دانشگاه تربيت مدرس
دانشكده فني و مهندسي
بخش مهندسي مكانيک

پايان‌نامه كارشناسي ارشد

بررسي نيروي اصطكاک در تراشكاري به كمک ارتعاشات آلتراسونيک

حميد جمشيدي

استاد راهنما:

دكتر محمد جواد ناطق

اسفند ۸۹

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای **حمید جمشیدی** پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان بررسی نیروی اصطکاک در تراشکاری به کمک ارتعاشات آلتراسونیک و تاثیر آن بر روی ساختار براده** در تاریخ ۱۳۸۹/۱۲/۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - ساخت وتولید پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محمد جواد ناطق	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمد گلزار	استادیار	
استاد ناظر	دکتر مجتبی قدسی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محمدرضا رازفر	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر مجتبی قدسی	استادیار	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه/رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی مکانیک است که در سال ۱۳۸۷ در دانشکده فنی - مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر محمدجواد ناطق ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____ و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب حمید حمیدی دانشجوی رشته مهندسی مکانیک مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: حمید حمیدی

تاریخ و امضا: ۹۰/۲/۲۱

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب ..... دانشجوی رشته ..... ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۷
مقطع ..... دانشکده ..... متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا: .....
تاریخ: .....
۹۰/۲/۴

تقدیم به انگیزه تک تک نفس هایم...

به پدر و مادر عزیزم.

سپاسگزاري

برای نگارنده افتخار بزرگی بود که تحت نظارت جناب آقای دکتر ناطق این پایان نامه را به انجام رساند.به این وسیله از زحمات ایشان صمیمانه قدردانی می نمایم.همینطور از زحمات بی پایان و بی دریغ پدر و مادرم تشکر می نمایم. همچنین لازم می دانم از همياري و همفكري‌هاي جناب آقاي مهندس حميد سليماني‌مهر، مهندس حامد رضوي، مهندس بابک غلامزاده و دکتر سعید اميني و دانشجويان دانشگاه تربيت مدرس تشكر و قدرداني نمايم

چکیده

مزاياي استفاده از ارتعاشات آلتراسونيک در ماشين کاري (کاهش نيرو، افزايش صافي سطح، کاهش سايش ابزار و غيره) توسط محققين زيادي گزارش شده است که اغلب به صورت تجربي و در نتايج حاصل از آزمايش ها به دست آمده است. کمبود مدل تئوري در اين فرايند به نحوي که توجيه کننده نتايج حاصل از آزمايش ها باشد احساس مي شود. در اين پايان نامه مدل مکانيکی تحليلی اصطکاکي جهت پيدا کردن روابطي براي ضريب اصطکاک ، تنش ها و نيروي اصطکاک ونرمال، بر اساس اين ايده که در ماشين کاري آلتراسونيک سرعت برشي متغير است، ارائه شده است. براي يافتن اثر تغييرات سرعت بر پارامترهاي فوق الذکر از توابع زماني خاصي استفاده شده است که در آنها خواص ماده مورد نظر براي ماشين کاري در نظر گرفته شده است. طبق مدل ارائه شده و نتايج حاصل از آزمايش ها اعمال ارتعاشات آلتراسونيک باعث کاهش نيروهاي اصطکاک و نرمال و افزايش ضريب اصطکاک مي گردد.با افزايش پارامترهاي ارتعاشي (دامنه و فرکانس) ميزان کاهش نيروها و افزايش ضريب اصطکاک، افزايش مي يابد.

واژگان کليدي:مدل مکانيکي- تحليلي اصطکاکي،تراشکاري به کمک ارتعاشات آلتراسونيک، نيروي اصطکاک و نرمال ، ضريب اصطکاک.

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه
فهرست مطالب ..... أ
فهرست شکل‌ها ..... ج
فهرست جدول‌ها ..... و
نمادها ..... ز
فصل ۱- مقدمه ۱
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- مکانیک ماشین کاري عمودي ۲
۱-۲-۱- نیروها ۲
۱-۲-۲- تنش ها و روابط بین سرعت ها ۵
۱-۳- هدف از انجام این پژوهش ۷
فصل ۲ - نیروی اصطکاک روی سطح ابزار در تراشکاری معمولی ۹
۲-۱- مقدمه ۹
۲-۲- پیشینه پژوهش ۱۰
۲-۳- توزیع تنش هاي نرمال و برشي روي سطح ابزار ۱۲
۲-٤- اثرات سرعت برشي در فرایند برش ۱۹
فصل ۳ – مدل مکانیکی تحلیلی اصطکاکی در تراشکاری به کمک ارتعاشات آلتراسونیک ۲۳
۳-۱- مکانیک برش در ماشین کاري آلتراسونیک ۲٤
۳-۲- نحوه توزیع تنش هاي برشي و نرمال روي سطح ابزار در UAT ۲۷
فصل ٤ – آزمایش‌های تجربی انجام شده و نتایج ٤۲
٤-۱- مقدمه ٤۳
٤-۲- آزمایش های انجام شده به منظور تعیین توابع زماني موجود ٤٥
٤-۲-۱- رفتار طول تماس ابزار و براده در سرعت هاي مختلف ٤٦
٤-۲-۲- نحوه بدست آوردن تابع زماني(طول تماس- سرعت برشي) در مدل ٤۹
٤-۲-۳- تغییرات تنش نرمال به ازاي تغییرات سرعت برشي ٥۰
٤-۲-٤- نحوه بدست آوردن تابع زماني(تنش نرمال- سرعت برشي) در مدل ۴۶
٤-۳- آزمایش های انجام شده در تراشکاري به کمک ارتعاشات آلتراسونیک ٥۲
٤-٤- اثر دامنه ارتعاش بر نیروهاي اصطکاک، نرمال و ضریب اصطکاک در UAT ٥۸

٤-٥- اثر فركانس ارتعاش بر نيروهاي اصطكاك ، نرمال و ضريب اصطكاك ٦٥
٤-٦-اثر پارامتر هاي ماشين كاري بر نيروهاي اصطكاك، نرمال و ضريب اصطكاك در UAT ٦٧
٤-٦-١- اثر سرعت برشي قطعه كار ٦٧
٤-٦-٢- اثر ساير پارامتر هاي ماشينكاري ٥٩
فصل ٥- نتيجه گيری و پيشنهاد ها ٦٩
٥-١- نتيجه گيري ٧٠
٥-٢- پيشنهاد ها ٧٢
مراجع..... ٦٥
پيوست..... ٦٧
محاسبه زمان قطع و اتصال ابزار و براده در يک سيكل كاري :..... ٦٨

فهرست شکل‌ها

عنوان ..... صفحه
شکل ۱-۱ -هندسه ماشینکاري عمودي..... ۲
شکل ۱-۲ - دیاگرام نیرویي در ماشین کاري عمودي ، دایره مرچنت..... ٤
شکل ۱-۳ -رابطه بین سرعت ها در ماشینکاري عمودي.... ۷
شکل ۲-۱ توزیع تنش هاي نرمال و برشي روي سطح ابزار ۱٤
شکل ۲-۲ -توزیع تنش نرمال و برشي در سطح ابزار.... ۱۸
شکل ۲-۳ -توزیع تنش نرمال و برشي روي سطح ابزار... ۱۸
شکل ۲-۴ -توزیع تنش نرمال و برشي روي سطح ابزار... ۱۹
شکل ۲-۵ رابطه طول تماس با سرعت برشي براي قطعه کارهاي مختلف-۱-تیتانیوم ۲-برلیوم -مسUNSC17000,HB200 -۳- برلیوم مسUNSC17000,HB100 ۴-آهن ۵-مس۶-آلومینیوم ۲۰
شکل ۲-۶ رابطه طول تماس با سرعت برشي براي فولاد هاي مختلف ۱- AISI1010 ۲-AISI1020 -۳ AISI60 -۴ AISI1080 ۵ -AISI07 زاویه براده ۱۰ درجه- عمق برش ۴ میلیمتر - پیشروي ۰/۱۵۶ میلیمتر بر دور..... ۲۱
شکل ۲-۷ تاثیر سرعت برشي بر میانگین تنش نرمال روي سطح ابزار براي فولادهاي مختلف۱-steel 1010 ۲-steel 1020 -۳ steel 1060 ۴- steel HV100 ۵- steel ASTM A228 ۶-tool steel 07 زاویه براده ۱۰درجه و پیشروي ۰/۱۵۶ میلیمتر بر دور..... ۲۱
شکل ۲-۸ رابطه سرعت برشي با تنش نرمال میانگین براي آلیاژ مس برلیوم با سختي هاي مختلف. زاویه آزاد ۱۰ درجه..... ۲۲
شکل ۳-۱ -نیرو هاي وارد بر براده..... ۲۵
شکل ۳-۲ -ارتعاش ابزار در تراشکاري به کمک ارتعاشات آلتراسونیک..... ۲۸
شکل ۳-۳ -توزیع تنش نرمال و برشي در UAT..... ۲۹
شکل ۴-۱ -شمایي از تنظیمات آزمایش..... ٤۵
شکل ۴-۲ -نمایي از تجهیزات آزمایش..... ٤۵
شکل ۴-۳ -اینسرت VBMW پوشش داده شده پس از ماشینکاري با شرایط سرعت برشي۱۵/۲متر بر دقیقه (سمت راست) و ۲۱/۲۸ متر بر دقیقه (سمت چپ) با سرعت پیشروي مشابه ۱۰ میلیمتر بر دقیقه و پهناي برش ۲/۲۵ میلیمتر.طول تماس اندازه گیري شده ۱/۳۰ (سمت راست) و ۱/۲۱ میلیمتر سمت چپ..... ٤۷
شکل ۴-۴ -رابطه طول تماس با سرعت برشي –قطعه کار آلومینیوم ۶۰۶۱-زاویه براده :صفر و پیشروي ۱۰ میلیمتر بر دقیقه-پهناي برش۲/۲۵..... ٤۸

شکل ۴-۵ -رابطه طول تماس با سرعت برشي –قطعه کار آلومینیوم ۶۰۶۱-زاویه براده:صفر و پیشروي ۳۰ میلیمتر بر دقیقه-پهناي برش ۲/۲۵..... ۴۸
شکل ۴-۶ -رابطه طول تماس با سرعت برشي –قطعه کار آلومینیوم ۶۰۶۱-زاویه براده:صفر و پیشروي ۵۰ میلیمتر بر دقیقه- پهناي برش ۲/۲۵..... ۴۸
شکل ۴-۷ -رابطه تنش نرمال با سرعت برشي – قطعه کار آلومینیوم ۶۰۶۱-زاویه براده:صفر-پیشروي ۱۰ میلیمتر بر دقیقه- پهناي برش۲/۲۵..... ۵۰
شکل ۴-۸ -- رابطه تنش نرمال با سرعت برشي – قطعه کار آلومینیوم ۶۰۶۱-زاویه براده:صفر-پیشروي ۳۰ میلیمتر بر دقیقه پهناي برش ۲/۲۵..... ۵۱
شکل ۴-۹ -رابطه تنش نرمال با سرعت برشي – قطعه کار آلومینیوم ۶۰۶۱-زاویه براده:صفر-پیشروي ۵۰ میلیمتر بر دقیقه پهناي برش ۲/۲۵..... ۴۶
شکل ۴-۱۰ -نمودار سرعت برشي (متر بر دقیقه) و نیروي نرمال در UAT (نیوتن) –دامنه ارتعاش ۶ میکرو متر-پیشروي ۱۰ میلیمتر بر دقیقه و پهناي برش ۲/۲۵ میلیمتر..... ۴۹
شکل ۴-۱۱ -نمودار سرعت برشي (متر بر دقیقه) و نیروي اصطکاک در UAT (نیوتن) –دامنه ارتعاش ۶ میکرو متر-پیشروي ۱۰ میلیمتر بر دقیقه و پهناي برش ۲/۲۵ میلیمتر..... ۴۹
شکل ۴-۱۲ -نمودار سرعت برشي (متر بر دقیقه) و ضریب اصطکاک در UAT و CT–دامنه ارتعاش ۶ میکرو متر-پیشروي ۱۰ میلیمتر بر دقیقه و پهناي برش ۲/۲۵ میلیمتر.... ۵۰
شکل ۴-۱۳ -نمودار سرعت برشي (متر بر دقیقه) و نیروي نرمال در UAT (نیوتن) –دامنه ارتعاش ۶ میکرو متر-پیشروي ۳۰ میلیمتر بر دقیقه و پهناي برش ۲/۲۵ میلیمتر..... ۵۰
شکل ۴-۱۴ نمودار سرعت برشي (متر بر دقیقه) و نیروي اصطکاک در UAT (نیوتن) –دامنه ارتعاش ۶ میکرو متر-پیشروي ۳۰ میلیمتر بر دقیقه و پهناي برش ۲/۲۵ میلیمتر..... ۵۱
شکل ۴-۱۵ -نمودار سرعت برشي (متر بر دقیقه) و ضریب اصطکاک در UAT–دامنه ارتعاش ۶ میکرو متر-پیشروي۳۰ میلیمتر بر دقیقه و پهناي برش ۲/۵ میلیمتر..... ۵۱
شکل ۴-۱۶ -نمودار سرعت برشي (متر بر دقیقه) و نیروي نرمال در UAT (نیوتن) –دامنه ارتعاش ۶ میکرو متر-پیشروي ۵۰ میلیمتر بر دقیقه و پهناي برش ۲/۲۵ میلیمتر..... ۵۸

شکل ۴-۱۷ -نمودار سرعت برشي (متر بر دقيقه) و نيروي اصطکاک در UAT (نيوتن) -دامنه ارتعاش ۶ ميکرو متر- پيشروي ۵۰ ميليمتر بر دقيقه و پهناي برش ۲/۲۵ ميليمتر..... ۵۸
شکل ۴-۱۸ -رابطه دامنه ارتعاشات با نسبت نيروهاي نرمال و اصطکاک در UAT به نيروي نرمال و اصطکاک درCT- سرعت برشي ۲۷/۳۵۶ متر بر دقيقه – پيشروي ۱۰ ميليمتر بر دقيقه -پهناي برش ۲/۲۵-فرکانس ۲۰ کيلوهرتز..... ۵۵
شکل ۴-۱۹ -نمودار سرعت برشي-نيروي نرمال در UAT (محاسبه شده از مدل تحليلی مکانيکی و اندازه گيري شده توسط دينامومتر)در دو دامنه ارتعاشي ۶ و ۱۰ ميکرومتر۶۳
شکل ۴-۲۰ - نمودار سرعت برشي-نيروي اصطکاک در UAT(محاسبه شده از مدل تحليلی مکانيکی و اندازه گيري شده توسط دينامومتر)در دو دامنه ارتعاشي ۶ و ۱۰ ميکرومتر۵۶
شکل ۴-۲۱ -نسبت ضريب اصطکاک در UAT به CT به ازاي دامنه ارتعاش هاي مختلف..... ٦٤
شکل ۴-۲۲ -اثر دامنه ارتعاش بر ضريب اصطکاک در UAT- پيشروي ۱۰ ميليمتر بر دقيقه – پهناي برش ۲/۲۵ ميليمتر-جنس قطعه کار AL6061 (داده ها نتايج حاصل از آزمايش هستند)..... ٦٥
شکل ۴-۲۳ -رابطه فرکانس ارتعاشات با نسبت نيروهاي نرمال و اصطکاک در UAT به نيروي نرمال و اصطکاک درCT- سرعت برشي ۲۷/۳۵۶ متر بر دقيقه – پيشروي ۱۰ ميليمتر بر دقيقه -پهناي برش ۲/۲۵-دامنه۱۰ کيلوهرتز..... ۵۸
شکل ۴-۲۴ -نسبت ضريب اصطکاک در UAT به CT به ازاي فرکانسهاي ارتعاشي مختلف..... ۵۹

فهرست جدول‌ها

عنوان..... صفحه
جدول ۳-۱ - داده هاي مربوط به شكل ۲-۶ نمونه شماره ۳۸۲
جدول ۳-۲ -داده هاي مربوط به شكل ۲-۶نمونه شماره ۲ ۳۹
جدول ۴-۱ -مشخصات ابزار..... ٤٤
جدول ۴-۲ -توابع زماني مورد استفاده در مدل تحليلی مكانيكی براي محاسبه نيروها در تراش كاري آلتراسونيک۵۲
جدول ۴-۳ -مقاسيه نيروهاي بدست آمده از آزمايش و مدل تحليلی مكانيكی -دامنه ارتعاش ۶ ميكرومتر-پيشروي ۱۰ ميليمتر بر دقيقه . ميانگين خطا در محاسبه نيروي نرمال۹ درصد و ميانگين خطا در محاسبه نيروي اصطكاک۱۱ درصد مي باشد..... ٥٤
جدول ۴-۴ -تاثير دامنه ارتعاش بر روي نيروهاي نرمال -اصطكاک و ضريب اصطكاک(سرعت برشي ۲۷/۲۵۶ متر بر دقيقه) پيشروي :۱۰ ميليمتر بر دقيقه-فركانس ارتعاش:۲۰كيلو هرتز..... ٦٠

نمادها

a	دامنه ارتعاش ابزار
b	پهناي برش
f	فركانس
F_{CT}	نيروي اصطكاک در تراش كاري معمولي
F_F	نيروي اصطكاک روي سطح ابزار
F_N	نيروي نرمال روي سطح ابزار
F_R	نيروي برايند در صفحه برش
F_s	نيروي برش در صفحه برش
F_{st}	نيروي اصطكاک در ناحيه چسبنده
F_{sl}	نيروي اصطكاک در ناحيه لغزنده
F_{SN}	نيروي نرمال در صفحه برش
F_T	نيرو در راستاي پيشروي
$F_{UAT(ave,T)}$	ميانگين نيروي اصطكاک در طول دوره تناوب در تراشكاري آلتراسونيک
$F_{UAT(ave,t_1-t_2)}$	ميانگين نيروي اصطكاک در مدت زمان وصل ابزار و براده در تراشكاري آلتراسونيک
F_V	نيرو در راستاي سرعت برشي
h	ضخامت براده تغيير شكل نيافته
h_c	ضخامت براده تغيير شكل يافته
l_c	طول تماس ابزار وبراده
l_{st}	طول ناحيه چسبنده بين ابزار و براده
l_{sl}	طول ناحيه لغزنده بين ابزارو براده
$N_{UAT(ave,T)}$	ميانگين نيروي نرمال در طول دوره تناوب در تراشكاري آلتراسونيک
$N_{UAT(ave,t_1-t_2)}$	ميانگين نيروي نرمال در مدت زمان وصل ابزار و براده در تراشكاري آلتراسونيک
N_{CT}	نيروي نرمال روي سطح ابزار در تراش كاري معمولي
r	نسبت برش
x	فاصله روي سطح ابزار از نقطه جدايش براده
V_c	سرعت برشي قطعه كار
V_{t-w}	سرعت نسبي ابزار و قطعه كار
$f(t)$	تابع زماني بيان كننده تغييرات تنش نرمال
$g(t)$	تابع زماني بيان كننده تغييرات طول تماس
α	زاويه براده
β	زاويه اصطكاک
μ	ضريب اصطكاک
υ	حجم
ρ	چگالي
σ	تنش نرمال
σ_{max}	ماكزيمم تنش عمودي روي سطح ابزار
τ	تنش برشي
τ_{st}	تنش برشي سيلان ماده قطعه كار
φ	زاويه صفحه برش

فـركـانـس زاويـه اي ω

فـصل ۱

مـقـدمـه

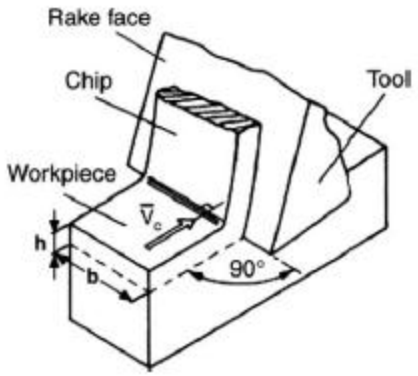
۱-۱- مقدمه

دليل اصلي توسعه روابط تحليلي در ماشينكاري، فهم دقيق مكانيزم برش فلزات و پيش بيني رفتار كلي حاكم بر اين فرايند است. در اين فصل ابتدا مكانيک ماشين كاري عمودي همراه با فرضيات در نظر گرفته شرح داده مي شود .

۱-۲- مكانيک ماشين كاري عمودي[۱]

۱-۲-۱- نيروها

اولين تحليل كامل مدل نيرويي در سال ۱۹٤۱ توسط ارنست و مرچنت ارائه گرديد.[۳-۱] *در اين* تحليل با توجه به هندسه ماشين كاري عمودي ، براده جسم صلبي فرض شده است كه تحت تاثير نيروي وارده از سطح تماس ابزار با براده و صفحه برش در تعادل است.



شكل ۱-۱-هندسه ماشينكاري عمودي [۴]

فرضياتي كه در اين مدل دو بعدي در نظر گرفته شده است عبارتند از: [1]

---

۱ –Mechanics of orthogonal cutting

۱-ابزار کاملا تیز است و هیچ تماسي بین سطح ابزار و قطعه کار[1] وجود ندارد.

۲-سطح برش به صورت یک صفحه در نظر گرفته مي شود

۳-لبه ابزار به صورت خط مستقیم و عمود بر راستاي سرعت برشي مي باشد (شکل ۱-۱)

٤-براده در جهات دیگر تغییر شکل ندارد (حالت کرنش صفحه اي)

٥-عمق برش ثابت است.

٦-عرض لبه برش ابزار از عرض قطعه کار بزرگتر است (شکل ۱-۱)

۷-قطعه کار با سرعت یکنواخت روي ابزار برش مي خورد. (سرعت برشي ثابت)

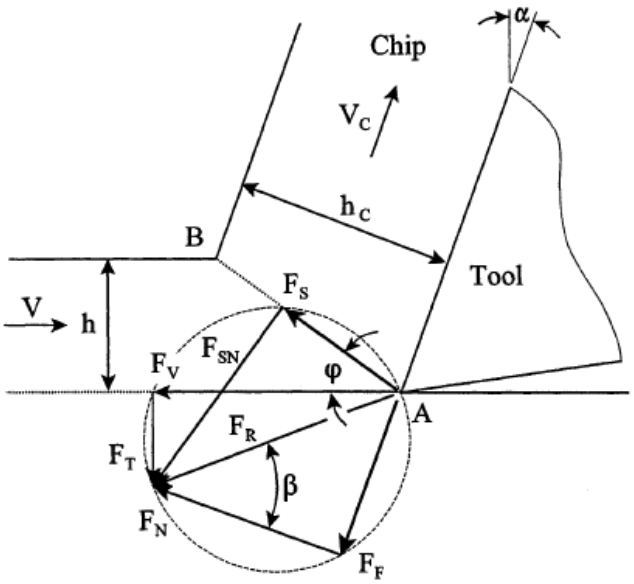
۸-براده به شکل پیوسته بدون لبه انباشته شکل مي گیرد

۹-تنش برشي و نرمال در صفحه برش به صورت یکنواخت توزیع شده اند.

نیروي برایند F_R را مي توان در صفحه برش و در سطح تماس ابزار و براده[2] و به صورت افقي و قائم تجزیه کرد [۱] تجزیه این نیرو در صفحات ذکر شده درشکل ۱-۲ آمده است:

۲- Clearance face

۱- Rake face



شکل ۱-۲- دیاگرام نیرویي در ماشین کاري عمودي ، دایره مرچنت[۲]

طبق هندسه برش نیروي برشي (F_S) و نرمال (F_{SN}) در صفحه برش ، و همچنین نیروي اصطکاک (F_F) و نرمال (F_N) در سطح ابزار به ترتیب عبارتند از: [۱]

(۱-۱)

$$F_s = F_V \cos\varphi - F_T \sin\varphi$$

(۱-۲)

$$F_{SN} = F_V \sin\varphi + F_T \cos\varphi$$

(۱-۳)

$$F_F = F_V \sin\alpha + F_T \cos\alpha$$

(۱-۴)

$$F_N = F_V \cos\alpha - F_T \sin\alpha$$

در روابط اخیر φزاویه صفحه برش، α زاویه براده ، F_V نیرو در راستاي سرعت برشي و F_T نیرو در راستاي