

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تاسیس ۱۳۰۷

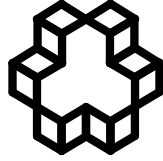
جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

طراحی، ساخت و آزمایش فرآیند پرداختکاری با سیال ساینده مغناطیسی (MRAFF)

استاد راهنما: دکتر مهرداد وحدتی

دانشجو: امیر دهقان قادیکلایی

تقدیم به پدر و مادر مهربانم که همواره مرا مورد حمایت خود قرار داده-
اند.



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی مکانیک

تائیدیه هیات داوران

هیئت داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان: طراحی، ساخت و آزمایش فرآیند پرداختکاری با سیال ساینده مغناطیسی (MRAFF) توسط آقای امیر دهقان قادیکلایی صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید با رتبه مورد تائید قرار میدهند.

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------|
| 1- استاد راهنما | آقای دکتر مهرداد وحدتی | امضاء..... |
| 2-ممتحن داخلی | آقای دکتر مجید قریشی | امضاء..... |
| 3-ممتحن داخلی | آقای دکتر جمال زمانی | امضاء..... |
| 4- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده | آقای دکتر جمال زمانی | امضاء..... |

اظهارنامه دانشجو

موضوع پایان نامه : طراحی، ساخت و آزمایش فرآیند پرداختکاری با سیال ساینده مغناطیسی

(MRAFF)

استاد راهنما : آقای دکتر مهرداد وحدتی

نام دانشجو : امیر دهقان قادیکلایی

شماره دانشجویی : 8802114

اینجانب امیر دهقان قادیکلایی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان‌نامه توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می‌باشد، و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ‌جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو :

تاریخ :

فرم حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

1- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن می باشد. هرگونه کپی برداری بصورت کل پایان نامه یا بخشی از آن، تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می باشد.

ضمناً" متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

2- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه، به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

بر خود لازم می‌بینم از تمام عزیزانی که مرا در انجام این پروژه یاری
نموده‌اند، تقدیر و تشکر کنم.

فهرست مطالب

1	فصل اول
2	1-1- تحقیقات صورت گرفته
7	فصل دوم
8	1-2- مقدمه
8	2-2- معرفی انواع روش‌های ماشینکاری
11	3-2- معرفی انواع فرآیندهای پرداخت سایشی پیشرفته در مقیاس میکرو - نانو
11	1-3-2- فرآیندهای غیر قابل کنترل
11	2-3-2- فرآیندهای قابل کنترل
12	4-2- فرآیند MRAFF
12	1-4-2- کلیات فرآیند
16	2-4-2- سیال مغناطیسی MR
18	1-2-4-2- انواع رایج سیالات مغناطیسی
18	3-4-2- روابط تئوری در MRAFF
21	4-4-2- محاسبه‌ی نیروی مغناطیسی وارده به ذرات
23	5-4-2- شبیه سازی زبری سطح
27	فصل سوم
28	1-3- مقدمه
28	2-3- مراحل طراحی

28	1-2-3- طراحی بخش مکانیکی
28	1-1-2-3- طراحی مخازن حاوی سیال ساینده
30	2-1-2-3- بدنه‌ی دستگاه
30	1-2-1-2-3- صفحات تکیه‌گاه
32	2-2-1-2-3- ستون‌های اصلی
32	3-2-1-2-3- لوله‌های نگه‌دارنده
32	4-2-1-2-3- فنرهای سبک تعلیق
33	3-1-2-3- مکانیزم فنری تولید فشار
36	2-2-3- طراحی بخش هیدرولیک
37	1-2-2-3- منبع قدرت هیدرولیک
38	2-2-2-3- جک هیدرولیک
39	3-2-2-3- شیر برقی هیدرولیک
41	4-2-2-3- تایمر
41	5-2-2-3- شیلنگ‌های هیدرولیک
42	3-2-3- چند مدل سه بعدی از مونتاژ موضعی اجزای دستگاه در مراحل مختلف
48	فصل چهارم
49	1-4- مراحل ساخت دستگاه
49	1-1-4- مخزن نگه‌دارنده‌ی سیال ساینده
54	2-1-4- صفحه‌های تکیه‌گاه

56	3-1-4- مکانیزم فنری
56	1-3-1-4- پوسته
58	2-3-1-4- درپوش
59	3-3-1-4- محور مکانیزم فنری
61	4-1-4- ستون‌های دستگاہ و لوله‌های محافظ آنها
62	5-1-4- نصب و راه‌اندازی قسمت هیدرولیک دستگاہ
62	6-1-4- تایمر دوزمانه
64	7-1-4- بستن مدار هیدرولیک
65	2-4- ساخت سیال ساینده
67	3-4- مونتاژ قطعات
71	فصل پنجم
72	1-5- مقدمه
72	2-5- آماده‌سازی شرایط آزمایش
72	1-2-5- برش قطعات
72	2-2-5- آماده‌سازی سیالات ساینده
73	3-2-5- میدان مغناطیسی
73	3-5- نتایج آزمایش‌ها
73	1-3-5- نتایج آزمایش بر روی آلومینیوم
75	2-3-5- نتایج آزمایش‌ها بر روی مس

- 76 3-3-5- نتایج آزمایش‌ها بر روی فولاد ضدزنگ آستنیتی (نگیر)
- 77 4-5- نمودار، تحلیل، بررسی و بحث در مورد نتایج
- 81 5-5- بررسی میزان تاثیر پارامترهای مختلف در آلومینیوم
- 81 1-5-5- میزان تاثیر میدان مغناطیسی
- 82 2-5-5- میزان تاثیر زمان سیکل کاری
- 83 3-5-5- میزان تاثیر جنس و مش ذرات ساینده
- 83 6-5- بررسی میزان تاثیر پارامترهای مختلف در مس
- 84 1-6-5- میزان تاثیر میدان مغناطیسی
- 84 2-6-5- میزان تاثیر زمان سیکل کاری
- 85 3-6-5- میزان تاثیر جنس و مش ذرات ساینده
- 86 7-5- بررسی میزان تاثیر پارامترهای مختلف در فولاد ضد زنگ
- 86 1-7-5- میزان تاثیر میدان مغناطیسی
- 86 2-7-5- میزان تاثیر زمان سیکل کاری
- 87 3-7-5- میزان تاثیر جنس و مش ذرات ساینده
- 87 8-5- بررسی تاثیر پارامترها به صورت همزمان
- 87 1-8-5- بررسی وابستگی میدان مغناطیسی به جنس قطعه‌کار
- 89 2-8-5- بررسی وابستگی زمان سیکل کاری به جنس قطعه‌کار
- 90 3-8-5- بررسی وابستگی جنس و مش ذرات ساینده به جنس قطعه‌کار
- 93 فصل ششم

94	1-6- نتیجه‌گیری
94	2-6- ارائه پیشنهاد
95	مراجع

فهرست شکل‌ها

فصل اول

3	شکل 1-1 چگونگی قرارگیری ذرات ساینده در زنجیره های CIP
4	شکل 2-1 چیدمان ذرات کربونیل آهن و سیلیکون کارباید در شش آزمایش مختلف
5	شکل 3-1 مکانیزم پیشنهادی براده‌برداری در ماشینکاری مغناطیسی بوسیله ی ذرات ساینده‌ی محصور بین ذرات مغناطیسی
5	شکل 4-1 نقش ذرات ساینده در فرآیندهای پرداخت کاری مختلف

فصل دوم

9	شکل 2- 1 انواع روش های تولید قطعات در مقیاس میکرو و ماکرو
10	شکل 2- 2 روش های پرداخت کاری و ماشینکاری میکرو – نانو
13	شکل 2- 3 نمایی شماتیک از فرآیند MRAFF
	شکل 2- 4 نمایی شماتیک از فرآیند MRAFF14
15	شکل 2- 5 نمای شماتیکی از منطقه‌ی پلاستیکی بینگهام
16	شکل 2- 6 مقایسه‌ای بین سیال نیوتنی و سیال پلاستیکی بینگهام
16	شکل 2- 7 جهت‌گیری ذرات مغناطیسی و ساینده
19	شکل 2- 8 نیروهای وارده به ذره ساینده فرو رفته در سطح کار

- 19 شکل 2- 9 مکانیزم براده برداری
- 22 شکل 2- 10 قرارگیری آهنرباها و بررسی میدان مغناطیسی آنها
- شکل 2- 11 ذرات ساینده به قله ها نزدیک شده و پس از برخورد به آنها ارتفاع قله های جدید ثبت می شوند
- 24
- 26 شکل 2- 12 پروفایل سطح
- 26 شکل 2- 13 نمای شماتیک سطح در حال پرداخت
- فصل سوم
- 29 شکل 3- 1 نمای سه بعدی مخزن نگه دارنده ذرات ساینده
- 29 شکل 3- 2 نمای برش خورده ی مخزن نگه دارنده ذرات ساینده
- 31 شکل 3- 3 نمای سه بعدی صفحه ی فولادی تکیه گاه
- 31 شکل 3- 4 نمای برش خورده ی صفحه ی فولادی تکیه گاه
- 31 شکل 3- 5 نمای برش خورده ی پکینگ پلی اورتان
- 32 شکل 3- 6
- 33 شکل 3- 7 فنر فولادی سبک استفاده شده برای تعلیق و کنترل نیروی گیره بندی
- 34 شکل 3- 8 نمایی از محور اصلی که در آن رزوه بالایی محل قرارگیری پکینگ می باشد
- 35 شکل 3- 9 نمای سه بعدی پوسته
- 35 شکل 3- 10 نمای سه بعدی درپوش فولادی
- 36 شکل 3- 11 فنر مقطع مستطیلی
- 37 شکل 3- 12 یک منبع قدرت هیدرولیک به همراه شیر هیدرولیک و فشارسنج عقربه ای

- 38 شکل 3-13 کوپلینگ ستاره‌ای
- 39 شکل 3-14 مدل سه بعدی از یک جک هیدرولیک
- 39 شکل 3-15 جک هیدرولیک، پایه‌ی فولادی به همراه پکینگ، حلقه‌ی فولادی و مهره
- 40 شکل 3-16 شیرهای برقی 4x3
- 41 شکل 3-17 نمای برش خورده‌ی یک شیر برقی هیدرولیک
- 41 شکل 3-18 تایمر دوزمانه
- 42 شکل 3-19 چند شیلنگ هیدرولیک پرس شده
- 43 شکل 3-20 نمای مونتاژ شده‌ی مکانیزم فنری
- 43 شکل 3-21 قراردهی پکینگ و جا زدن مخزن آلومینیومی
- 44 شکل 3-22 نمایی نزدیک از اتصالات پیچی بین مکانیزم فنری و مخزن سیال ساینده
- 44 شکل 3-23 نمای مونتاژی قسمت هیدرولیک
- 45 شکل 3-24 مدل سه‌بعدی مونتاژ کامل دستگاه
- 46 شکل 3-25 مدل سه‌بعدی مونتاژ کامل دستگاه از نمای دیگر
- 47 شکل 3-26 مدل مونتاژی دستگاه به همراه منبع قدرت هیدرولیک
- فصل چهارم
- 49 شکل 4-1 تصویر قطعه‌ی خام آلومینیومی
- 50 شکل 4-2 قطعه‌ی گیره‌بندی شده بین فک‌های سه نظام و مرغک
- 51 شکل 4-3 قرارگیری مته در داخل 3 مورس با ابعاد مختلف و ایجاد سوراخ مرکزی

- 51 شکل 4-4 ایجاد ادامه‌ی سوراخ مرکزی از انتهای دیگر قطعه کار
- 52 شکل 4-5
- 52 شکل 4-6
- 53 شکل 4-7 سمباده‌زنی سطح داخلی مخزن
- 54 شکل 4-8 جوشکاری آلومینیوم واسطه آلومینیومی به مخزن
- 54 شکل 4-9 شیر ربع گرد برای تخلیه سیال ساینده
- 55 شکل 4-10 صفحه تکیه‌گاه سوار شده روی دستگاه تراش
- 56 شکل 4-11 صفحه‌ی تکیه‌گاه پایینی
- 57 شکل 4-12 پوسته‌ی در حال کف تراشی
- 57 شکل 4-13 داخل تراشی همزمان استوانه و صفحه
- 58 شکل 4-14 مرحله‌ی آخر تراشکاری درپوش فولادی
- 59 شکل 4-15 برش درپوش
- 60 شکل 4-16 محور در حال تراش
- 60 شکل 4-17 پکینگ و اجزا متصل کننده‌ی آن به سر محور
- 61 شکل 4-18 انتهای رزوه شده‌ی محور
- 61 شکل 4-19 نمای مونتاژی مکانیزم فنری
- 62 شکل 4-20 ستون‌های دستگاه با یک سر رزوه شده
- 63 شکل 4-21 منبع قدرت قبل از سوار کردن تجهیزات
- 63 شکل 4-22 یک منبع قدرت پس از نصب تجهیزات جانبی

64	شکل 4-23 تصویری از مدار برقی بکار گرفته شده
64	شکل 4-24 یک تایمر دو زمانه با نقشه‌ی مدار الکتریکی و صفحه‌ی کنترل
65	شکل 4-25 شیر برقی و شیلنگ هیدرولیک
66	شکل 4-26
67	شکل 4-27 پودر سیلیکون کارباید
67	شکل 4-28 سیال ساینده‌ی گلیسرین و سیلیکون کارباید
68	شکل 4-29 مکانیزم فنری
68	شکل 4-30 مکانیزم فنری به همراه مخزن
69	شکل 4-31 قسمت هیدرولیک به همراه مخزن
69	شکل 4-32 مونتاژ کامل قسمت مکانیکی دستگاه
70	شکل 4-33 مونتاژ کامل دستگاه

فهرست جدول‌ها

20	جدول 1-2 عمق نفوذ و نیروی وارده بر ذرات
24	جدول 2-2 مقایسه نتایج عملی و تئوری پس از 200 سیکل
72	جدول 5-1
74	جدول 5-2
75	جدول 5-3
77	جدول 5-4

فهرست نمودارها

- 78 نمودار 5-1 نتایج آزمایش بر روی آلومینیوم
- 78 نمودار 5-2 نتایج آزمایش بر روی آلومینیوم
- 79 نمودار 5-3 نتایج آزمایش بر روی مس
- 79 نمودار 5-4 نتایج آزمایش بر روی مس
- 80 نمودار 5-5 نتایج آزمایش بر روی فولاد ضد زنگ
- 80 نمودار 5-6 نتایج آزمایش بر روی فولاد ضد زنگ
- 81 نمودار 5-7 مقایسه‌ی رفتار سه جنس 1- فولاد 2- مس 3- آلومینیوم
- 82 نمودار 5-8 میدان مغناطیسی 1- 0/4 تسلا 2- 1/2 تسلا
- 82 نمودار 5-9 زمان سیکل کاری 1- 1 ساعت 2- 1/5 ساعت
- نمودار 5-10 ذرات ساینده 1- سیلیکون کارباید با مش 1200 2- آلومینا با مش 1200 3- سیلیکون
83 کارباید با مش 400
- 84 نمودار 5-11 میدان مغناطیسی 1- 0/4 تسلا 2- 1/2 تسلا
- 85 نمودار 5-12 زمان سیکل کاری 1- 1 ساعت 2- 1/5 ساعت
- نمودار 5-13 ذرات ساینده 1- سیلیکون کارباید با مش 1200 2- آلومینا با مش 1200 3- سیلیکون
85 کارباید با مش 400
- 86 نمودار 5-14 میدان مغناطیسی 1- 0/4 تسلا 2- 1/2 تسلا
- 87 نمودار 5-15 زمان سیکل کاری 1- 1 ساعت 2- 1/5 ساعت

- نمودار 5-16 ذرات ساینده 1- سیلیکون کارباید با مش 1200 2- آلومینا با مش 1200 3- سیلیکون کارباید با مش 400
87
- نمودار 5-17 تاثیر جنس در میدان مغناطیسی به قدرت 0/4 تسلا 1- فولاد 2- مس 3- آلومینیوم
88
- نمودار 5-18 تاثیر جنس در میدان مغناطیسی به قدرت 1/2 تسلا 1- فولاد 2- مس 3- آلومینیوم
88
- نمودار 5-19 زمان سیکل کاری 1 ساعت 1- فولاد 2- مس 3- آلومینیوم
89
- نمودار 5-20 زمان سیکل کاری 1/5 ساعت 1- فولاد 2- مس 3- آلومینیوم
90
- نمودار 5-21 ذرات ساینده سیلیکون کارباید با مش 1200 1- فولاد 2- مس 3- آلومینیوم
91
- نمودار 5-22 ذرات ساینده آلومینا با مش 1200 1- فولاد 2- مس 3- آلومینیوم
91
- نمودار 5-23 ذرات ساینده سیلیکون کارباید با مش 400 1- فولاد 2- مس 3- آلومینیوم
92

فصل اول

پیشینه‌ی تحقیق

1-1- تحقیقات صورت گرفته

در تمامی فرآیندهای پرداخت کاری سایشی ذرات ساینده همواره نقش مهمی را ایفا کرده اند. فرآیند Magneto Rheological Abrasive Flow Finishing (MRAFF) نیز از این قاعده مستثنا نمی باشد. از این رو محققان به بررسی در این مورد پرداخته و نتایج بدست آمده را برای بهبود کیفیت کارهای بعدی استفاده کرده اند.

V.K.Jain و Sunhil Jha [14] در سال 2006 طی تحقیقی در این مورد از دو درجه ذرات کربونیل آهن CS و BH به همراه ذرات ساینده ی SiC در اندازه دانه های 800 و 1200 و 2000 از شرکت BASF استفاده کردند. در این آزمایش فرض آنها بر این بود که ذرات کربونیل آهن از نوع HS grade (3/5 μ m) توانایی زیادی برای تشکیل زنجیره قوی و در برگیری ذرات ساینده ندارند.

آنها در آزمایش خود برای ثبت رفتار حرکتی سیال از یک حرکت سنج مغناطیسی موئین¹ استفاده کردند. فشار تزریق سیال برای پراکنش ذرات در محفظه ها نیز 3/75 MPa ثبت شده است. چگالی شار مغناطیسی مورد استفاده آنها 0/53 تسلا و مولد میدان مغناطیسی نیز از دو نوع الکترومگنت C شکل و فولاد نورد سرد بازپخت شده بود. شرایط ترکیب سیال مغناطیسی به صورت 20% پودر کربونیل آهن، 20% ذرات ساینده ی سیلیکون کارباید و 60% سیال واسطه اصلی متشکل از پارافین مایع به اضافه AP₃ در فاز پیوسته در نظر گرفته شده بود. جنس قطعه کار مورد آزمایش از فولاد ضدزنگ² با زبری سطح اولیه 0/3 میکرون و دستگاه ثبت پروفایل نیز از نوع Mahr surfanalyzer 5000 انتخاب شده بودند.

¹ Capillary Magneto Rheometer

² Stainless Steel