بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی مهندسی مکانیک
گروه ساخت و تولید

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک

عنوان

مطالعه تاثیر جنس، اندازه و فشار پاشش ذرات ماسه بر روی رفتار سایش فرسایشی فولاد ابزارAISI H13

استاد راهنما

دکتر محمد رضا شبگرد

استاد مشاور

دکتر بهنام داودی

پژوهشگر

حسین قاسم زاده

بهمن ماه ۱۳۹۰

تقدیم به

آنان که به من آموخته اند

تشکر و قدردانی:

سپاس خداوند منان را که به من توفیق عنایت فرمود تا این دوره از تحصیلات را نیز با موفقیت به اتمام رسانم.

با تشکر و سپاس از راهنمایی ها و مساعدت‌های استاد راهنمای محترم دکتر محمد رضا شبگرد که همواره پشتیبان و یاری دهنده من در طول این تحقیق بوده-اند، سپاس خود را به استاد مشاور محترم دکتر بهنام داودی اعلام می‌دارم.

همچنین از تمامی اساتید گروه مهندسی ساخت و تولید که مدیون زحماتشان هستم سپاسگزاری می‌نمایم.

از حمایت های بی منت پدر، مادر، خواهر و برادران عزیزم سپاسگزاری کرده و از خداوند منان برای آنها عمر با عزت و سلامت خواستارم.

حسین قاسم زاده

بهمن ماه ۱۳۹۰

نام خانوادگی: قاسم زاده نام: حسین

عنوان پایان نامه: مطالعه تاثیر جنس، اندازه و فشار پاشش ذرات ماسه بر روی رفتار سایش فرسایشی فولاد ابزارAISI H13

استاد راهنما: **دکتر محمدرضا شبگرد**

استاد مشاور: **دکتر بهنام داودی**

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: **مهندسی مکانیک**
گرایش: **ساخت و تولید** دانشگاه: **تبریز** دانشکده: **مکانیک**
تاریخ فارغ التحصیلی: بهمن ماه ۱۳۹۰ تعداد صفحه: ۱۱۹

کلید واژه ها: سایش فرسایشی، فولاد ابزارAISI H13، عملیات حرارتی و نفوذی.

چکیده

فولاد ابزار AISI H13 به علت دارا بودن ویژگی هایی نظیر شکل پذیری مناسب در حالت گرم و سرد، استحکام تسلیم خوب و سختی پذیری بالا می تواند انتخابی مناسب برای به کارگیری در شرایط سایش فرسایشی باشد. یکی از مصارف این فولاد ساخت قالب های ماهیچه سازی (جعبه ماهیچه) جهت تولید ماهیچه های ریخته گری می باشد. در تهیه ماهیچه به هنگام شوتینگ ماسه به داخل جعبه ماهیچه قسمت هایی از جعبه ماهیچه سائیده شده و در نتیجه ماهیچه های تولیدی دقت ابعادی و هندسی خود را از دست می دهند. که این امر سبب کاهش عمر قالب، کاهش تولید به لحاظ متوقف شدن خط تولید و افزایش هزینه های تولید می گردد. نظر به بالا بودن هزینه ساخت قالب های ماهیچه و غیر اقتصادی بودن تعویض و تعمیر آنها در حین فرایند تولید، بسیار مطلوبست که خواص سایشی این فولاد ها بهبود یافته و لذا عمر آنها طولانی تر گردد. بهینه کردن ساختار متالوژیکی فولاد ها از طریق انجام عملیات حرارتی و نفوذی مناسب، یکی از روش های دستیابی به این اهداف می باشد.

در این پژوهش جهت کنترل سایش قالب های ماهیچه و کاهش میزان آن ابتدا مکانیزم حاکم بر رفتار سایش از طریق میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مشخص شد و سپس جهت نیل به این منظور به کمک دستگاه سند بلاست تاثیر جنس، سختی، اندازه و فشار ذرات ماسه بر روی نرخ فرسایش فولاد ابزار AISI H13 که به منظور به دست آوردن ساختارهای میکروسکوپی مطلوب و خواص مکانیکی متفاوت تحت عملیات های حرارتی و نفوذی گوناگون: کوئنچ تمپر، مارتمپر، نیتروژن دهی و کربن دهی قرار گرفته است مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش های تجربی حاصل از این تحقیق نشان

ادامه چکیده ...

می دهدکه مقدار نرخ فرسایش جعبه ماهیچه ها تابعی از جنس، سختی، ریزی و درشتی و فشار شوت ذرات ماسه می باشد بطوریکه نرخ فرسایش درماسه سیلیسی بیشتر از ماسه کرومیتی است. افزایش سختی و اندازه ذرات ماسه باعث افزایش نرخ فرسایش به صورت خطی می گردد ولی افزایش فشار ذرات ماسه باعث افزایش نرخ فرسایش به صورت نمایی می گردد. علاوه برآن نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مقدار فرسایش تنها تابعی از سختی سطحی قطعه کار نبوده بلکه ریزساختار آنها نیز از جمله عوامل مهم و تعیین کننده در مقدار فرسایش می باشند بطوریکه مقدار فرسایش ریز ساختار های مارتنزیتی حاوی کاربید بسیار ریز و یکنواخت بمراتب کمتر از ریزساختارهای مارتنزیتی همراه با کاربید های درشت و پراکنده می باشد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱

فصل اول: مبانی سایش و عوامل موثر بر آن ۴

۱-۱- تریبولوژی ۴

۱-۲- پدیده های سطحی ۴

۱-۳- تعریف سایش ۵

۱-۴- اصول بنیانی سایش ۶

۱-۴-۱- تغییر شکل تک ناهمواری ۶

۱-۴-۱-۱- تغییر شکل الاستیک ۷

۱-۴-۱-۲- تغییر شکل پلاستیک ۸

۱-۴-۲- تئوری تماس چندین ناهمواری ۹

۱-۵- تقسیم بندی سایش ۱۰

۱-۶- انواع سایش بر اساس حرکت ۱۱

۱-۶-۱- سایش لغزشی ۱۱

۱-۶-۱-۱- تئوری سایش لغزشی ۱۱

۱-۶-۱-۲- پارامتر های موثر بر سایش لغزشی ۱۴

۱-۶-۱-۳- روش های ارزیابی سایش لغزشی ۱۴

۱-۶-۱-۴- روش های اندازه گیری مقدار سایش ۱۶
۱-۶-۲- سایش نوسانی ۱۷
۱-۶-۲-۱- عوامل موثر بر سایش نوسانی ۱۸
۱-۷- انواع سایش بر اساس مکانیزم ۱۹
۱-۷-۱- سایش چسبان ۱۹
۱-۷-۱-۱- مکانیزم سایش چسبان ۱۹
۱-۷-۱-۲- کنترل سایش چسبان ۲۲
۱-۷-۲- سایش خراشان ۲۳
۱-۷-۲-۱- مکانیزم سایش خراشان ۲۴
۱-۷-۲-۲- سایش خراشان توسط تغییر شکل پلاستیکی ۲۵
۱-۷-۲-۳- سایش خراشان توسط شکست ترد ۲۶
۱-۷-۲-۴- روش های ارزیابی سایش خراشان ۲۹
۱-۷-۳- سایش فرسایشی ۳۰
۱-۷-۳-۱- تئوری سایش فرسایشی ۳۲
۱-۷-۳-۲- رفتار سایشی ۳۵
۱-۷-۳-۳- مکانیزم های سایش فرسایشی ۳۶
۱-۷-۴- عوامل موثر در سایش فرسایشی ۳۷
۱-۷-۵- ذرات ساینده مورد استفاده در سایش فرسایشی ۳۸
۱-۷-۶- ماسه سیلیسی ۳۸
۱-۷-۷- ماسه کرومیتی ۳۹

۱-۷-۸- تعیین ریزی ۴۰
۱-۷-۹- شکل ذرات ساینده..... ۴۱
۱-۷-۱۰- روش های ارزیابی سایش فرسایشی ۴۱
۱-۷-۱۰-۱- آزمون های استاندارد فرسایش در اثر برخورد ذرات جامد ۴۵
۱-۷-۱۰-۲- آزمون های استاندارد فرسایش دوغابی ۴۶
۱-۷-۱۱- روش های کنترل سایش فرسایشی..... ۴۶

فصل دوم: پیشینه تحقیق ۵۱
۲-۱- هدف ۵۳

فصل سوم: مواد و روش ها..... ۵۵
۳-۱- مقدمه..... ۵۵
۳-۲- مواد ساینده ۵۵
۳-۳- آزمون تعیین ریزی ماسه..... ۵۷
۳-۴- آزمون تعیین سختی ذرات ماسه ۶۲
۳-۵- مواد سایش شونده..... ۶۲
۳-۵-۱- کامپوزیت WC-Co ۶۳
۳-۵-۲- فولاد ابزار AISI H13 و کاربرد آن ۶۳
۳-۶- ساخت نمونه جهت آزمایش سایش..... ۶۶
۳-۶-۱- آزمایش آنالیز شیمیایی ۶۶

۳-۶-۲- آماده سازی اولیه ۶۶
۳-۶-۳- کد گذاری نمونه ها ۶۷
۳-۶-۴- چربی زدایی نمونه ها ۶۸
۳-۷- آزمایش های عملیات حرارتی ۶۸
3-8- سخت کردن و بازپخت ۷۰
۳-۸-۱- عملیات حرارتی کوئنچ تمپر ۷۰
۳-۸-۲- عملیات حرارتی مارتمپرینگ ۷۲
۳-۸-۳- عملیات حرارتی آستمپرینگ ۷۳
۳-۸-۴- عملیات سطحی نیتروژن دهی ۷۵
۳-۸-۵- عملیات سطحی کربن دهی (سمانتاسیون) ۷۶
۳-۹- تجهیزات مورد نیاز جهت انجام آزمایش سایش ۷۷
۳-۹-۱- دستگاه سند بلاست ۷۷
۳-۹-۲- دستگاه کمپرسور باد ۷۸
۳-۹-۳- فیکسچر نگهدارنده قطعه کار ۷۸
۳-۹-۴- تمیز کاری نمونه ها ۸۰
۳-۱۰- تجهیزات مورد استفاده ۸۰
۳-۱۰-۱- ترازوی دیجیتالی ۸۰
۳-۱۰-۲- آزمون متالوگرافی ۸۱
۳-۱۰-۲-۱- آماده سازی نمونه جهت مطالعات میکروسکوپی ۸۱
۳-۱۱- آزمون میکروسختی سنجی ۸۲

۳-۱۲- طراحی آزمایش ها ۸۳

فصل دوم: نتایج و بحث ۸۷

۴-۱- مقدمه ۸۷

۴-۲- نتایج حاصل از آزمایش ها ۸۷

۴-۳- تاثیر سختی ذرات ماسه بر روی نرخ فرسایش نمونه ها ۹۰

۴-۴- تاثیر سختی سطحی قطعه کار بر روی نرخ فرسایش نمونه ها ۹۱

۴-۵- تاثیر فشار شوت ماسه بر روی نرخ فرسایش نمونه ها ۹۴

۴-۶- تاثیر اندازه ذرات ماسه بر روی نرخ فرسایش نمونه ها ۹۵

۴-۷- تاثیر جنس ماسه بر روی نرخ فرسایش نمونه ها ۹۷

۴-۸- تاثیر جنس و اندازه ذرات ماسه بر روی مورفولوژی سطح ۹۸

۴-۹- تاثیر ریزساختار بر روی نرخ فرسایش نمونه ها ۱۰۱

۴-۹-۱- بررسی ریزساختاری ۱۰۲

۴-۹-۱-۱- نمونه خام ۱۰۲

۴-۹-۱-۲- نمونه سمانتاسیون شده ۱۰۳

۴-۹-۱-۳- نمونه کوئنچ تمپر شده (۴۰۰) ۱۰۵

۴-۹-۱-۴- نمونه کوئنچ تمپر شده (۵۵۰) ۱۰۶

۴-۹-۱-۵- نمونه مارتمپر شده ۱۰۸

۴-۹-۱-۶- نمونه کوئنچ تمپر شده توأم با عملیات نیتروژن دهی ۱۱۰

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۱۴

۵-۱- نتیجه گیری ۱۱۴

۵-۲- پیشنهادات ۱۱۵

منابع و مراجع ۱۱۸

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱: مولفه های تریبوسیستم موثر بر رفتار سایشی و اصطکاکی مواد ۵

شکل ۱-۲: تغییر شکل الاستیک کره در تماس با یک صفحه مسطح ۷

شکل ۱-۳: توزیع تنش عمودی یک صفحه الاستیک در زیر یک کره ۸

شکل ۱-۴: نمایش تقسیم بندی انواع سایش ۱۰

شکل ۱-۵: شماتیک نحوه اتصال ناهمواری ها، در حین حرکت دو ناهمواری در مقابل یکدیگر ۱۲

شکل ۱-۶: شکل های هندسی مورد استفاده در آزمایش های سایش لغزشی ۱۵

شکل ۱-۷: شکل های هندسی از نحوه تماس سطوح متقابل در آزمایش های سایش ۱۶

شکل ۱-۸: مکانیزم چسبندگی اتمی (الکترونی) ۲۰

شکل ۱-۹: شماتیکی از سایش خراشان دو جسمی و سه جسمی ۲۴

شکل ۱-۱۰: هندسه تماس بین یک ذره مخروطی شکل ایده آل و سطح صاف ۲۶

شکل ۱-۱۱: دیاگرام نشان دهنده تشکیل ترک در یک ماده ترد به علت فروروندگی نقطه ای ۲۸

شکل ۱-۱۲: شماتیک روش های معمول جهت ارزیابی سایش خراشان مواد ۲۹

شکل ۱-۱۳: شماتیک سایش فرسایشی ۳۱

شکل ۱-۱۴: دیاگرام نشان دهنده نیرو های موثر یک ذره در تماس با یک سطح جامد ۳۱

شکل ۱-۱۵: فرایند فرو رفتن یک ذره سخت به سطح مسطحی از ماده شکل پذیر ۳۲

شکل ۱-۱۶: ارتباط بین کاهش وزن سطح ماده و جرم کل ذرات فرساینده برخورد کننده با آن ۳۴

شکل ۱-۱۷: رفتار فرسایشی مواد ۳۵

شکل ۱-۱۸: نمایش شماتیک روش های گوناگون ارزیابی آزمایش های سایش فرسایشی ۴۴

شکل ۱-۱۹: شماتیک روش مورد استفاده در استاندارد DIN 50332 ..... ۴۵

شکل ۱-۲۰: شماتیک روش مورد استفاده در استاندارد ASTM G76-04 ..... ۴۶

شکل ۱-۲۱: انواع روش های مهندسی سطح ۴۸

شکل ۳-۱: دستگاه آزمایش ریزی ماسه ۵۷
شکل ۳-۲: درصد باقیمانده ماسه بر روی هر الک بر حسب شماره الک در ماسه سیلیسی مورد استفاده ۶۰
شکل ۳-۳: درصد باقیمانده ماسه بر روی هر الک بر حسب شماره الک در ماسه کرومیتی مورد استفاده ۶۰
شکل ۳-۴: تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) ذرات ماسه کرومیتی **µm** 350 - 120 ..... ۶۱
شکل ۳-۵: تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) ذرات ماسه سیلیسی **µm** 350 - 180 ..... ۶۱
شکل ۳-۶: تصویر میکروسکوپ نوری ذرات ماسه در حالت مانت شده ۶۲
شکل ۳-۷: تصویری از مواد اولیه ساخته شده به همراه تلرانس های ابعادی و هندسی ۶۷
شکل ۳-۸: دستگاه قلم الکتریکی ۶۷
شکل ۳-۹: دستگاه بخار داغ ۶۸
شکل ۳-۱۰: دیاگرام TTT فولاد ابزار AISI H13 ..... ۷۱
شکل ۳-۱۱: دیاگرام تاثیر دمای بازپخت بر روی سختی فولاد ابزارAISI H13 ..... ۷۲
شکل ۳-۱۲: شمایی از عملیات حرارتی مارتمپرینگ همراه با نمودار TTT ۷۳
شکل ۳-۱۳: شمایی از عملیات حرارتی آستمپرینگ همراه با نمودار TTT ۷۴
شکل ۳-۱۴: دستگاه سند بلاست ۷۸
شکل ۳-۱۵: فیکسچر نگهدارنده قطعه کار ۷۹
شکل ۳-۱۶: موقعیت نمونه های سایش شونده در فیکسچر ۷۹
شکل ۳-۱۷: دستگاه تمیز کننده التراسونیک ۸۰
شکل ۳-۱۸: دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۸۱
شکل ۳-۱۹: نمایش موقعیت برشکاری قطعات بلوکی شکل از نمونه های سائیده شده ۸۲
شکل ۳-۲۰: دستگاه میکرو سختی سنجی ۸۳
شکل ۴-۱: تاثیر سختی ذرات ماسه بر روی نرخ فرسایش مواد مختلف در فشار ۳ بار ۹۰
شکل ۴-۲ : نرخ فرسایش مواد مختلف در فشار ۳ بار ۹۲
شکل ۴-۳: تاثیر سختی سطحی قطعه کار و سختی ذرات ساینده بر روی نرخ فرسایش در فشار ۳ بار ۹۳
شکل ۴-۴: تاثیر فشار شوت ماسه بر روی نرخ فرسایش توسط ماسه سیلیسی ۹۴

شکل ۴-۵: تاثیر فشار شوت ماسه بر روی نرخ فرسایش توسط ماسه کرومیتی ۹۵
شکل ۴-۶: تاثیر اندازه ذرات ماسه بر روی نرخ فرسایش در فشار ۱.۵ بار ۹۶
شکل ۴-۷: تاثیر اندازه ذرات ماسه بر روی نرخ فرسایش در فشار ۳ بار ۹۶
شکل ۴-۸: تاثیر جنس ماسه بر روی نرخ فرسایش در فشار ۱.۵ بار ۹۷
شکل ۴-۹: تصویر میکروسکوب الکترونی (SEM) از سطح نمونه های..... ۹۸
شکل ۴-۱۰: تصویر میکروسکوب الکترونی (SEM) از سطح نمونه های فولاد ابزار AISI H13 . ..... ۹۹
شکل ۴-۱۱: تصویر میکروسکوب الکترونی (SEM) از سطح نمونه های تنگستن کاربایدی. ۱۰۱
شکل ۴-۱۲: تصویر میکروسکوپ نوری نمونه خام فولاد ابزارH13 در بزرگنمایی ۲۰۰ برابر با محلول ۲٪ نیتال ۱۰۲
شکل ۴-۱۳ : تصویر میکروسکوپ الکترونی نمونه خام فولاد ابزارH13 .....۱۰۳
شکل ۴-۱۴: آنالیز نقطه ای EDX از نمونه خام ۱۰۳
شکل ۴-۱۵ : تصویر میکروسکوپ نوری نمونه سمانتاسیون شده فولاد ابزارH13 در بزرگنمایی ۴۰۰ برابر با محلول ماربل ۱۰۴
شکل ۴-۱۶ : تصویر میکروسکوپ الکترونی نمونه سمانتاسیون شده فولاد ابزارH13.....۱۰۴
شکل ۴-۱۷ : تصویر میکروسکوپ نوری نمونه کوئنچ تمپر شده (۴۰۰) فولاد ابزارH13 در بزرگنمایی ۶۰۰ برابر با محلول ۲٪ ماربل ۱۰۵
شکل ۴-۱۸ : تصویر میکروسکوپ الکترونی نمونه کوئنچ تمپر شده (۴۰۰) فولاد ابزارH13.....۱۰۵
شکل ۴-۱۹ : تصویر میکروسکوپ نوری نمونه کوئنچ تمپر شده (۵۵۰) فولاد ابزارH13 در بزرگنمایی ۶۰۰ برابر با محلول ۲٪ ماربل ۱۰۶
شکل ۴-۲۰ : تصویر میکروسکوپ الکترونی نمونه کوئنچ تمپر شده (۵۵۰) فولاد ابزارH13.....۱۰۷
شکل ۴-۲۱: انرژی آزاد تشکیل کاربید ها[۳۳] ۱۰۷
شکل ۴-۲۲: آنالیز نقطه ای EDX از نمونه کوئنچ تمپر شده(۵۵۰) ۱۰۸
شکل ۴-۲۳ : تصویر میکروسکوپ نوری نمونه مارتمپر شده (۵۵۰) فولاد ابزارH13 در بزرگنمایی ۶۰۰ برابر با محلول ۲٪ ماربل ۱۰۸
شکل ۴-۲۴ : تصویر میکروسکوپ الکترونی نمونه مارتمپر تمپر شده (۵۵۰) فولاد ابزارH13.....۱۰۹

شکل ۴-۲۵: آنالیز نقطه ای EDX از نمونه مارتمپر شده ۱۰۹

شکل ۴-۲۶ : تصویر میکروسکوپ نوری از سطح نمونه کوئنچ تمپر شده (۵۵۰) + نیتروژن دهی شده فولاد ابزارH13 در بزرگنمایی ۱۰۰ برابر با محلول ویلیلا ۱۱۰

شکل ۴-۲۷: تصویر میکروسکوپ الکترونی نمونه کوئنچ تمپر شده (۵۵۰) + نیتروژن دهی شده فولاد ابزارH13 ...۱۱۰

شکل ۴-۲۸: اثر عملیات حرارتی های گوناگون بر روی نرخ فرسایش فولاد ابزار H13 توسط ماسه کرومیتی ۱۱۱

شکل ۴-۲۹: اثر عملیات حرارتی های گوناگون بر روی نرخ فرسایش فولاد ابزار H13 توسط ماسه سیلیسی ۱۱۲

فهرست جدول ها

جدول ۳-۱ : کارت کنترل ماسه سیلیسی ۵۶

جدول ۳-۲ : کارت کنترل ماسه کرومیتی ۵۶

جدول ۳-۳: داده های بدست آمده از آزمون تعیین عدد ریزی برای ماسه کرومیتی مطابق با استاندارد AFS ۵۸

جدول ۳-۴: داده های بدست آمده از آزمون تعیین عدد ریزی برای ماسه سیلیسی مطابق با استاندارد AFS..... ۵۹

جدول ۳-۵: مشخصات کامپوزیت WC-Co ۶۳

جدول ۳-۶: نمایش فولاد ابزار AISI H13 در استاندارد های گوناگون ۶۴

جدول ۳-۷: حداقل و حداکثر مقدار ترکیب شیمیایی فولاد ابزار AISI H13 استاندارد ۶۴

جدول ۳-۸: خواص فیزیکی و مکانیکی فولاد ابزار AISI H13 در دما های مختلف..... ۶۵

جدول ۳-۹: هدایت حرارتی فولاد ابزار AISI H13 در دماهای مختلف..... ۶۵

جدول ۳-۱۰: نتایج حاصل از آنالیز ترکیب شیمیایی فولاد ابزارAISI H13 مورد استفاده ۶۶

جدول ۳-۱۱: پارامتر های تنظیمی در آزمایش سایش به همراه سطوح تغییرات ۸۴

جدول ۳-۱۲: پارامترهای ورودی ثابت در آزمایش سایش به همراه مقادیر تنظیمی..... ۸۵

جدول ۴-۱: نتایج حاصل از آزمایش ها..... ۸۸

جدول ۴-۲: نتایج حاصل از آزمایش ها..... ۸۹

جدول ۴-۳: ماسه های مورد استفاده به همراه نتایج سختی سنجی ۹۰

جدول ۴-۴: انواع مواد مورد استفاده به همراه نتایج سختی سنجی..... ۹۱

جدول ۴-۵: سختی سطحی نمونه ها قبل و بعد از آزمایش سایش..... ۹۲

مقدمه

در سیستم های مهندسی، سطوح مواد جامد به خاطر ارتباط با محیط اطراف نقش مهمتری را در مقایسه با بدنه[1] بازی می کنند و در این میان سطوح وظیفه حفاظت از خصوصیات سطحی مواد را بر عهده دارد. سایش[2] خاصیت سطحی مواد است که تاثیر زیادی بر عملکرد سیستم های مهندسی دارد بطوریکه سائیده شدن مواد، هزینه های نگهداری و تعویض قابل توجهی برجای گذاشته و باعث کاهش تولید می گردد. پدیده سایش معضلی است که صنعت از دیر باز با آن مواجه بوده است بطوریکه این پدیده سهم عمده‌ای از تخریب و زوال قطعات صنعتی را به خود اختصاص داده است. گروههای مختلفی در دنیا هزینه های تخریب ناشی از پدیده های سطحی همچون سایش و خوردگی را مورد مطالعه و بررسی قرارداده اند. در ایالات متحده امریکا میزان تخریب ناشی از سایش و خوردگی در حدود ۱۰۰ میلیارد دلار در سال و در آلمان در حدود ۱۰ میلیارد مارک تخمین زده شده است.

در این میان یکی از مباحث مهم علمی، فنی و اقتصادی که در سال های اخیر توجه عده ای از دانشمندان علوم مختلف را به خود معطوف داشته و مطالعات برروی آن انجام گرفته است پدیده سایش فرسایشی[3] می باشد که در مبحث تریبولوژی مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. سایش فرسایشی در اثر برخورد ذرات سخت با سطح نرم حاصل می شود که در آن ذرات یا توسط جریانی از گاز (مانند هوا) حمل می شود و یا درون مایعی روان وجود دارند و اغلب جهت تفاوت قائل شدن با آسیب های سطحی که در اثر ضربه مایع پرفشار[4] و یا قطرات مایع به وجود می آیند آنرا فرسایش ذرات جامد یا فرسایش دراثر برخورد

1 - Bulk
2 - Wear
3 - Erosive wear
4 - Liquid jets

جامد[1] تعریف می کنند. مثالهای از این نوع سایش فرسایشی عبارتند از: فرسایش بدنه هواپیما به هنگام پرواز از میان ابرها، فرسایش در خطوط لوله های معدن کاری که دوغاب آب و ماسه را حمل می کنند، فرسایش قالب های ماهیچه به هنگام برخورد ذرات ماسه در اثر پرشدن ماسه به داخل قالب. در همه این مثالها ذرات سخت با بدنه برخورد کرده و باعث سائیده شدن سطوح نرم می شوند.

با توجه به اینکه فولاد ابزار AISI H13 به عنوان مهمترین فولاد ابزار مقاوم به سایش بوده و بیشترین کاربرد را در ساخت قالب های جعبه ماهیچه دارد به همین دلیل هدف اصلی این پژوهش مطالعه و بررسی تاثیر جنس، اندازه و فشار ذرات ماسه های متداول ماهیچه سازی برروی رفتار سایش فرسایشی فولاد ابزار AISI H13 می باشد بدین منظور با انجام عملیات های حرارتی و نفوذی گوناگون: کوئنچ تمپر، مارتمپر، کربن دهی و نیتروژن دهی ریزساختار های متالوژیکی متفاوت جهت بهبود مقاومت سایشی و خواص سطحی مناسب بدست آمد و با انجام آزمایش سایش فرسایشی توسط دستگاه سند بلاست، رابطه بین نرخ فرسایش، سختی سطحی قطعه کار، سختی ذرات ساینده، فشار، نوع ماسه و ریزساختار مورد مطالعه قرار گرفت.

این پژوهش مشتمل برپنج فصل می باشد که در فصل اول مبانی سایش و عوامل موثر بر آن و همچنین مکانیزم های آنها جداگانه بررسی شده و به دنبال آن تحقیقات انجام گرفته در این زمینه در فصل دوم آورده شده است. در فصل سوم مواد اولیه مورد استفاده، مراحل ساخت نمونه ها، تجهیزات آزمایشگاهی و روش انجام آزمون ها معرفی شده و نتایج حاصل از آزمون های انجام گرفته و تحلیل آنها در فصل چهارم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در فصل پنجم نتایج کلی این پژوهش و پیشنهادات برای تحقیقات بعدی آورده شده و در پایان منابع و مراجع مورد استفاده ذکر گردیده است.

1 - Solid impingement erosion

فصل ۱

مبانی سایش و عوامل موثر بر آن