

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ارتعاشات ماشین ابزار

(بررسی پدیده ی چترینگ و ارتعاشات در فرایندهای فرزکاری
و تراشکاری و روش های جلوگیری از پدیده ی چترینگ)

تألیف و ترجمه

مهندس امیر مهیار خراسانی - امین پاینده - فرزانه احمدی



سرشناسه : خراسانی، امیرمهیار، ۱۳۶۰ -

عنوان و نام پدیدآور: ارتعاشات ماشین ابزار: بررسی پدیده‌ی چترینگ و ارتعاشات در فرایندهای فرزکاری و تراشکاری و روش‌های جلوگیری از پدیده‌ی چترینگ / تالیف و ترجمه‌ی امیرمهیار خراسانی، امین پاینده، فرزانه احمدی.

مشخصات نشر: تهران: ابجد: مرکز آموزش عالی علمی - کاربردی شرکت صنعتی کوشا (واحد تهران) انتشارات سهیل کوشا، ۱۳۸۹. مشخصات ظاهری: ۱۵۲ ص.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۱۷-۶۵-۶. وضعیت فهرست نویسی: فیها موضوع: ماشین‌های ابزار موضوع: برشکاری و تراشکاری فلزات و فرزکاری

شناسه‌ی افزوده: پاینده، امین، ۱۳۶۰- شناسه‌ی افزوده: احمدی، فرزانه، ۱۳۵۹- شناسه‌ی افزوده:

مرکز آموزش عالی علمی - کاربردی شرکت صنعتی کوشا (واحد تهران). انتشارات سهیل کوشا

رده‌بندی کنگره: ۱۱۸۵۲/ع ۴۳۳: ۱۳۸۹ رده‌بندی دیویی: ۶۲۱/۹۰۲

شماره‌ی کتابشناسی ملی: ۸۷۵۴۲۰۲



نشر سهیل کوشا



انتشارات ابجد و مرکز آموزش عالی علمی-کاربردی کوشا واحد تهران (نشر سهیل کوشا)

ارتعاشات ماشین ابزار

مولفان: امیر مهیار خراسانی، امین پاینده، فرزانه احمدی

ویراستار و صفحه‌آرا: محسن کرمانی پور

حروف چینی: مریم محمدی جهانی

چاپ و صحافی و لیتوگرافی: سازمان چاپ و انتشارات

نوبت چاپ: اول - ۱۳۸۹

قطع: وزیری، ۱۵۲ صفحه

شمارگان: ۱۵۰۰ جلد

قیمت: ۲۸۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۱۷-۶۵-۶

آدرس: کرج- محمد شهر کرج- خیابان معین سیر

مرکز آموزش عالی علمی-کاربردی کوشا (واحد کرج)

مرکز پخش: نمایشگاه و فروشگاه دائمی کتاب در دانشگاه علمی-کاربردی کوشا (واحد تهران)

تلفن: ۴۴۵۴۰۰۳۹ و انتشارات ابجد انقلاب: مقابل دانشگاه تهران- خیابان ۱۲ فروردین

تلفن: ۶۶۴۰۱۹۸۳ تلفکس: ۶۶۴۱۵۱۰۳

سخنی با شما

با توجه به ضرورت فرایندهای ماشینکاری در صنایع مختلف به خصوص در ساخت و تولید بررسی عوامل مفید در این فرایندها بسیار ضروری و مهم می باشد. کتاب فوق مجموعه ی کاملی از بررسی پدیده ی ارتعاش در ماشین های ابزار (چترینگ) می باشد که برای اولین بار در کشور تهیه و تدوین گردیده است. با توجه به وجود منابع مختلف لاتین و فارسی در زمینه ی ارتعاشات و عدم وجود مرجع کامل و جامعی که به بررسی ارتعاشات در ماشین های ابزار بپردازد اقدام به تهیه و تدوین مجموعه ی فوق نمودیم.

مجموعه ی فوق در پنج فصل تهیه گردیده است.

در فصل اول به بررسی پدیده ی چترینگ در فرایندهای تراش، بررسی مکانیک برش، بحث و بررسی فیزیک این پدیده، آنالیز عوامل اثر گذار بر آن پرداخته می شود. در فصل دوم به آنالیز پدیده ی چترینگ در فرایند فرزکاری، نیروهای برشی در این فرایند، آنالیز پایداری، روش های مختلف تحلیل پایداری و شبیه سازی حوزه ی زمانی، فرایندهای فرزکاری رویه بالا، پایین و عمیق می پردازد. فصل سوم به کنترل پدیده ی چترینگ در هر دو فرایند ماشین کاری تراش و فرز و انواع این کنترل ها پرداخته می شود.

در فصل چهارم کنترل مکاترونیکی پدیده ی چترینگ مورد بررسی قرار می گیرد. در فصل پنجم پدیده ی چترینگ توس شبیه ساز مکاترونیکی مورد شبیه سازی قرار می گیرد و در نهایت برنامه های آینده در مورد کنترل این پدیده ارایه می شود.

سید علی سجادی

رییس مرکز آموزش علمی - کاربردی صنعتی کوشا (واحد تهران)

محسن کرمانی پور - مدیریت انتشارات ابجد

مقدمه

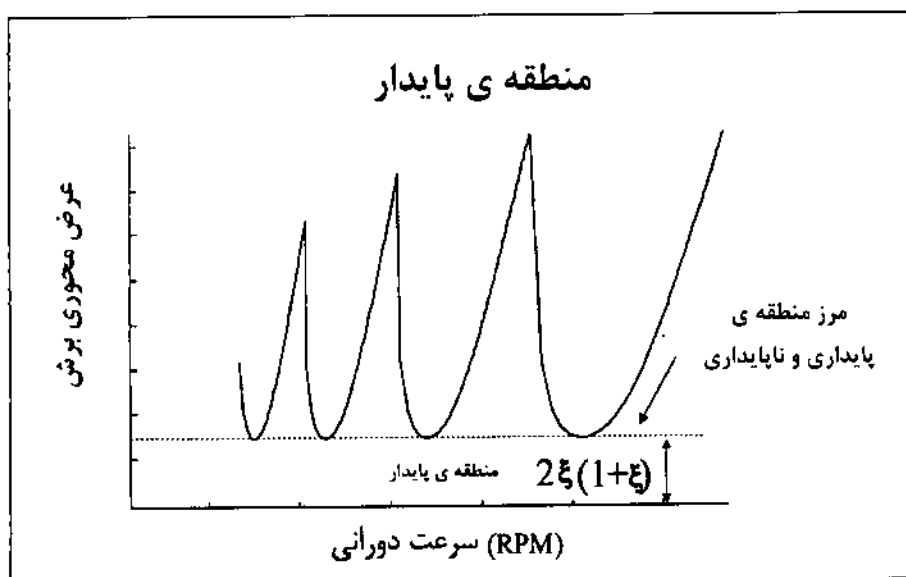
چترینگ مشکل ناپداری فرایند براده برداری فلزی می باشد. این پدیده موجب ارتعاشات شدید، صدای بلند و از بین رفتن روکش سطح ابزار و قطعه کار می شود. پدیده ی چترینگ باعث کاهش طول عمر ابزار می شود و راندمان ماشینکاری را با بر هم زدن کارکرد فرایند براده برداری تحت تأثیر قرار می دهد.

این مسأله بر میزان تولید اثر می گذارد و یک موضوع متداول برای تحقیقات دانشگاهی و صنعتی می باشد. نظریه ی احیاء و بازسازی که Tobias و Tlusty پیشنهاد داده اند توسط تمامی محققان مورد توجه قرار گرفته است.

Merrit یک مدل بازخورد را که به بررسی و توضیح پدیده ی چترینگ می پردازد و آن را فعل و انفعال حلقه ی بسته ی بین دینامیک ساختاری و فرایند برش می داند را ارائه نمود.

نمودار لوپ پایداری یکی از مهم ترین عواملی است که برای بررسی پدیده ی چترینگ مورد نیاز است زیرا بدون این نمودارها اطلاعات کمی در مورد محدودیت های براده برداری پایدار بر حسب ۲ پارامتر فیزیکی که اپراتور ماشین ابزار جهت عملیات براده برداری تعیین می کند، ارائه می نماید. این پارامترها عبارتند از:

- ۱- عرض تماس بین ابزار و قطعه کار که عرض محوری برش نامیده می شود.
- ۲- سرعت چرخش محور.



شکل ۱ نمودار لوپ پایداری و مرز بین محدوده ی پایدار و ناپایداری

شکل ۱ نمودار لوپ پایداری را نشان می‌دهد.

Merrit نشان داده است که حداقل مقدار حد پایداری یا سطح مجانب پایداری به صورت مستقیم متناسب با نسبت میرایی ساختاری با اندازه ی ۴ برای عملیات تراشکاری می‌باشد. این یافته‌های مهم، انگیزه‌ی اصلی آنالیز پدیده‌ی چترینگ در این کتاب می‌باشد که جهت افزایش حدود پایداری عملیات براده برداری، از میرایی فعال را استفاده می‌کند. نتیجه‌ی این کار افزایش راندمان عملیات براده برداریست، زیرا عرض‌های محوری بالاتر برش نشان دهنده‌ی میزان افزایش یافته‌ی جداسازی فلز می‌باشد.

هدف از جمع‌آوری این مجموعه دو مورد می‌باشد:

- ۱- بررسی جامعی از نظریه‌ی چترینگ رزوناتیو (احیاءکننده) برای تراشکاری و فرزکاری
 - ۲- دوم این که میرایی ارتعاش فعال به عنوان یک استراتژی مناسب برای جلوگیری و از بین بردن پدیده‌ی چترینگ مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- این مجموعه مطابق با مطالب زیر جمع‌آوری شده است.

فصل ۱- به شرح چترینگ رزوناتیو در فرایند تراشکاری با استفاده از الگوی ساده سازی شده‌ی نیروی برش نسبی می‌پردازد. این فصل نقش میرایی ساختاری و سرعت محور را بر پایداری چترینگ آنالیز می‌نماید.

تکنیک Root Locus جهت کامل کردن علم فیزیک با نگرش مهندسی و طراحی کنترل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فصل ۲- به بررسی چترینگ رزوناتیو در فرایند فرزکاری می‌پردازد. تحلیل پایداری در مقایسه با تراشکاری پیچیده تر می‌باشد زیرا فرزکاری مربوط به دستگاه برش چرخشی و دندانه‌های چندگانه می‌باشد که به طور هم زمان قطعه کار را برش می‌دهند.

معادله‌ی متداول برای چترینگ رزوناتیو (احیایی) در فرایند فرزکاری معادله‌ی دیفرانسیل تأخیری دوره‌ایست که نمی‌تواند به صورت مستقیم توسط تکنیک‌های میدانی فرکانس تحلیل گردد.

بنابراین شبیه سازی‌های میدانی زمانی، جهت نشان دادن جوانب مختلف عدم پایداری چترینگ در فرایند فرزکاری به صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اثر پارامترهای متعدد فیزیکی نظیر نوع عملیات فرزکاری، مسیر تغذیه و تغییرات در انعطاف پذیری ساختاری بر روی پایداری فرزکاری نیز در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فصل ۳ - به بررسی روش‌های موجود پایدارسازی چترینگ می‌پردازد و میرایی فعال را به عنوان روش کنترل چترینگ در مجموعه‌ی حاضر معرفی می‌کند. اگر یک حسگر و عملگر مناسب در میرایی فعال قرار بگیرد ویژگی‌های مطلوبی بر حسب پیاده‌سازی راحت و قدرت بالا به دست می‌آید.

اثرات میرایی فعال بر تراشکاری و فرزکاری طی شبیه‌سازی‌های عددی بررسی شده است. نشان دادن ویژگی چترینگ به صورت تجربی در یک محیط برشکاری واقعی دشوار است زیرا پارامترهای بسیاری در ایجاد آن دخیل است و به تعداد زیادی آزمایشات براده برداری نیاز دارد و مشکلات تکرار نتایج تجربی نیز به وجود می‌آید.

فرایند احیاء و نمایش حلقه‌ی بسته‌ی چترینگ نظریه‌های پذیرفته شده در تحقیقات چترینگ ماشین ابزار می‌باشد.

روش نشان دادن چترینگ به صورت تجربی در محیط آزمایشگاهی بدون انجام آزمایشات برش واقعی موضوع مطالعه در فصول ۴ و ۵ می‌باشد.

دو شبیه‌ساز مکاترونیکی "Hardware in the loop" (سخت افزار در حلقه) برای چترینگ در فرایند تراشکاری و فرزکاری نیز در این فصل ارائه می‌شود که چترینگ رزونانسی (احیایی) را بدون انجام آزمایشات برش واقعی به صورت تجربی شبیه‌سازی می‌کند.

۴..... مقدمه

۱۱..... فصل ۱- چترینگ در تراشکاری

۱۱..... ۱-۱ بررسی مکانیک برش

۱۶..... ۲-۱ تحلیل پایداری پدیده ی چترینگ

۱۷..... ۱-۲-۱ تکنیک کلاسیک آنالیز پایداری

۲۲..... ۲-۲-۱ بحث و بررسی پیرامون علم فیزیک پدیده ی چترینگ

۲۶..... ۳-۱ آنالیز و تحلیل پدیده ی چترینگ از طریق روش Root Lacus

۲۶..... ۱-۳-۱ شرح روش

۳۱..... ۲-۳-۱ بررسی چترینگ برای سرعت‌های انتخابی محور

۳۳..... ۴-۱ بررسی پدیده ی چترینگ بر روی سیستم چند درجه ی آزادی

۳۷..... ۵-۱ نتیجه گیری

۳۹..... فصل ۲- بررسی پدیده ی چترینگ در فرزکاری

۳۹..... ۱-۲ مقدمه

۴۰..... ۲-۲ معادلات رایج

۴۰..... ۱-۲-۲ نیروهای برش

۴۶..... ۲-۲-۲ معادله ی دینامیک حرکت

۴۷..... ۳-۲ آنالیز پایداری

۴۷..... ۱-۳-۲ منطق ریاضی پایداری

۴۸..... ۲-۳-۲ روش های مختلف تحلیل پایداری

۴۹..... ۳-۳-۲ بحث و بررسی ویژگی‌های پایداری

۵۳..... ۴-۲ شبیه سازی های حوزه ی زمانی

۵۵..... ۵-۲ شبیه سازی های حوزه ی زمانی چترینگ در فرایند فرزکاری

۵۵..... ۱-۵-۲ مقدمه

۵۷..... ۲-۵-۲ فرزکاری با عمق زیاد

۶۰..... ۳-۵-۲ فرزکاری رو به بالا با عمق ۵۰ درصد

۶۷..... ۴-۵-۲ فرزکاری رو به پایین با عمق ۵۰ درصد

۷۱..... ۶-۲ تفسیر حدود پایداری

۷۶.....	۷-۲ تحلیل پایداری با روش مکان هندسی ریشه‌ها.....
۷۹.....	۸-۲ نتیجه‌گیری.....
۸۱.....	فصل ۳- کنترل فعال پدیده ی چترینگ.....
۸۱.....	۱-۳ مقدمه.....
۸۲.....	۲-۳ کنترل چترینگ مروری بر کارهای گذشته.....
۸۷.....	۳-۳ میرایی فعال.....
۸۷.....	۱-۳-۳ کنترل همگذار و غیرهمگذار.....
۹۰.....	۲-۳-۳ روش های میرایی فعال برای کنترل پدیده ی چترینگ.....
۹۲.....	۳-۳-۳ استفاده از روش میرایی فعال با AMD به منظور کنترل پدیده ی چترینگ.....
۹۶.....	۴-۳ بررسی میرایی فعال برای کنترل چترینگ در فرایند تراشکاری.....
۹۶.....	۱-۴-۳ بررسی فیزیکی.....
۱۰۰.....	۲-۴-۳ روش مکان هندسی ریشه‌ها برای بررسی اثر میرایی فعال.....
۱۰۲.....	۵-۳ میرایی فعال چترینگ در فرایند فرزکاری.....
۱۰۲.....	۱-۵-۳ مشاهدات.....
۱۰۴.....	۲-۵-۳ بررسی فیزیکی.....
۱۰۷.....	۶-۳ نتیجه‌گیری.....
	فصل ۴- بررسی پدیده ی چترینگ در فرایند تراشکاری توسط نشان دهنده ی
۱۰۹.....	مکاترونیک.....
۱۰۹.....	۱-۴ مقدمه.....
۱۱۰.....	۲-۴ نشان دهنده ی مکاترونیکی.....
۱۱۰.....	۱-۲-۴ توصیف ساختار آزمایشگاهی.....
۱۱۲.....	۲-۲-۴ شبیه سازی های عددی.....
۱۱۲.....	۳-۲-۴ شبیه سازی تجربی پدیده ی چترینگ.....
۱۱۴.....	۳-۴ به کارگیری میرایی فعال برای بررسی پدیده ی چترینگ.....
۱۱۸.....	۴-۴ نتیجه‌گیری.....
۱۱۹.....	فصل ۵- شبیه سازی مکاترونیکی پدیده ی چترینگ در فرایند فرزکاری.....
۱۱۹.....	۱-۵ تنظیم سخت افزار در حلقه ی بسته.....

فهرست — ۹

۱۱۹	۱-۱-۵ توصیف تنظیمات.....
۱۲۲	۲-۱-۵ شبیه‌سازی‌های حوزه ی زمانی.....
۱۲۷	۳-۱-۵ حدود پایداری.....
۱۳۰	۴-۱-۵ نتایج تجربی.....
۱۳۲	۲-۵ به کارگیری میرایی فعال برای کنترل پدیده ی چترینگ.....
۱۳۹	۳-۵ نتیجه‌گیری.....
۱۳۹	۴-۵ نتیجه‌گیری کلی.....
۱۴۲	۵-۵ برنامه‌های آینده.....