک به مغناطش اشباع آهن خالص حاصل می گردد.

کلمات کلیدی: آلیاژسازی مکانیکی، آلیاژهای آهن-کبالت-سیلیسیم، مواد نانو ساختار، خواص مغناطیسی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ..... و

فصل اول(مقدمه) ۱

فصل دوم(تئوری و مروری بر تحقیقات پیشین)..... ۵

۲-۱-تئوری ۶

۲-۱-۱-فناوری نانو ۶

۲-۱-۱-۱-تاریخچه ی فناوری نانو ۷

۲-۱-۱-۲- تعریف فناوری نانو ۸

۲-۱-۲-آلیاژسازی مکانیکی ۱۰

۲-۱-۲-۱-عوامل موثر بر فرایند آلیاژسازی مکانیکی..... ۱۳

۲-۱-۲-۱-۱- محفظه آسیا..... ۱۴

۲-۱-۲-۱-۲- سرعت آسیاکاری ۱۵

۲-۱-۲-۱-۳- زمان آسیاکاری ۱۵

۲-۱-۲-۱-۴- گلوله ها..... ۱۶

۲-۱-۲-۱-۵- نسبت وزنی گلوله به پودر ۱۶

۲-۱-۲-۱-۶- میزان پر شدن محفظه..... ۱۶

۲-۱-۲-۱-۷- اتمسفر آسیاکاری ۱۷

۲-۱-۲-۱-۸- عامل کنترل کننده فرآیند ۱۷

۲-۱-۲-۱-۹- دمای آسیاکاری ۱۸

۲-۱-۲-۱-۱۰- شدت آسیاکاری ۱۸

۲-۱-۲-۲- ترمودینامیک آلیاژسازی مکانیکی ۱۹

۲-۱-۲-۳- مکانیزم آلیاژسازی مکانیکی ۱۹

۲-۱-۳- مغناطیس ۲۰

۲-۱-۳-۱- رفتارهای مغناطیسی مواد ۲۲
۲-۱-۳-۱-۱- رفتار مواد دیا مغناطیس ۲۲
۲-۱-۳-۱-۲- رفتار مواد پارامغناطیس ۲۲
۲-۱-۳-۱-۳- رفتار مواد فرومغناطیس ۲۳
۲-۱-۳-۱-۴- رفتار مواد فری مغناطیس ۲۳
۲-۱-۳-۲- فاکتورهای مغناطیسی ۲۴
۲-۱-۳-۳- تلفات مغناطیسی ۲۷
۲-۱-۳-۴- حوزه های مغناطیسی ۲۷
۲-۱-۳-۵- حرکت دیواره های حوزه ی مغناطیسی ۲۹
۲-۱-۳-۶- موانع در برابر حرکت دیواره ها ۲۹
۲-۱-۳-۷- حلقه پسماند ۳۲
۲-۱-۳-۸- مواد مغناطیسی نرم ۳۴
۲-۲- مروری بر تحقیقات پیشین ۳۷
۲-۲-۱- آلیاژسازی مکانیکی ۳۷
۲-۲-۲- آلیاژ سازی سیستم Fe-Co ۳۹
۲-۲-۳- آلیاژسازی سیستم Fe - Si ۴۲
فصل سوم(مواد وروش پژوهش)..... ٤٦
۳-۱- تعیین ترکیب شیمیایی ۴۷
۳-۲- مواد اولیه ۴۷
۳-۳- عملیات آسیاکاری ۴۸
۳-۴- نمونه برداری ۵۱
۳-۵- بررسی های مورفولوژیکی ۵۱
۳-۶- آنالیز فازی ۵۲
۳-۷- تعیین پارامترهای ساختاری ۵۲
۳-۸- تست های مغناطیسی ۵۴

فصل چهارم(ارائه نتایج)..... ۵۵

۴-۱- میکروسکوپ الکترونی روبشی ۵۶

۴-۲- آنالیز پراش اشعه ایکس ۶۹

۴-۳- تغییرات اندازه کریستالی ۷۵

۴-۴- تغییرات پارامتر شبکه ۷۶

۴-۵- تغییرات کرنش درونی.....۷۷

۴-۶- نتایج حاصل از آزمایشات مغناطیسی.....۷۸

۴-۶-۱- حلقه های پسماند ۷۸

۴-۶-۲- مغناطش اشباع ۸۲

۴-۶-۳- نیروی پسماند زدا.....۸۳

فصل پنجم(تحلیل و بحث نتایج) ۸٤

۵-۱- تغییرات مورفولوژیکی ذرات پودری.....۸۵

۵-۲- آزمایشات اشعه ایکس.....۸۷

۵-۲-۱- تغییرات اندازه کریستالی ۸۸

۵-۲-۲- تغییرات پارامتر شبکه ۹۰

۵-۲-۳- تغییرات کرنش شبکه ۹۱

۵-۳- آزمایشات مغناطیسی.....۹۱

۵-۳-۱- مغناطش اشباع ۹۱

۵-۳-۲- نیروی پسماند زدا.....۹۲

فصل ششم(نتیجه گیری و پیشنهادات).....۹٤

۶-۱- خلاصه نتایج ۹۵

۶-۲- پیشنهادات.....۹۶

منابع:.....۹۷

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل(۲-۱) : شماتیکی از گستردگی مواد پیشرفته تهیه شده به روش آلیاژسازی مکانیکی ۱۲

شکل(۲-۲) : گشتاور های مغناطیسی حرکت الکترون ها. ۲۱

شکل(۲-۳): رفتار مواد دیا مغناطیس ۲۲

شکل(۲-۴): رفتار مواد پارا مغناطیس. ۲۳

شکل(۲-۵): رفتار مواد فری مغناطیس. ۲۴

شکل (۲-۶): تغییرات جهت بردار مغناطش درون دیواره حوزه مغناطیسی ۲۸

شکل(۲-۷) : عبور دیواره حوزه مغناطیسی از ناخالصی ۳۱

شکل(۲-۸): روند تغییرات مغناطش با اعمال میدان خارجی ۳۲

شکل(۲-۹): حلقه پسماند مغناطیسی ۳۳

شکل(۲-۱۰) : حلقه پسماند آلیاژ 65Ni-35Fe ۳۴

شکل (۲-۱۱) : گستره مواد مغناطیسی نرم نانو ساختار ۳۵

شکل (۲-۱۲): نمودار مغناطش اشباع برحسب درصد کبالت ، برای زمان‌های مختلف آسیاکاری ۴۲

شکل (۲-۱۳) : نفوذپذیری مغناطیسی برای ترکیبات مختلف سیستم Fe – Si ۴۴

شکل (۲-۱۴) : تغییرات نیروی پسماندزدا و نفوذپذیری مغناطیسی بر حسب زمان آسیاکاری ۴۵

شکل(۳-۱) : الگوی پراش پودر آهن مورد استفاده ۴۷

شکل(۳-۲) : آسیای مورد استفاده. ۴۸

شکل(۳-۳): محفظه آسیای مورد استفاده. ۴۹

شکل(۳-۴) : گلوله های فولادی مورد استفاده ۵۰

شکل(۳-۵) : اتصال کپسول حاوی گاز آرگون به محفظه آسیا ۵۰

شکل(۳-۶) : نماهایی از تنظیمات دستگاه ۵۱

شکل (۴-۱) : تصویر SEM مربوط به مخلوط پودر آهن و کبالت قبل از آسیاکاری ۵۶

شکل (۴-۲) : تصویر SEM مربوط به Fe_{50}-Co_{50} ، ۱۰ ساعت آسیا شده ۵۷

شکل (۴-۳) : تصویر SEM مربوط به 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)]..... ۵۸

شکل (۴-۴) : تصویر SEM مربوط به 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۱ ساعت آسیا شده ۵۹

شکل (۴-۵) : تصویر SEM مربوط به 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۴ ساعت آسیا شده ۶۰

شکل (۴-۶) : تصویر SEM مربوط به 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۲۰ ساعت آسیا شده ۶۱

شکل (۴-۷) : تصویر SEM مربوط به 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۳۵ ساعت آسیا شده ۶۲

شکل (۴-۸) : تصویر SEM مربوط به 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۴۵ ساعت آسیا شده ۶۳

شکل(۴-۹) : تصویر SEM مربوط به ساختار لایه ای ،Fe_{50}-Co_{50} ۱۰ ساعت آسیا شده ۶۴

شکل(۴-۱۰) : تصویر SEM مربوط به مخلوط پودری Si و[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ ساعت آسیا شده)]..... ۶۵

شکل (۴-۱۱) : تصویر SEM مربوط به آگلومره شدن ذرات پودر، 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۱ ساعت آسیا شده..... ۶۶

شکل (۴-۱۲) : تصویر SEM مربوط به مرحله دوم آلیاژسازی، 6.5wt% Si -[(۱۰ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}] ، ۸ ساعت آسیا شده ۶۷

شکل (۴-۱۳) : تصویر SEM مربوط به شکست ذرات درشت به ذرات کوچک تر ۶۸

شکل(۴-۱۴) : الگوی پراش مخلوط پودری آهن و کبالت قبل از آسیاکاری ۶۹

شکل (۴-۱۵) : الگوی پراش مربوط به Fe_{50}-Co_{50} ۱۰ ساعت آسیا شده ۶۹

شکل (۴-۱۶) : الگوی پراش مربوط به مخلوط پودری Si و[(۱۰ ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}]..... ۷۰

شکل (۴-۱۷) : الگوی پراش مربوط به 6.5wt% Si -[(۱۰ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}] ، ۱ ساعت آسیا شده ۷۰

شکل (۴-۱۸) : الگوی پراش مربوط به 6.5wt% Si -[(۱۰ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}] ، ۴ ساعت آسیا شده ۷۱

شکل (۴-۱۹) : الگوی پراش مربوط به 6.5wt% Si -[(۱۰ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}] ، ۸ ساعت آسیا شده..... ۷۱

شکل (۴-۲۰) : الگوی پراش مربوط به 6.5wt% Si -[(۱۰ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}] ، ۱۰ ساعت آسیا شده..... ۷۲

شکل (۴-۲۱) : الگوی پراش مربوط به 6.5wt% Si -[(۱۰ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}] ، ۲۰ ساعت آسیا شده ۷۲

شکل (۴-۲۲) : الگوی پراش مربوط به 6.5wt% Si -[(۱۰ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}] ، ۳۵ ساعت آسیا شده ۷۳

شکل (۴-۲۳) : الگوی پراش مربوط به 6.5wt% Si -[(۱۰ساعت آسیا شده) Fe_{50}-Co_{50}] ، ۴۵ ساعت آسیا شده..... ۷۳

شکل (۴-۲۴) :الگوی سه بعدی پراش ۷۴

شکل(۴-۲۵) : روند تغییرات اندازه کریستالی با زمان آسیاکاری. ۷۵

شکل (۴-۲۶) : تغییرات پارامتر شبکه با زمان آسیاکاری ۷۶

شکل (۴-۲۷) : تغییرات کرنش درونی با زمان آسیاکاری ۷۷

شکل(۴-۲۸) :حلقه پسماند آهن خالص ۷۸

شکل (۴-۲۹) :حلقه پسماند Fe_{50}-Co_{50} ۱۰ ساعت آسیا شده. ۷۹

شکل (۴-۳۰) : حلقه پسماند 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۱ساعت آسیا شده ... ۷۹

شکل (۴-۳۱): حلقه پسماند 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۴ ساعت آسیاشده ... ۸۰

شکل (۴-۳۲): حلقه پسماند 6.5wt% Si -[Fe_{50}-Co_{50} (۱۰ساعت آسیا شده)] ، ۲۰ ساعت آسیا شده . ۸۰

شکل (۴-۳۳) :مقایسه حلقه های پسماند برخی از نمونه های پودری ۸۱

شکل(۴-۳۴) : تغییرات مغناطش اشباع در مراحل مختلف آسیاکاری .....۸۲.

شکل(۴-۳۵) : تغییرات نیروی پسماند زدا. .....۸۳.

شکل(۵-۱) : روند تغییرات ریز ساختار در حین آسیاکاری. ۸۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۳-۱) : شرایط آسیاکاری مورد استفاده ۵۹

فصل اول

مقدمه

امروزه نانو مواد و کاربردهای روز افزون آن ها در زمینه های مختلف، به بحث داغ روز تبدیل شده است. دلیل این امر را بی شک بایستی در کشف روش های شناسایی، آنالیز و تولید چنین موادی جستجو کرد. خواص متفاوت مشاهده شده در مواد نانو ساختار در مقایسه با مواد درشت دانه معمول، به عنوان نیروی محرکه قوی برای ایجاد علاقه شدید دانشمندان به این زمینه از علم و فناوری در سال های اخیر مطرح می باشد[۱].

مواد نانو بلورین را می توان با ادغام خوشه های کوچک یا شکستن مواد چند بلوری توده ای به واحد های بلوری با ابعاد نانومتری تولید کرد. این روش ها به دو دسته ی پایین به بالا و بالا به پایین تقسیم بندی شده اند. در رهیافت پایین به بالا بایستی نانوساختار را اتم به اتم و لایه به لایه چید. در روش بالا به پایین تولید از یک ماده ی توده ای شروع شده و میکروساختار به یک نانوساختار شکسته می شود[۱]. روش های گوناگونی برای تولید مواد نانو ساختار وجود دارد و یکی از این روش ها، روش آلیاژسازی مکانیکی می باشد. در آلیاژسازی مکانیکی، مواد نانو ساختار با جدا سازی ساختاریِ ساختار دانه درشت به وسیله ی تغییر شکل پلاستیک شدید تولید می شوند. آلیاژسازی مکانیکی شامل تغییر شکل تکراری (جوش خوردن، شکستن و جوش خوردن مجدد) ذرات پودری در یک آسیای پر انرژی است تا هنگامی که ترکیب مورد نظر بدست آید. نشان داده شده است که دانه های دارای ابعاد نانومتری تقریبا در هر ماده ای پس از مدت زمان مناسب آسیاکردن قابل دستیابی است[۱و۲].

بیش از چند دهه است که از آسیای گلوله ای به عنوان روشی استاندارد به منظور کاهش ابعاد ذرات در زمینه های کانه آرایی و متالورژی پودر استفاده شده است. تا آنجا که امروزه از آن برای اهداف مهمتری یعنی تهیه مواد با خواص فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی و مغناطیسی مطلوب تر و در واقع مواد جدید مهندسی استفاده می شود[۲].

یکی از کاربردهای روش آلیاژسازی مکانیکی تولید آلیاژهای نانو ساختار با خواص مغناطیسی نرم می باشد. خواص برتر آلیاژهای مغناطیسی در حالت نانو ساختار ناشی از کاهش ناهمسانگردی مغناطیسی در این مواد است. در واقع این کاهش به علت غالب شدن اثر همسو شدن یا جفت شدن

گشتاورهای مغناطیسی، در ساختارهایی با اندازه دانه کوچکتر از ۴۰ تا ۵۰ نانومتر است[۳]. امکان همسو شدن گشتاورهای مغناطیسی در مواد نانو ساختار از این واقعیت سرچشمه می گیرد که در ساختارهای معمولی به علت حوزه های بزرگ مغناطیسی و همچنین رشد این حوزه ها در طی فرایند مغناطش[۱]، اثر جفت شدگی گشتاورهای مغناطیسی محدود به سطح حوزه ها بوده و قابل صرف نظر کردن است[۳و۴]. تنها در حالت نانو ساختار است که ابعاد حوزه ها لاجرم کاهش یافته و امکان اثر گذاری گشتاورهای مغناطیسی حوزه های مجاور، بر روی یکدیگر فراهم می آید که در نهایت بهبود رفتار مغناطیسی را در پی خواهد داشت[۳و۵].

در میان آلیاژهای مغناطیسی نرم، پودرهای آلیاژی Fe-Si به دلیل خواص مغناطیسی مناسب آنها از جمله نفوذ پذیری مغناطیسی[۲] بالا و نیروی پسماند زدای[۳] کم مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته است. آلیاژهای Fe-Si برای کاربرد در وسایل الکتریکی بسیار مناسب هستند. از جمله موارد استفاده این آلیاژها در مبدل ها، هسته های مغناطیسی، رله ها،سولنوئیدها و ... می باشد[۶]. اضافه کردن سیلیسیم به آهن می تواند سبب کاهش در ناهمسانگردی مغناطیسی شود. حضور سیلیسیم همچنین مقاومت الکتریکی را افزایش داده و متعاقبا تلفات جریان های گردابی[۴] کاهش می یابد و این امر به نوبه خود سبب بهبود بازده سیستم می گردد[۶و۷]. در میان ترکیبات مختلف این سیستم آلیاژی، ترکیب Fe-6.5 wt% Si بنابر خواص مغناطیسی نرم فوق العاده آن در مقایسه با دیگر ترکیبات این سیستم حائز اهمیت است[۷و۸]. حضور سیلیسیم در کنار فواید آن دارای معایبی نیز می باشد. به عنوان نمونه سیلیسیم می تواند سبب تردی آلیاژ شده و یا به علت دیا مغناطیس بودن آن، باعث کاهش مغناطش اشباع[۵] گردد[۹]. لذا ایجاد راهکارهایی برای جلوگیری از این امر می تواند مفید به فایده واقع گردد.

---

[۱] Magnetization
[۲] Permeability
[۳] Coercivity
[۴] Eddy Current Loss
[۵] Saturation Magnetization

از سوی دیگر سیستم آلیاژی Fe-Co در میان تمامی سیستم های مغناطیسی نرم دارای بیشترین مغناطش اشباع می باشد[۷]. آلیاژهای Fe-Co دارای نفوذپذیری مغناطیسی بالا و نیروی پسماندزدای پایین می‌باشند. دمای کوری[۱] بالای این دسته از آلیاژها به همراه خواص مغناطیسی نرم مناسبی که در بالا ذکر شد باعث شده تا از آلیاژهای Fe-Co در کاربردهای دمای بالا به‌صورت وسیع استفاده شود. تلفات جریان‌های گردابی در اثر آلیاژ شدن آهن با کبالت نسبت به آهن خالص کمتر شده که این امر باعث افزایش راندمان سیستم استفاده کننده از این آلیاژ می شود[۱۰]. در این سیستم اگر چه مقدار بیشینه مغناطش اشباع در ترکیبFe-35%Co حاصل می گردد اما ترکیب Fe_{50}-Co_{50} با دارا بودن مغناطش اشباع تقریبا یکسان، نفوذپذیری بالاتری را از خود نشان می دهد[۱۰].

با توجه به اثر مناسب عنصر Co در افزایش مغناطش اشباع وهمچنین اثر مناسب عنصر Si در کاهش تلفات مغناطیسی، ایده اضافه کردن این دو عنصر به منظور بالا بردن بازده سیستم های آلیاژی پایه آهنی مناسب به نظر می رسد.

این پایان نامه مشتمل بر ۶ فصل می باشد. فصل اول مقدمه و معرفی کلی این پژوهش است. فصل دوم مروری است اجمالی بر تئوری و مطالب مورد نیاز جهت انجام پروژه به همراه تحقیقات پیشین در این زمینه. در فصل سوم مراحل و نحوه ی انجام آزمایشات ذکر شده است. فصل چهارم در برگیرنده نتایج حاصل از آزمایشات تجربی می باشد و در فصل پنجم سعی بر این بوده که در هر مورد عوامل موثر بر نتایج حاصله توضیح داده شود. در نهایت در فصل ششم چکیده ای از نتایج بدست آمده به همراه پیشنهاداتی در جهت ادامه راه این پروژه و شروع پروژه های دیگری در این زمینه آمده است.

[۱] Curie Temperature

فصل دوم

تئوری

و

مروری بر تحقیقات پیشین