

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه کاشان

دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه

به منظور اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک-ساخت و تولید

عنوان:

**بررسی پارامترهای ماشینکاری ابزار ارتعاشی چرخان در فرآیند تراشکاری
ارتعاشی**

استاد راهنما:

دکتر سعید امینی

به وسیله:

نصیرالدین محققیان

بهمن ماه ۱۳۹۱

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی،

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان

است،

به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می‌گراید،

به پاس محبت‌های بی‌دینشان که هرگز فروکش نمی‌کند،

و

به پاس احساس‌شان که آینه‌ای از جنس گل‌های پشیم و عطر عشق است،

تقدیم به **مادر** عزیزم که همواره حامی من بوده‌اند.

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خداوند سبحان را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود.

انجام این پژوهش، بی‌شک دشواری‌ها و سختی‌های بسیاری به همراه داشته است که بدون همکاری و همیاری استادان و دوستان که اینجانب را قرین محبت و الطاف بی‌شائبه خود قرار داده‌اند، به ثمر نمی‌رسید. لذا بر خود می‌دانم از این عزیزان تشکر و قدردانی نمایم.

- از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر سعید امینی که به عنوان یک استاد علم و اخلاق، همواره با پیشنهادهای و راهنمایی‌های ارزنده در اجرای مراحل این پایان‌نامه مرا یاری نمودند، تشکر و قدردانی را دارم.
- از استادان بزرگوار جناب آقای دکتر کیوان ترابی و جناب آقای دکتر محمد هنر پیشه به خاطر پذیرش داوری این پایان‌نامه و رهنمودهای ارزشمندشان کمال تشکر و قدردانی را دارم.
- از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر ابوالفضل رنجبر، نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه، کمال تشکر را دارم.
- از جناب آقای مهندس کریم نژاد، کارشناس کارگاه ماشین‌افزار، به خاطر حمایت‌ها و زحماتشان، کمال تشکر را دارم.

چکیده

در این تحقیق به بررسی نیروهای ماشینکاری و زبری سطح قطعات تراشکاری شده با استفاده از ابزار چرخان ارتعاشی و مقایسه آن با ابزار چرخان معمولی پرداخته شد. بنابراین سیستمی طراحی شد که بتواند در حین چرخش، ارتعاش اولتراسونیک را به ابزار تراش انتقال دهد و همچنین بتواند به راحتی بر روی دستگاه تراش نصب شود. برای ارتعاش ابزار در حین تراشکاری نیاز به طراحی یک هورن با فرکانس حدود ۲۰ کیلو هرتز بود که سرانجام هورنی از جنس استیل با فرکانس ۲۰۶۱۸ هرتز، ابتدا در نرم افزار المان محدود آباکوس تحلیل، طراحی و سپس ساخته شد. همچنین از ابزار گرد با قطر ۱۰ میلیمتر برای تراشکاری و انجام آزمایش ها استفاده شد. آزمایش ها بر روی دو ماده آلومینیوم ۷۰۷۵ و MO40 انجام شد. تعداد آزمایش ها بر روی آلومینیوم، ۱۰۸ عدد و بر روی MO40، ۲۰ عدد می باشد. در نیمی از این آزمایش ها ارتعاش اولتراسونیک وجود دارد و نیمی دیگر از آزمایش ها، بدون حضور ارتعاش انجام شد. برای انجام و بررسی آزمایش ها از دستگاه تراش، ژنراتور مولد ارتعاش اولتراسونیک به همراه ترانسدیوسر ۲۰ کیلو هرتز، دینامومتر، دستگاه تصویر برداری از سطح قطعات تراشیده شده با بزرگنمایی قابل تنظیم (VMM) و دور سنج لیزری استفاده شد.

سرانجام پس از انجام کلیه آزمایش ها، اقدام به بررسی نیروهای ماشینکاری و زبری سطح قطعات تراشیده شده در آزمایش ها شد. نتایج بدست آمده بدین شرح است که، ارتعاش اولتراسونیک باعث کاهش نیروهای ماشینکاری و بهبود سطح قطعات تراشکاری شده با ابزار چرخان ارتعاشی، نسبت به ابزار چرخان معمولی می شود. همچنین سطح قطعات تراشیده شده به کمک ارتعاش اولتراسونیک ملایم تر از قطعاتی است که بدون ارتعاش اولتراسونیک تراشیده شده اند. در واقع هنگام وجود ارتعاش اولتراسونیک عمل برش به خوبی اتفاق می افتد در حالی که در غیاب ارتعاش اولتراسونیک براده ها کنده می شوند و برش به خوبی اتفاق نمی افتد.

کلمات کلیدی: ابزار چرخان ارتعاشی، ارتعاش اولتراسونیک، نیروهای ماشینکاری،

زبری سطح، براده، تراشکاری، ترانسدیوسر

عنوان	فهرست مطالب	صفحه
۱- فصل اول: مقدمه		۱
۱-۱- تراشکاری		۲
۱-۱-۱- برش متعامد		۳
۱-۱-۲- برش مایل		۶
۱-۲-۱-۱- تعریف		۶
۲-۱- تراشکاری به کمک ارتعاش اولتراسونیک		۹
۱-۲-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده در تراشکاری به کمک ارتعاش اولتراسونیک		۱۰
۳-۱- ماشینکاری به روش ابزار چرخان		۱۴
۱-۳-۱- مروری بر تحقیقات انجام شده در ماشینکاری به روش ابزار چرخان		۱۵
۴-۱- بیان مسئله (اهداف تحقیق)		۲۰
۲- فصل دوم: آماده سازی فرآیند		۲۳
۱-۲- هولدر		۲۵
۱-۱-۲- طراحی و تحلیل هورن		۲۶
۱-۱-۱-۲- اسکن هورن از نظر فرکانسی		۲۶
۱-۱-۲-۲- تحلیل، بررسی و ساخت هورن		۲۸
۲-۲- سیستم یاتاقان بندی ابزار		۳۵
۱-۲-۲- نحوه اتصال قطعات به یکدیگر:		۳۷
۳-۲- سیستم انتقال جریان الکتریسته به ترانسدیوسر در هنگام چرخش ابزار		۳۹
۱-۳-۲- سیستم جاروبک		۳۹
۲-۳-۲- اسلیپ رینگ		۴۰
۴-۲- سیستم چرخش ابزار و انتقال قدرت		۴۱
۵-۲- بدنه اصلی دستگاه		۴۳
۶-۲- مونتاژ دستگاه و آماده سازی برای انجام آزمایش		۴۵
۳- فصل سوم: انجام آزمایش ها		۴۷
۱-۳- طراحی آزمایش		۴۹

۵۱.....	۲-۳- آماده سازی تجهیزات
۵۱.....	۱-۲-۳- دینامومتر
۵۲.....	۲-۲-۳- ژنراتور مولد امواج اولتراسونیک
۵۳.....	۳-۲-۳- دستگاه تراش
۵۴.....	۳-۳- انجام آزمایش ها
۵۵.....	۴-۳- بررسی آزمایش ها
۵۶.....	۱-۴-۳- تصویر سطوح تراشکاری شده
۶۳.....	۲-۴-۳- اندازه گیری زبری سطوح
۶۴.....	۳-۴-۳- بررسی نمودارهای نیروی
۶۵.....	۴-۴-۳- بررسی و مقایسه شکل براده ها
۷۰.....	۵-۳- تحلیل آزمایش ها
۷۰.....	۱-۵-۳- تحلیل آزمایش های انجام شده بر روی آلومینیوم
	۱-۱-۵-۳- مقایسه تراشکاری معمولی و ارتعاشی ابزار چرخان از لحاظ نیرو و زبری سطح بر اساس تغییر
۷۰.....	سرعت برشی، بر روی آلومینیوم ۷۰۷۵
	۲-۱-۵-۳- مقایسه تراشکاری معمولی و ارتعاشی ابزار چرخان از لحاظ نیرو و زبری سطح بر اساس تغییر
۷۴.....	سرعت چرخش ابزار، بر روی آلومینیوم ۷۰۷۵
	۳-۱-۵-۳- مقایسه تراشکاری معمولی و ارتعاشی ابزار چرخان از لحاظ نیرو و زبری سطح بر اساس تغییر
۷۷.....	سرعت پیشروی، بر روی آلومینیوم ۷۰۷۵
	۴-۱-۵-۳- مقایسه تراشکاری معمولی و ارتعاشی ابزار چرخان از لحاظ نیرو و زبری سطح بر اساس تغییر
۸۱.....	عمق تراش، بر روی آلومینیوم ۷۰۷۵
۸۴.....	۲-۵-۳- تحلیل آزمایش های انجام شده بر روی MO40
	۱-۲-۵-۳- مقایسه تراشکاری معمولی و ارتعاشی ابزار چرخان از لحاظ نیرو و زبری سطح بر اساس تغییر
۸۵.....	سرعت برشی و بدون چرخش ابزار، بر روی MO40
	۲-۲-۵-۳- مقایسه تراشکاری معمولی و ارتعاشی ابزار چرخان از لحاظ نیرو و زبری سطح بر اساس تغییر
۸۶.....	سرعت برشی و با چرخش ابزار، بر روی MO40
	۳-۲-۵-۳- مقایسه تراشکاری معمولی و ارتعاشی ابزار چرخان از لحاظ نیرو و زبری سطح بر اساس تغییر
۸۷.....	سرعت چرخش ابزار، بر روی MO40
۸۹.....	۴- فصل چهارم: جمع بندی و پیشنهادها
۹۳.....	واژه نامه کلیدی
۹۴.....	منابع

عنوان

فهرست شکل‌ها

صفحه

- شکل ۱-۱: مشخصات یک ابزار تک لبه [۲]..... ۱
- شکل ۲-۱: هندسه فرآیند برش متعامد [۲]..... ۳
- شکل ۳-۱: تجزیه نیروی برآیند به مولفه‌های نیروی برشی [۲]..... ۴
- شکل ۴-۱: مدل برش متعامد [۲]..... ۵
- شکل ۵-۱: ناحیه‌های تغییر شکل در برش متعامد [۲]..... ۶
- شکل ۶-۱: هندسه فرآیند برش مایل [۲]..... ۷
- شکل ۷-۱: دیاگرام‌های نیرو، سرعت و صفحه برش در برش مایل [۲]..... ۸
- شکل ۸-۱: سیستم تراشکاری به کمک اولتراسونیک [۳]..... ۱۰
- شکل ۹-۱: تفاوت بین شیشه و PLC [۴]..... ۱۱
- شکل ۱۰-۱: تاثیر ارتعاش اولتراسونیک در شیار تراشی بر روی PLC [۴]..... ۱۱
- شکل ۱۱-۱: سطح آینه ای که با ابزار PCD و با تکنولوژی UVCD تراشیده شده است [۸]..... ۱۴
- شکل ۱۲-۱: نمای کلی ابزار چرخان..... ۱۵
- شکل ۱-۲: تصویر ساده ابزار چرخان ارتعاشی (VRT)..... ۲۴
- شکل ۲-۲: سیستم انتقال ارتعاش به ابزار..... ۲۵
- شکل ۳-۲: صفحه تنظیم ژنراتور مولد امواج اولتراسونیک در نرم افزار لب ویو..... ۲۷
- شکل ۴-۲: صفحه مربوط به اسکن ژنراتور مولد امواج اولتراسونیک در نرم افزار لب ویو..... ۲۸
- شکل ۵-۲: هورن طراحی شده با فرکانس ۲۰۴۳۷ هرتز از جنس آلومینیوم ۷۰۷۵ و با ابزار به قطر ۲۵ میلی‌متر..... ۲۸
- شکل ۶-۲: هورن طراحی شده با فرکانس ۲۰۳۱۵ هرتز از جنس آلومینیوم ۷۰۷۵ و با ابزار به قطر ۲۵ میلی‌متر..... ۲۹
- شکل ۷-۲: هورن ساخته شده با فرکانس ۲۰۴۳۷ هرتز از جنس آلومینیوم ۷۰۷۵ و با ابزار به قطر ۲۵ میلی‌متر..... ۳۰
- شکل ۸-۲: هورن ساخته شده با فرکانس ۲۰۳۱۵ هرتز از جنس آلومینیوم ۷۰۷۵ و با ابزار به قطر ۲۵ میلی‌متر..... ۳۰
- شکل ۹-۲: هورن طراحی شده با فرکانس ۲۰۵۱۸ هرتز از جنس استیل و با ابزار به قطر ۲۵ میلی‌متر..... ۳۱
- شکل ۱۰-۲: هورن ساخته شده با فرکانس ۲۰۵۱۸ هرتز از جنس استیل و با ابزار به قطر ۲۵ میلی‌متر..... ۳۱
- شکل ۱۱-۲: هورن طراحی شده با فرکانس ۲۰۷۶۰ هرتز از جنس آلومینیوم ۷۰۷۵ و با ابزار به قطر ۲۰ میلی‌متر..... ۳۲
- شکل ۱۲-۲: هورن طراحی شده با فرکانس ۲۰۴۰۲ هرتز از جنس آلومینیوم ۷۰۷۵ و با ابزار به قطر ۲۰ میلی‌متر..... ۳۳
- شکل ۱۳-۲: هورن ساخته شده با فرکانس ۲۰۷۶۰ هرتز از جنس آلومینیوم ۷۰۷۵ و با ابزار به قطر ۲۰ میلی‌متر..... ۳۳
- شکل ۱۴-۲: هورن ساخته شده با فرکانس ۲۰۴۰۲ هرتز از جنس آلومینیوم ۷۰۷۵ و با ابزار به قطر ۲۰ میلی‌متر..... ۳۳
- شکل ۱۵-۲: هورن طراحی شده با فرکانس ۲۰۶۱۸ هرتز از جنس استیل و با ابزار به قطر ۱۰ میلی‌متر..... ۳۴
- شکل ۱۶-۲: هورن ساخته شده با فرکانس ۲۰۶۱۸ هرتز از جنس استیل و با ابزار به قطر ۱۰ میلی‌متر..... ۳۵
- شکل ۱۷-۲: مجموعه مونتاژ شده یاتاقان بندی ابزار..... ۳۵
- شکل ۱۸-۲: مجموعه دموونتاژ شده یاتاقان بندی ابزار..... ۳۶
- شکل ۱۹-۲: نحوه اتصال رابط بوستر و بلبرینگ بزرگ..... ۳۷
- شکل ۲۰-۲: نحوه اتصال مجموعه بوستر و رابط آن با پوسته محافظ ترانسدویسر..... ۳۷
- شکل ۲۱-۲: نحوه اتصال هورن و رابط هورن به یکدیگر..... ۳۸

- شکل ۲-۲۲: نحوه مونتاژ ابزار بر روی بدنه به کمک گیره های دو تکه ۳۸
- شکل ۲-۲۳: نحوه موقعیت دهی بلبرینگ ها داخل گیره های دو تکه ۳۹
- شکل ۲-۲۴: سیستم جاروبک طراحی شده برای انتقال جریان الکتریسته ۳۹
- شکل ۲-۲۵: الف) مدل سه بعدی اسلیپ رینگ (ب) اسلیپ رینگ استفاده شده به جای جاروبک ۴۰
- شکل ۲-۲۶: اسلیپ رینگ مونتاژ شده روی دستگاه ۴۰
- شکل ۲-۲۷: مدل سه بعدی سیستم انتقال قدرت ۴۱
- شکل ۲-۲۸: سیستم انتقال قدرت ساخته شده بر اساس مدل سه بعدی ۴۲
- شکل ۲-۲۹: درایور کنترل دور ابزار چرخان ارتعاشی ۴۲
- شکل ۲-۳۰: ولوم مربوط به تغییر سرعت چرخش ابزار چرخان ارتعاشی ۴۳
- شکل ۲-۳۱: دور سنج لیزری مدل DT2234A ۴۳
- شکل ۲-۳۲: مدل سه بعدی بدنه اصلی ابزار چرخان ۴۴
- شکل ۲-۳۳: بدنه اصلی ابزار چرخان که طبق مدل سه بعدی ساخته شده است. ۴۴
- شکل ۲-۳۴: مدل سه بعدی از نمای کلی ابزار چرخان ارتعاشی ۴۵
- شکل ۲-۳۵: ابزار چرخان ارتعاشی نصب شده بر روی دستگاه تراش ۴۶
- شکل ۳-۱: الف) قطعه آماده شده آلومینیومی (ب) قطعه آماده شده MO40 ۴۸
- شکل ۳-۲: دینامومتر اندازه گیری نیروهای ماشینکاری ۵۱
- شکل ۳-۳: الف) ژنراتور مولد امواج اولتراسونیک (ب) ترانسدیوسر ۲۰ کیلوهرتز ۵۲
- شکل ۳-۴: درایور کنترل کننده دور موتور دستگاه تراش ۵۳
- شکل ۳-۵: نحوه قرار گیری ابزار چرخان بر روی دستگاه تراش ۵۴
- شکل ۳-۶: قطعات نصب شده بر روی دستگاه تراش برای انجام آزمایش ۵۵
- شکل ۳-۷: تراشکاری بدون چرخش ابزار بر روی آلومینیوم (سرعت پیشروی ۰/۲۴ میلیمتر بر دور - عمق تراش ۰/۶ میلیمتر - سرعت برشی متغیر) ۵۷
- شکل ۳-۸: تراشکاری با چرخش ابزار و با سرعت ۱۵۰ دور بر دقیقه بر روی آلومینیوم (سرعت پیشروی ۰/۲۴ میلیمتر بر دور - عمق تراش ۰/۳ میلیمتر - سرعت برشی متغیر) ۵۸
- شکل ۳-۹: تراشکاری با چرخش ابزار و با سرعت ۲۲۰ دور بر دقیقه بر روی آلومینیوم (سرعت پیشروی ۰/۱۶ میلیمتر بر دور - عمق تراش ۰/۶ میلیمتر - سرعت برشی متغیر) ۵۹
- شکل ۳-۱۰: تراشکاری بدون چرخش ابزار بر روی MO40 (سرعت پیشروی ۰/۰۸ میلیمتر بر دور - عمق تراش ۰/۱۵ میلیمتر - سرعت برشی متغیر) ۶۰
- شکل ۳-۱۱: تراشکاری با چرخش ابزار و با سرعت ۲۲۰ دور بر دقیقه بر روی MO40 (سرعت پیشروی ۰/۰۸ میلیمتر بر دور - عمق تراش ۰/۱۵ میلیمتر - سرعت برشی متغیر) ۶۱
- شکل ۳-۱۲: تراشکاری با چرخش ابزار و با سرعت متغیر بر روی MO40 (سرعت پیشروی ۰/۰۸ میلیمتر بر دور - عمق تراش ۰/۱۵ میلیمتر - سرعت برشی ۷/۸ متر بر دقیقه) ۶۲
- شکل ۳-۱۳: دستگاه زبری سنج در حال جاروب کردن سطح ۶۳
- شکل ۳-۱۴: اندازه گیری زبری سطح تمام قطعات توسط دستگاه زبری سنج ۶۴
- شکل ۳-۱۵: تراشکاری بدون چرخش ابزار ($V_c=4m/min$, $F_f=0.24 mm/rev$ و $a_p=0.6mm$) ۶۴

- شکل ۱۶-۳: تراشکاری با چرخش ابزار ($a_p=0.6\text{mm}$ و $F_f=0.24\text{ mm/rev}$, $V_f=150\text{rev/min}$, $V_c=4\text{m/min}$)
- ۶۵.....
- شکل ۱۷-۳: براده های حاصل از تراشکاری بدون چرخش ابزار بر روی آلومینیوم (سرعت پیشروی 0.08 mm/rev - عمق تراش 0.3 mm - سرعت برشی متغییر)
- ۶۶.....
- شکل ۱۸-۳: براده های حاصل از تراشکاری با چرخش ابزار و با سرعت 150 دور بر دقیقه بر روی آلومینیوم (سرعت پیشروی 0.08 mm/rev - عمق تراش 0.3 mm - سرعت برشی متغییر)
- ۶۷.....
- شکل ۱۹-۳: براده های حاصل از تراشکاری با چرخش ابزار و با سرعت 220 دور بر دقیقه بر روی آلومینیوم (سرعت پیشروی 0.08 mm/rev - عمق تراش 0.3 mm - سرعت برشی متغییر)
- ۶۸.....
- شکل ۲۰-۳: براده های حاصل از تراشکاری با چرخش ابزار و با سرعت 175 دور بر دقیقه بر روی MO40 (سرعت برشی $7/8\text{ m/min}$ - عمق تراش 0.08 mm - سرعت پیشروی 0.16 mm/rev - سرعت برشی متغییر)
- ۶۹.....
- شکل ۲۱-۳: براده های حاصل از تراشکاری بدون چرخش ابزار بر روی MO40 (سرعت برشی $7/8\text{ m/min}$ - عمق تراش 0.08 mm - سرعت پیشروی 0.16 mm/rev - سرعت برشی متغییر)
- ۶۹.....
- شکل ۲۲-۳: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت برشی ($a_p=0.6\text{mm}$ و $F_f=0.16\text{ mm/rev}$, $V_f=0\text{ rev/min}$)
- ۷۱.....
- شکل ۲۳-۳: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت برشی ($a_p=0.6\text{mm}$ و $F_f=0.16\text{ mm/rev}$, $V_f=0\text{ rev/min}$)
- ۷۱.....
- شکل ۲۴-۳: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت برشی ($a_p=0.6\text{mm}$ و $F_f=0.16\text{ mm/rev}$, $V_f=150\text{ rev/min}$)
- شکل ۲۵-۳: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت برشی ($a_p=0.6\text{mm}$ و $F_f=0.16\text{ mm/rev}$, $V_f=150\text{ rev/min}$)
- ۷۲.....
- شکل ۲۶-۳: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت برشی ($a_p=0.6\text{mm}$ و $F_f=0.16\text{ mm/rev}$, $V_f=220\text{ rev/min}$)
- شکل ۲۷-۳: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت برشی ($a_p=0.6\text{mm}$ و $F_f=0.16\text{ mm/rev}$, $V_f=220\text{ rev/min}$)
- ۷۳.....
- شکل ۲۸-۳: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت چرخش ابزار ($a_p=0.3\text{mm}$ و $F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_c=4\text{ m/min}$)
- ۷۴.....
- شکل ۲۹-۳: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت چرخش ابزار ($a_p=0.3\text{mm}$ و $F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_c=4\text{ m/min}$)
- ۷۵.....
- شکل ۳۰-۳: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت چرخش ابزار ($a_p=0.3\text{mm}$ و $F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_c=7.8\text{ m/min}$)
- ۷۵.....
- شکل ۳۱-۳: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت چرخش ابزار ($a_p=0.3\text{mm}$ و $F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_c=7.8\text{ m/min}$)
- ۷۶.....
- شکل ۳۲-۳: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت چرخش ابزار ($a_p=0.3\text{mm}$ و $F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_c=15.5\text{ m/min}$)
- ۷۶.....
- شکل ۳۳-۳: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت چرخش ابزار ($a_p=0.3\text{mm}$ و $F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_c=15.5\text{m/min}$)
- ۷۷.....
- شکل ۳۴-۳: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت پیشروی ($a_p=0.3\text{mm}$ و $v_c=4\text{ m/min}$, $V_f=0\text{ rev/min}$)
- ۷۸.....
- شکل ۳۵-۳: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت پیشروی ($a_p=0.3\text{mm}$ و $v_c=4\text{ m/min}$, $V_f=0\text{ rev/min}$)
- ۷۸.....

- شکل ۳-۳۶: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت پیشروی ($a_p=0.3\text{mm}$ و $v_c=4\text{ m/min}$, $V_r=150\text{ rev/min}$) ۷۹
- شکل ۳-۳۷: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت پیشروی ($a_p=0.3\text{mm}$ و $v_c=4\text{ m/min}$, $V_r=150\text{ rev/min}$) ۷۹
- شکل ۳-۳۸: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت پیشروی ($a_p=0.3\text{mm}$ و $v_c=4\text{ m/min}$, $V_r=220\text{ rev/min}$) ۸۰
- شکل ۳-۳۹: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت پیشروی ($a_p=0.3\text{mm}$ و $v_c=4\text{ m/min}$, $V_r=220\text{ rev/min}$) ۸۰
- شکل ۳-۴۰: تغییرات نیرو بر اساس تغییر عمق تراش ($F_f=0.08\text{mm/rev}$ و $v_c=7.8\text{m/min}$, $V_r=0\text{ rev/min}$) ۸۱
- شکل ۳-۴۱: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر عمق تراش ($v_c=7.8\text{m/min}$, $V_r=0\text{ rev/min}$) و $F_f=0.08\text{mm/rev}$ ۸۲
- شکل ۳-۴۲: تغییرات نیرو بر اساس تغییر عمق تراش ($F_f=0.08\text{mm/rev}$ و $v_c=7.8\text{m/min}$, $V_r=150\text{ rev/min}$) ۸۲
- شکل ۳-۴۳: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر عمق تراش ($v_c=7.8\text{m/min}$, $V_r=150\text{ rev/min}$) و $F_f=0.08\text{mm/rev}$ ۸۳
- شکل ۳-۴۴: تغییرات نیرو بر اساس تغییر عمق تراش ($F_f=0.08\text{mm/rev}$ و $v_c=7.8\text{m/min}$, $V_r=220\text{ rev/min}$) ۸۳
- شکل ۳-۴۵: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر عمق تراش ($v_c=7.8\text{m/min}$, $V_r=220\text{ rev/min}$) و $F_f=0.08\text{mm/rev}$ ۸۴
- شکل ۳-۴۶: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت برشی ($a_p=0.15\text{mm}$ و $F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_r=0\text{ rev/min}$) ۸۵
- شکل ۳-۴۷: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت برشی ($F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_r=0\text{ rev/min}$) و $a_p=0.15\text{mm}$ ۸۵
- شکل ۳-۴۸: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت برشی ($a_p=0.15\text{mm}$ و $F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_r=220\text{ rev/min}$) ۸۶
- شکل ۳-۴۹: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت برشی ($F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_r=220\text{ rev/min}$) و $a_p=0.15\text{mm}$ ۸۷
- شکل ۳-۵۰: تغییرات نیرو بر اساس تغییر سرعت چرخش ابزار ($F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_c=7.8\text{ m/min}$) و $a_p=0.15\text{mm}$ ۸۸
- شکل ۳-۵۱: تغییرات زبری سطح بر اساس تغییر سرعت چرخش ابزار ($F_f=0.08\text{ mm/rev}$, $V_c=7.8\text{ m/min}$) و $a_p=0.15\text{mm}$ ۸۸

فصل اول

مقدمه

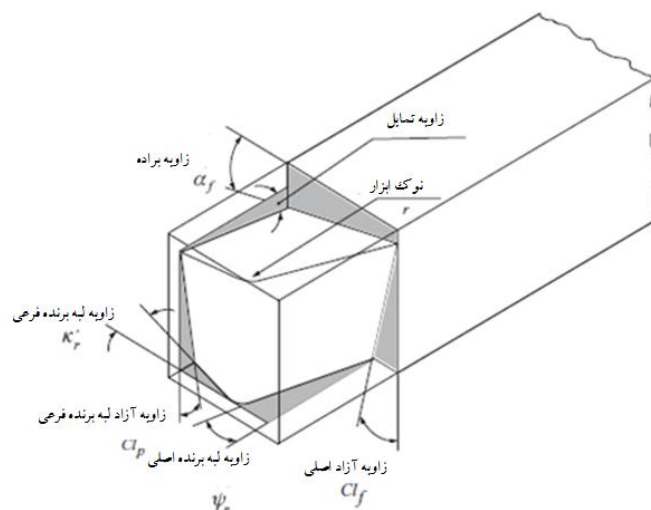
عمل برش فلزات حاصل حرکت نسبی بین ابزار برش و قطعه کار می‌باشد که در نتیجه آن مقداری از فلز، به عمق برش و به شکل براده از قطعه کار جدا می‌شود. در ماشینهای ابزار حرکتی که مورد نیاز هستند با توجه به نوع عملیات ماشینکاری مشخص می‌شوند و حرکت برش و حرکت تغذیه ممکن است به ابزار یا قطعه کار اختصاص پیدا کند [۱].

آگاهی از نیروها و سرعتهای مورد نیاز به هنگام ماشینکاری، اساس طراحی یک ماشین ابزار را تشکیل می‌دهد. در هنگام ماشینکاری، مقاومتی که قطعه در برابر تغییر شکل از خود نشان می‌دهد، بصورت یک نیروی برشی روی ابزار اثر می‌کند. عکس العمل این نیرو به قطعه کار وارد می‌شود. قسمتهای مختلف ماشین ابزار بایستی قادر باشند که این نیروها را تحمل کرده و اجزاء متحرک آن بتوانند گشتاور لازم در سرعتهای مختلف را تامین نمایند [۱].

۱-۱- تراشکاری

معمولترین عملیات ماشینکاری که توسط دستگاه تراش انجام می‌گیرد عمل روتراشی، مخروط تراشی، داخل تراشی، پیشانی تراشی و پیچ تراشی است که در اثر گردش قطعه کار و حرکت ابزار انجام می‌گیرد [۱].

قلمهای تک لبه دارای یک قسمت برنده و یک دنباله می‌باشند (شکل ۱-۱). مهمترین قسمتهای این قلم، لبه برنده و سطوح مشرف به آن می‌باشد [۱].

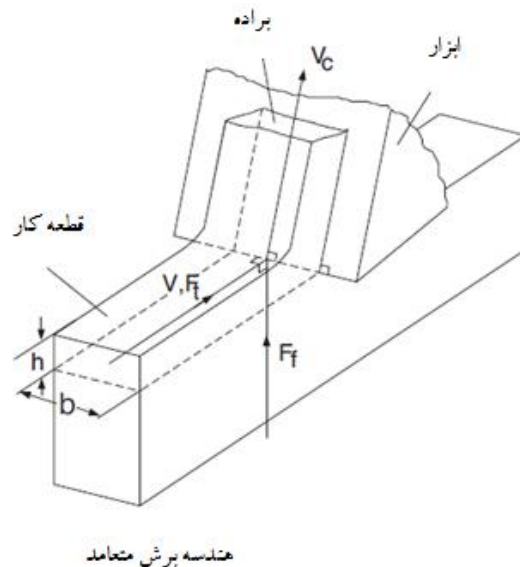


شکل ۱-۱: مشخصات یک ابزار تک لبه [۲]

در عملیات برش، قلم به فرم گوه، دارای لبه برنده مستقیم بوده و حرکت آن نسبت به قطعه کار به طریقی کنترل و محدود می شود تا بتواند لایه ای از فلز به نام براده را از آن جدا نماید [۱].
 حالت عمومی از عملیات تراش را که سه بعدی می باشد برش مورب^۱ می نامند و حالت خاص یعنی وقتی لبه برنده قلم عمود بر امتداد حرکت نسبی قلم و قطعه کار باشد برش متعامد^۲ نامیده می شود [۱].

۱-۱-۱- برش متعامد

در برش متعامد فرض می شود که برش در طول لبه برنده یکسان است. بنابراین فرآیند به صورت تغییر شکل، با کرنش صفحه ای دو بعدی بدون حرکت ماده از کناره ها می باشد (شکل ۲-۱) [۲].



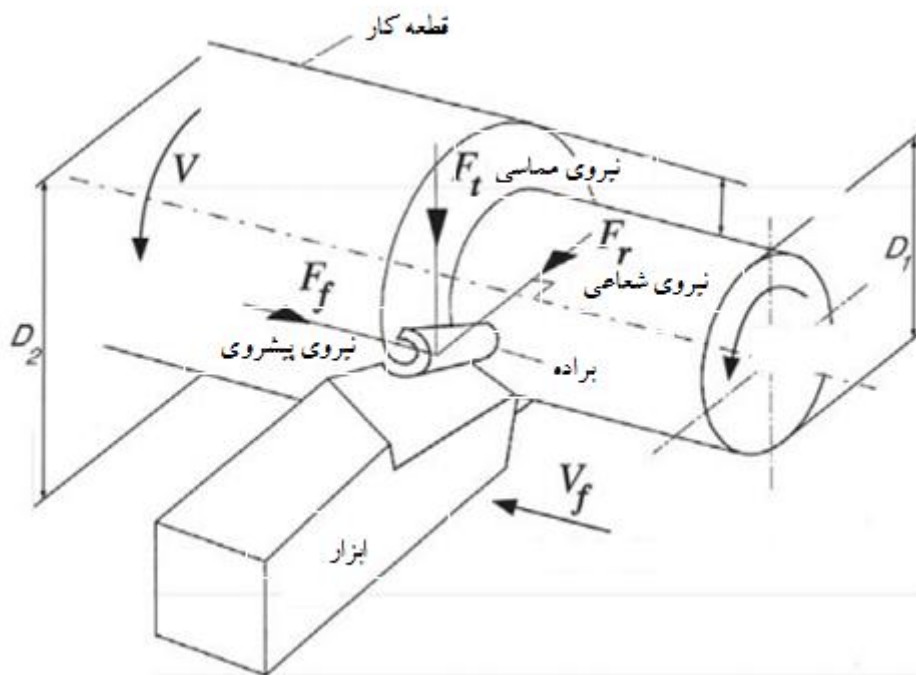
شکل ۲-۱: هندسه فرآیند برش متعامد [۲]

از این رو نیروهای برش فقط در جهات سرعت و ضخامت براده تغییر شکل نیافته عمل می کنند که تحت عنوان نیروهای مماسی (F_t) و نیروهای پیشروی (F_p) نامیده می شوند [۲].
 نیروی برآیند تراش (F_R) که بر ابزار تراش اثر می کند، به سه مولفه زیر تجزیه می گردد.
 الف - F_t (مولفه مماسی) در امتداد سرعت برش بوده و مولفه اصلی می باشد.

- 1 Oblique cutting
- 2 Orthogonal cutting

ب - F_f (مولفه محوری) در امتداد حرکت پیشروی ابزار بوده و به نیروی پیشروی موسوم است.

پ - F_r (مولفه شعاعی) در امتداد شعاع قطعه کار بوده و به نیروی شعاعی معروف است [۱]. در شکل ۴-۱ این نیروها به خوبی نشان داده شده اند.



شکل ۴-۱: تجزیه نیروی برآیند به مولفه های نیروی برشی [۲]

همانطور که قبلاً گفته شد، در تراش متعامد، نیروی شعاعی وجود ندارد و فقط نیروهای مماسی و محوری وجود دارد که خود آنها نیز به چند حالت دیگر بررسی می شوند (شکل ۵-۱).

F_s : نیروی مماس بر صفحه برش.

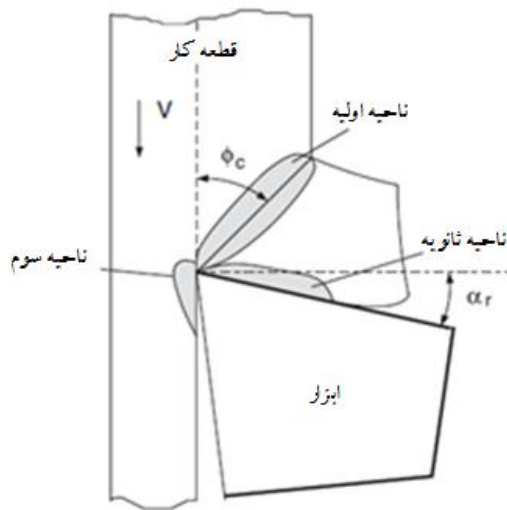
F_n : نیروی عمود بر صفحه برش.

F_u : نیروی اصطکاک روی سطح براده.

F_v : نیروی عمود بر سطح براده.

نیروهای F_f و F_t توسط دینامومتر اندازه گیری و سپس با استفاده از روابط ۱-۱ نیروهای F_v

F_u, F_s, F_n محاسبه می شوند.



شکل ۱-۵: ناحیه های تغییر شکل در برش متعامد [۲]

پارامترهای قابل تغییر در فرآیند تراشکاری عبارتند از:

سرعت برشی (V): سرعت خطی قطعه کار در نقطه ای که با ابزار در تماس است.

پیشروی (a_f): تغییر مکان قلم نسبت به قطعه کار در جهت حرکت تغذیه به ازای یک گردش

کامل قلم یا قطعه کار.

عمق برش (a_p): مقدار درگیری لحظه ای قلم با قطعه کار در امتداد عمود بر صفحه متشکل

از حرکات اصلی و تغذیه می باشد [۲].

۱-۱-۲- برش مایل

۱-۱-۲-۱- تعریف

سرعت برشی (V) در برش متعامد عمود بر لبه برنده می باشد. در حالی که در برش مایل، سرعت

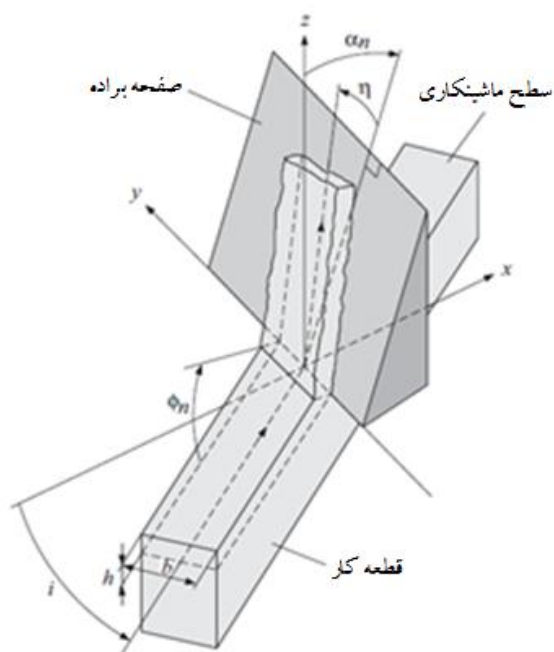
برشی نسبت به صفحه عمود بر لبه برنده زاویه i می سازد [۲].

در هندسه برش مایل، صفحه عمود بر لبه برنده به عنوان صفحه نرمال تعریف می شود. محور X

عمود بر لبه برنده و در سطح ماشینکاری شده قرار دارد (شکل ۱-۶) [۲].

در برش مایل هدف، بدست آوردن پنج زاویه θ_i و θ_n و Φ_i و Φ_n و η می باشد که در

ادامه توضیح داده خواهد شد [۲].



شکل ۱-۶: هندسه فرآیند برش مایل [۲]

صفحات مهم در برش مایل عبارتند از صفحه برش^۱، صفحه برادہ^۲، سطح ماشینکاری شده^۳ XY ، صفحه نرمال^۴ XZ و صفحه سرعت (P_v) [۲].

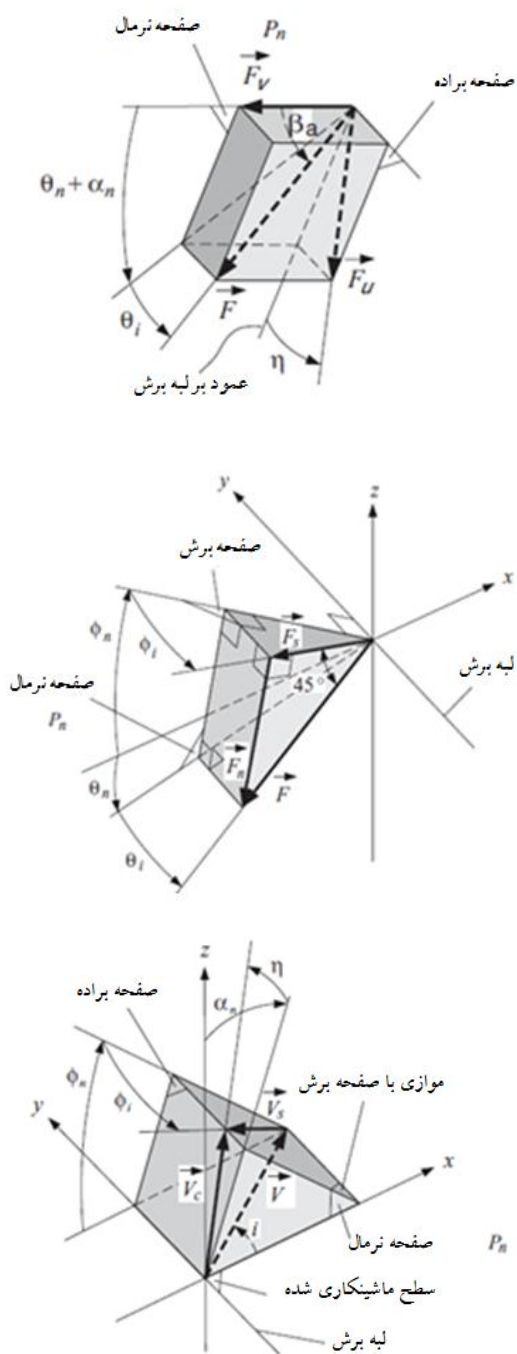
زاویه بین امتداد برش و صفحه XY زاویه برش نرمال (Φ_n) نامیده می‌شود.

بردارهای نیرو و سرعت در برش مایل با جزئیات کامل، در شکل ۱-۷ نشان داده شده است.

سرعت برشی در صفحه برش قرار دارد (V_s) ، اما یک زاویه تمایل Φ_i با بردار عمود بر لبه برنده روی صفحه نرمال می‌سازد [۲].

برادہ بریده شده روی صفحه برادہ، با زاویه جریان برادہ (η) نسبت به صفحه نرمال حرکت می‌کند [۲].

-
- 1 Shear plane
 - 2 Rake face
 - 3 Flank face
 - 4 Normal plane



شکل ۷-۱: دیاگرام های نیرو، سرعت و صفحه برش در برش مایل [۲]

F_u (نیروی اصطکاک): نیروی بین براده و سطح براده و همراستا با جریان براده می باشد [۲].

α_n : زاویه بین محور Z و بردار همراستا با لبه برنده به عنوان زاویه براده عمودی شناخته

می شود [۲].

β_a : نیروی اصطکاک روی سطح براده F_u و نیروی عمود بر سطح براده F_v نسبت به نیروی برش برآیند F زاویه β_a را تشکیل می دهد [۲].

بردار نیروی برآیند (F) با صفحه نرمال P_n زاویه θ_i می سازد و تصویرش با این صفحه و بردار F_v زاویه $\alpha_n + \theta_n$ را می سازد [۲].

روابط مهم در برش مایل عبارت از:

$$\sin \theta_i = \sin \beta_a \sin \eta \quad (2-1)$$

$$\tan(\theta_n + \alpha_n) = \tan \beta_a \cos \eta \quad (3-1)$$

$$\tan \eta = \frac{\tan i \cos(\phi_n - \alpha_n) - \cos \alpha_n \tan \phi_i}{\sin \phi_n}.$$

$$\sin \phi_i = \sqrt{2} \sin \theta_i, \quad (4-1)$$

$$\cos(\phi_n + \theta_n) = \frac{\tan \theta_i}{\tan \phi_i},$$

با حل ۵ معادله بالامی توان زوایای مهم در برش مایل را بدست آورد.

۱-۲- تراشکاری به کمک ارتعاش اولتراسونیک

امروزه با پیشرفت علم و تولید مواد جدید، روشهای سنتی ماشینکاری نمی توانند به خوبی پاسخگوی این صنعت باشند و نیاز به روشهای جدید تری در این زمینه می باشد. یکی از این روشها که در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته است، تراشکاری به کمک ارتعاش اولتراسونیک می باشد. در این روش ابزار تراشکاری توسط سیستمی که از طریق یک مجموعه پیزو الکتریک ارتعاش اولتراسونیک با دامنه کم ایجاد می کند، به ارتعاش در می آید. در شکل ۱-۸ می توان این سیستم را مشاهده نمود.