فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۳۱۲-۳۰۱، (۱۳۹۲)

شرایط مختلف ماشین‌کاری چوب پالونیا با CNC: تأثیر بر عوامل زبری گروه آبوت

محمد آقاخانی[1*]، ابوالقاسم خزاعیان[2] و محراب مدهوشی[2]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
پست‌الکترونیک: Aghakhani_mohammad@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

چکیده

در این پژوهش عوامل اثرگذار بر زبری سطح چوب پالونیا طی فرایند فرزکاری CNC مورد مطالعه قرار گرفت. گرده‌بینه‌های پالونیا با استفاده از اره نواری برش داده شده و الوارها در فضای سرپوشیده و در جریان هوای آزاد خشک شدند. از الوارهای خشک شده نمونه‌هایی به ابعاد ۱۵×۱۰×۲/۵ سانتی‌متر تهیه و برای برش‌کاری با دستگاه CNC آماده گردید. نمونه‌ها در دستگاه CNC براساس استاندارد شماره ASTM D-166687 برش داده شدند. سرعت چرخشی محور در دو سطح ۱۰۰۰۰ و ۱۸۰۰۰ دور در دقیقه، سرعت تغذیه در دو سطح ٦ و ۱۲ متر در دقیقه، عمق برش در دو سطح ۱ و ۵ میلیمتر، روش‌کار به دو صورت همراه و مقابل و الگوی برش به دو صورت در جهت مماسی و شعاعی به‌عنوان عوامل متغیر انتخاب گردیدند. ناهمواری سطح نمونه‌های برش خورده با به‌کارگیری روش پروفیلومتری و براساس استاندارد ISO 13565 مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور ارزیابی زبری سطح از عوامل گروه آبوت (Rpk, Rk, وRvk) استفاده شد. میزان تأثیر عوامل مورد مطالعه، تحت آزمون فاکتوریل شکسته، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ٪۹۵ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سرعت چرخشی محور، روش کار و سرعت تغذیه اثر معنی‌داری بر عوامل زبری گروه آبوت داشت. بدین صورت که با افزایش سرعت چرخشی محور و کاهش سرعت تغذیه مقادیر عوامل زبری کاهش یافت و منجر به افزایش کیفیت سطح گردید. روش کار مقابل باعث افزایش مقادیر عوامل زبری و نهایتاً افزایش زبری سطح نمونه‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: فرزکاری، سرعت چرخشی محور، سرعت تغذیه، پروفیلومتری، زبری سطح.

مقدمه

ازجمله چالش‌های موجود در بهره‌برداری از ماشین‌آلات، تعیین بهینه عوامل مربوط به ماشین، ابزار و ماده اولیه چوبی می‌باشد. کنترل پیوسته و مداوم فرایند برش و زبری سطح، می‌تواند در بهینه‌سازی عوامل ماشین‌کاری و یا ابزار بسیار مؤثر باشد. بررسی و ارزیابی کیفیت سطح چوب طی فرایند ماشین‌کاری به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر تنظیم شرایط برش از اهمیّت بالایی برخوردار است، بنابراین دست یافتن به مناسبترین میزان توپوگرافی سطح محصول با حداقل ضایعات از اهداف

Archive of SID

www.SID.ir

صنایع مرتبط است. کمبودآگاهی از تأثیر شرایط ماشین‌کاری چوب بر کیفیت سطح فرآورده‌های چوبی باعث کاهش کیفیت، افزایش ضایعات و در نتیجه افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد، بنابراین دستیابی به شرایط مناسب و بهینه بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

اصولاً طی فرایند ماشین‌کاری و برش چوب سه دسته عوامل مؤثر بر کیفیت سطح عبارتنداز: شرایط برش، خصوصیات ماده تحت برش و ابزار مورد استفاده می‌باشد که در فرایند برش دسترسی به شرایط بهینه برای هر ماده و ابزار مشخص متفاوت است؛ بنابراین شناخت و ارزیابی فاکتورهای مؤثر بر کیفیت سطح برای تنظیم شرایط ماشین‌کاری و کاربرد نهایی قطعه تولیدی ضروری به نظر می‌رسد. به‌طوری‌که بهینه‌سازی شرایط برش (دستگاه برش، ماده تحت برش) برای افزایش بهره‌وری در مصرف مواد خام، ابزار برش و بهبود کیفیت سطح برش بسیار حائز اهمیت است.

خزاعیان و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی تأثیر فاکتورهای فرایند برش با ماشین CNC را بر روی کیفیت سطح MDF، مورد بررسی قرار دادند. شرایط برش و تأثیر آن بر عوامل ناهمواری سطح لبه تخته در دو لایه سطحی و مغزی نمونه‌ها مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که فاکتورهای مورد مطالعه در سطوح تعیین شده بر کیفیت لایه سطحی تأثیر معنی‌داری نداشته و لایه سطحی MDF به‌دلیل بالا بودن دانسیته مقاومت و رفتار خوبی در مقابل شرایط برشی نشان می‌دهد، امّا در لایه مغزی به‌دلیل دانسیته و تراکم کمتر، تشکیل پوشال از طریق شکست خمشی بوده که نهایتاً کیفیت سطح کاهش می‌یابد. همچنین بین مقادیر عوامل ناهمواری سطح در لایه مغزی و سطحی، اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵٪ مشاهده شد و مقادیر عوامل ناهمواری سطح در تمامی نمونه‌ها، در لایه مغزی بیشتر از لایه سطحی است، در نتیجه لایه مغزی از کیفیت سطح پایین‌تری برخوردار بود.

خزاعیان (۲۰۰۵) با مطالعه‌ای که روی سه گونه صنوبر، راش و بلوط انجام داد و با بررسی چهارده فاکتور در زمینه شرایط برش، ماده تحت برش و ابزار اعلام داشت که در برش عرضی روش کار (برش همراه) همواره اثر مثبتی روی کیفیت سطح دارد، به‌علاوه افزایش سرعت تغذیه باعث افزایش زبری سطح می‌شود، همچنین سرعت چرخشی که باعث افزایش سرعت برش نیز می‌شود، روی چوب‌های سنگین‌تر اثر مثبتی داشته است.

Davin و همکارانش (۲۰۰۷) با بررسی زبری سطح در فرایند فرزکاری MDF بیان کردند که زبری سطح با افزایش سرعت چرخشی محور و افزایش سرعت تغذیه، کاهش می‌یابد.

Paulo و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی اثر سرعت تغذیه و سرعت چرخشی محور دستگاه CNC بر کیفیت سطح MDF در طی فرایند ماشین‌کاری نتیجه گرفتند که افزایش سرعت چرخشی محور باعث کاهش زبری سطح و افزایش سرعت تغذیه باعث افزایش زبری سطح می‌گردد. تحقیقات آنها نشان داد که با استفاده از عوامل برشی مناسب می‌توان به سطوحی با Ra کمتر از ۱۰ میکرومتر دست یافت که برای مواد مرکب چوبی مناسب می‌باشد.

طبرسا و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی کیفیت سطح تخته خرده‌چوب ساخته شده از باگاس دریافتند که زبری سطح Ra و Rz تخته خرده‌چوب‌های حاصل از باگاس کمتر از تخته‌های ساخته شده از گونه صنوبر و مخلوط پهن‌برگان بود.

Archive of SID

www.SID.ir

هدف اصلی از این تحقیق عبارتند از:

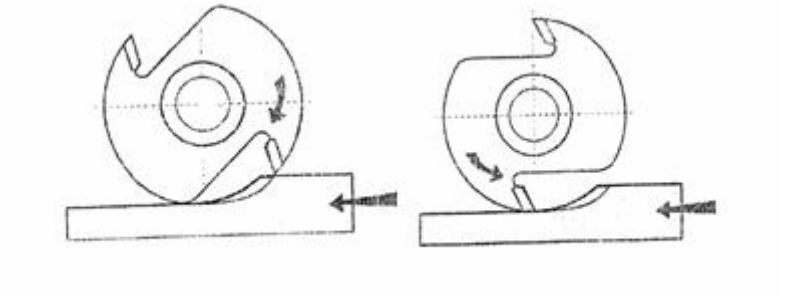
۱- تعیین اثر شرایط برش مانند سرعت چرخشی محور، عمق برش، سرعت تغذیه و ... بر کیفیت سطح چوب پالونیا

۲- تعیین شرایط برش مناسب در راستای افزایش بهره‌وری و کیفیت سطح چوب پالونیا

مواد و روشها

به‌منظور انجام این تحقیق از گونهٔ پالونیای کاشته شده در جنگل آموزشی و پژوهشی دکتر بهرام نیا، واقع در جنگل شصت کلاته گرگان استفاده و نمونه‌ها از آن تهیه شد. عوامل متغیر به شرح زیر تعیین شد (جدول ۱).

۱- سرعت چرخشی محور در دو سطح ۱۰۰۰ و ۱۸۰۰۰ دور در دقیقه ۲- سرعت تغذیه در دو سطح ٦ و ۱۲ متر در دقیقه ۳- عمق برش در دو سطح ۱ و ۵ میلیمتر ٤- روش‌کار به دو صورت همراه و مقابل (شکل ۱) ۵- الگوی برش به دو صورت در جهت مماسی و شعاعی.



شکل ۱- به‌ترتیب از راست به چپ، روش کار مقابل و همراه

جدول۱- عوامل متغیر و سطوح آنها

تعریف	سطوح		
	-۱	۰	۱
سرعت چرخشی محور (دور در دقیقه)	۱۰۰۰۰	۱٤۰۰۰	۱۸۰۰۰
سرعت تغذیه (متر بر دقیقه)	٦	۹	۱۲
عمق برش (میلیمتر)	۱	۳	۵
روش کار	همراه	-	مقابل
الگوی برش	شعاعی	-	مماسی

شرایط مختلف برش با توجه به متغیرهای موجود، در قالب طرح فاکتوریل شکسته با استفاده از نرم‌افزار Minitab تعیین گردید. ۱٦ تیمار اصلی و یک تیمار متشکل از سطوح میانی با هشت تکرار فاکتورهای مورد مطالعه در نظر گرفته شد، که جمعاً ۲٤ آزمایش را شامل می‌شد (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- شرایط برشی

شرایط	N	Vf	Dc	P	M	Fz	Em
۱	۱٤۰۰۰	۹	۳	مماسی	مقابل	۰/٦٤	۰/۲۸
۲	۱٤۰۰۰	۹	۳	مماسی	همراه	۰/٦٤	۰/۲۸
۳	۱۸۰۰۰	٦	٥	شعاعی	مقابل	۰/۳۳	۰/۱۸
٤	۱۰۰۰۰	٦	٥	مماسی	مقابل	۰/٦	۰/۳۳
٥	۱۸۰۰۰	۱۲	۱	شعاعی	مقابل	۰/٦٦	۰/۱٦
٦	۱۰۰۰۰	٦	٥	شعاعی	همراه	۰/٦	۰/۳۳
۷	۱۰۰۰۰	۱۲	٥	شعاعی	مقابل	۱/۲	۰/٦۷
۸	۱٤۰۰۰	۹	۳	شعاعی	مقابل	۰/٦٤	۰/۲۸
۹	۱٤۰۰۰	۹	۳	مماسی	مقابل	۰/٦٤	۰/۲۸
۱۰	۱۸۰۰۰	٦	٥	مماسی	همراه	۰/۳۳	۰/۱۸
۱۱	۱۰۰۰۰	٦	۱	مماسی	همراه	۰/٦	۰/۱٥
۱۲	۱۸۰۰۰	۱۲	٥	شعاعی	همراه	۰/٦٦	۰/۳۷
۱۳	۱۸۰۰۰	۱۲	٥	مماسی	مقابل	۰/٦٦	۰/۳۷
۱٤	۱٤۰۰۰	۹	۳	شعاعی	مقابل	۰/٦٤	۰/۲۸
۱٥	۱۰۰۰۰	۱۲	۱	مماسی	مقابل	۱/۲	۰/۳
۱٦	۱۰۰۰۰	٦	۱	شعاعی	مقابل	۰/٦	۰/۱٥
۱۷	۱۸۰۰۰	٦	۱	شعاعی	همراه	۰/۳۳	۰/۰۸
۱۸	۱۰۰۰۰	۱۲	۱	شعاعی	همراه	۱/۲	۰/۳
۲۰	۱۸۰۰۰	۱۲	۱	مماسی	همراه	۰/٦٦	۰/۱٦
۲۱	۱٤۰۰۰	۹	۳	مماسی	همراه	۰/٦٤	۰/۲۸
۲۲	۱۸۰۰۰	٦	۱	مماسی	مقابل	۰/۳۳	۰/۰۸
۲۳	۱٤۰۰۰	۹	۳	شعاعی	همراه	۰/٦٤	۰/۲۸
۲٤	۱٤۰۰۰	۹	۳	شعاعی	همراه	۰/٦٤	۰/۲۸

N = تعداد دور محور دستگاه در هر دقیقه (rpm)

Vf = سرعت تغذیه دستگاه (m/min)

Dc = عمق برش (mm)

Vc = سرعت برش (m/s)

برای محاسبهٔ پیشروی هر دندانه (Fz) و ضخامت پوشال (Em) به صورت زیر عمل می‌کنیم.

رابطهٔ (۱) $Fz = \frac{1000\ Vf}{NZ}$

رابطهٔ (۲) $Em = Fz\sqrt{\frac{H}{D}}$

Z = تعداد دندانه‌های فرز

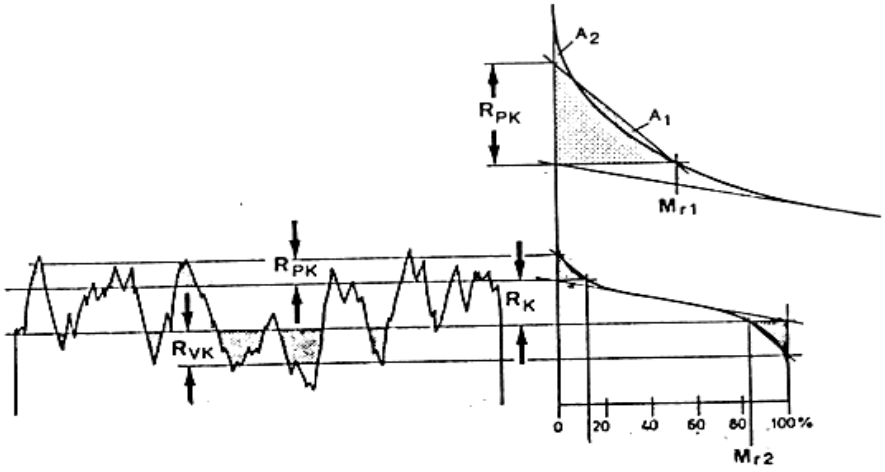
H = عمق برش بر حسب میلیمتر

D = قطر فرز بر حسب میلیمتر

Archive of SID

www.SID.ir

یکی از متداولترین روش‌های اندازه‌گیری زبری سطح، روش پروفیلومتری سوزنی (Stylus) می‌باشد. کیفیت سطح لبهٔ نمونه‌های برش خورده، با استفاده از عوامل ناهمواری سطح گروه آبوت (شکل ۲) شامل Rpk, Rk و Rvk توسط دستگاه زبری سنج Stylus مارک MAHR ساخت کشور آلمان، موجود در شرکت سازه‌گستر سایپا براساس استاندارد ISO 13565 اندازه‌گیری شد.



شکل ۲- Rpk: زبری قله، Rk: زبری مرکزی و Rvk: زبری دره

از نمونه‌های برش خورده توسط دستگاه استریومیکروسکوپ موجود در آزمایشگاه دانشکده جنگلداری و فناوری چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، در بزرگ‌نمایی ۲۰ برابر عکسبرداری شد.

آنالیز به‌دست‌آمده در قالب طرح فاکتوریل شکسته کاملاً تصادفی با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس تجزیه و تحلیل شد.

نتایج

اثر مستقل عوامل متغیر برش بر عوامل زبری

با توجه به جدول نتایج تحلیل آماری (جدول ۳) اثر مستقل سرعت چرخشی محور بر عامل Rpk در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و افزایش آن باعث کاهش زبری Rpk می‌گردد. همچنین اثر مستقل سرعت تغذیه بر عامل Rpk در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده و افزایش آن باعث افزایش زبری Rpk می‌گردد. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که روش کار بر تمامی عوامل زبری اثر معنی‌دار داشته است. زبری سطح هنگام برش‌کاری در جهت موازی الیاف و به روش برش مقابل، افزایش یافته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر پارامترهای زبری سطح گروه آبوت

منبع تغییرات	Rpk		Rvk		Rk	
	اثر	سطح معنی‌داری	اثر	سطح معنی‌داری	اثر	سطح معنی‌داری
سرعت چرخشی محور	-۵/۷۴۷	۰/۰۰۱ **	۰/۴۱۵	۰/۸۶۸	-۶/۶۰۲	۰/۰۵۶
سرعت تغذیه	۵/۱۹۳	۰/۰۰۲ **	۱/۸۲۳	۰/۴۷۲	۰/۳۲۸	۰/۹۱۳
عمق برش	-۱/۲۴۴	۰/۳۰۲	۱/۹۴۴	۰/۴۴۴	۳/۲۰۲	۰/۳۰۴
الگوی برش	-۰/۴۱۹	۰/۶۶۰	-۳/۲۱۸	۰/۱۴۴	۰/۸۷۷	۰/۷۲۱
روش کار	۶/۳۱۵	۰ **	۵/۷۹۲	۰/۰۲۱ *	۶/۹۰۴	۰/۰۲۲ *
سرعت چرخشی محور × سرعت تغذیه	۰/۴۸۶	۰/۵۳۳	۳/۸۰۳	۰/۱۵۷	۴/۸۴۳	۰/۱۳۷
سرعت چرخشی محور × عمق برش	۲/۷۱۸	۰/۰۴۵ *	۳/۵۰۵	۰/۱۸۷	۱/۱۸۵	۰/۶۹۴
سرعت چرخشی محور × الگوی برش	۱/۱۶۳	۰/۳۳۲	۱/۶۰۱	۰/۵۲۶	۴/۶۵۷	۰/۱۵۱
سرعت چرخشی محور × روش کار	-۳/۵۵۱	۰/۰۱۵ *	۳/۶۴۵	۰/۱۷۲	-۰/۹۲۵	۰/۷۵۸
سرعت تغذیه × عمق برش	۰/۱۵۰	۰/۸۹۷	۱/۱۳۱	۰/۶۵۲	۴/۱۳۲	۰/۱۹۵
سرعت تغذیه × الگوی برش	۱/۶۹۱	۰/۱۷۴	-۴/۱۰۰	۰/۱۳۱	۷/۰۱۲	۰/۰۴۵ *
سرعت تغذیه × روش کار	۱/۸۲۹	۰/۱۴۵	-۲/۴۹۶	۰/۳۳۳	۲/۰۱۳	۰/۵۰۸
عمق برش × الگوی برش	-۰/۷۹۷	۰/۴۹۹	۱/۷۶۷	۰/۴۸۵	-۲/۶۱۹	۰/۳۹۴
عمق برش × روش کار	۰/۱۹۲	۰/۸۶۹	۳/۴۳۸	۰/۱۹۵	-۱/۵۰۱	۰/۶۱۹
الگوی برش × روش کار	۲/۰۸۹	۰/۰۵۶	۲/۶۹۷	۰/۲۱۱	-۵/۶۲۱	۰/۰۴۸ *

اثرات متقابل عوامل متغیر برش بر پارامترهای زبری

با توجه به جدول ۳، هیچ اثر متقابلی از عوامل متغیر برش بر عامل زبری Rvk که در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار باشد وجود ندارد. با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که دو اثر متقابل معنی‌دار بر عامل Rpk در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد وجود دارد، که به‌ترتیب ذکر می‌شود:

۱- اثر متقابل سرعت چرخشی محور و روش‌کار

۲- اثر متقابل سرعت چرخشی محور و عمق برش

همچنین دو اثر متقابل معنی‌دار بر عامل زبری Rk با توجه به جدول ۳ عبارتنداز:

۱- اثر متقابل سرعت تغذیه و الگوی برش

۲- اثر متقابل الگوی برش و روش کار

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

در ارتباط با اثر سرعت چرخشی محور این‌گونه می‌توان بیان داشت با توجه به رابطه‌های ۱ و ۲، افزایش سرعت چرخشی محور دستگاه باعث کاهش پیشروی هر دندانه و در نتیجه کاهش ضخامت پوشال تولیدی می‌گردد. براساس تحقیقات Aguilera و همکاران (۲۰۰۰)، ضخامت پوشال فاکتور مؤثر بر کیفیت سطح قطعه ماشین‌کاری شده می‌باشد، در نتیجه کاهش ضخامت پوشال باعث کاهش عوامل ناهمواری سطح می‌گردد. این موضوع با تحقیقات خزاعیان (۲۰۰۵) نیز مطابقت دارد. همچنین در رابطه با اثر مستقل سرعت تغذیه بر عامل Rpk طبق پژوهش‌های خزاعیان (۲۰۰۵) سرعت پیشروی، یک فاکتور مؤثر بر روی بیشتر عوامل کیفیت سطح بوده و خصوصاً در چوب‌های با دانسیته بالا افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش زبری سطح می‌شود.

با توجه به جدول ۳ روش‌کار بر تمامی عوامل گروه آبوت اثر معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد داشته است. در واقع برش مقابل در تولید پوشال نوع I و افزایش احتمال جدا شدن پوشال در اثر نیروی کشش عمود بر الیاف مؤثر است. این نتیجه با تحقیقاتی که Kusol و همکارانش در سال ۲۰۰۲ انجام دادند، مطابقت دارد.

Kusol و همکارانش در سال ۲۰۰۲ در بررسی عوامل مختلف تأثیرگذار بر کیفیت سطحی Rubberwood، در ماشین CNC دریافتند در یک سرعت تغذیه ثابت، تراشه زمانی ایجاد می‌شود که برش در جهت الیاف چوبی بوده و الگوی برش همراه باشد، اما پاره شدن تراشه چوب زمانی اتفاق می‌افتد که برش در جهت الیاف و از نوع مقابل باشد. آنها نتیجه گرفتند که زبری سطح در دو الگوی برش مقابل و همراه، در هنگام برش در جهت الیاف، در نوع مقابل بیشتر از نوع همراه است، درصورتی‌که در برش عمود بر الیاف، میزان زبری سطح در الگوی برش همراه بیشتر بود.

این موضوع با تحقیقات خزاعیان (۲۰۰۵) مطابقت دارد. خزاعیان در سال ۲۰۰۵ با مطالعه‌ای که روی سه گونه صنوبر، راش و بلوط انجام داد و با بررسی چهارده فاکتور در زمینه شرایط برش، ماده تحت برش و ابزار اعلام داشت که در برش عرضی روش‌کار (برش همراه) همواره اثر مثبتی روی کیفیت سطح دارد ولی اثر منفی روی برش مماسی نشان داد، به‌گونه‌ای که میزان فیبرهای جدا شده و پرزدار را افزایش می‌داد. همچنین الگوی برش همراه، پوشال از تیپ III تولید می‌کند که یک سطح پرزدار و با فیبرهای پاره شده را به همراه خواهد داشت.

در اثر مقابل سرعت برش و روش‌کار می‌توان این‌گونه بیان کرد که در تمامی سرعت‌های برش روش کار مقابل با ایجاد پوشال نوع یک سبب افزایش زبری سطح می‌شود، درحالی‌که روش کار همراه کیفیت سطح را بهبود می‌بخشد.

در بررسی اثر متقابل عمق‌برش و سرعت چرخشی محور ملاحظه می‌شود که در عمق برش بالا چرخشی محور بالا سبب بهبود کیفیت سطح می‌شود اما چرخشی محور پایین زبری را افزایش می‌دهد. اثر متقابل سرعت تغذیه و الگوی برش بر عامل زبری Rk در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است و پس از آن اثر متقابل روش کار و الگوی برش نیز بر عامل زبری Rk در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است. در سرعت تغذیه بالا الگوی برش مماسی سبب افزایش زبری و الگوی برش شعاعی سبب کاهش زبری شده است، اما در سرعت تغذیه پایین الگوی برش

Archive of SID

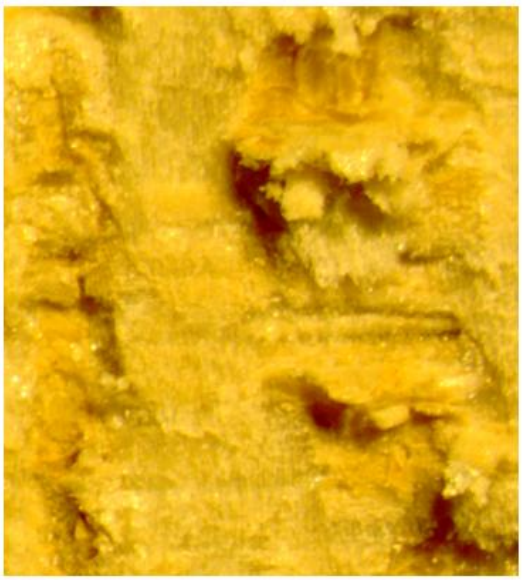
www.SID.ir

مماسی زبری را کاهش داده است و الگوی برش شعاعی موجب افزایش عامل زبری Rk شده است. در الگوی برش شعاعی روش‌کار مقابل سبب افزایش زبری شده، درحالی‌که در الگوی برش مماسی تغییر روش‌کار تأثیر چندانی بر عامل زبری Rk نداشته است.

با مقایسه عکس‌های گرفته شده توسط دستگاه استریومیکروسکوپ و گراف‌های رسم شده توسط دستگاه زبری‌سنجی، می‌توان اثر فاکتورهای مختلف برشی را در مقیاس بیشترین و کمترین تأثیرگذاری بررسی کرد و نتایج را با مشاهدات بصری انطباق داد. در شرایط برشی ۵ و ۱۰ فاکتور سرعت چرخشی محور برابرند و سایر عوامل در دو سطح حداقل و حداکثری در نقطه مقابل هم قرار دارند.

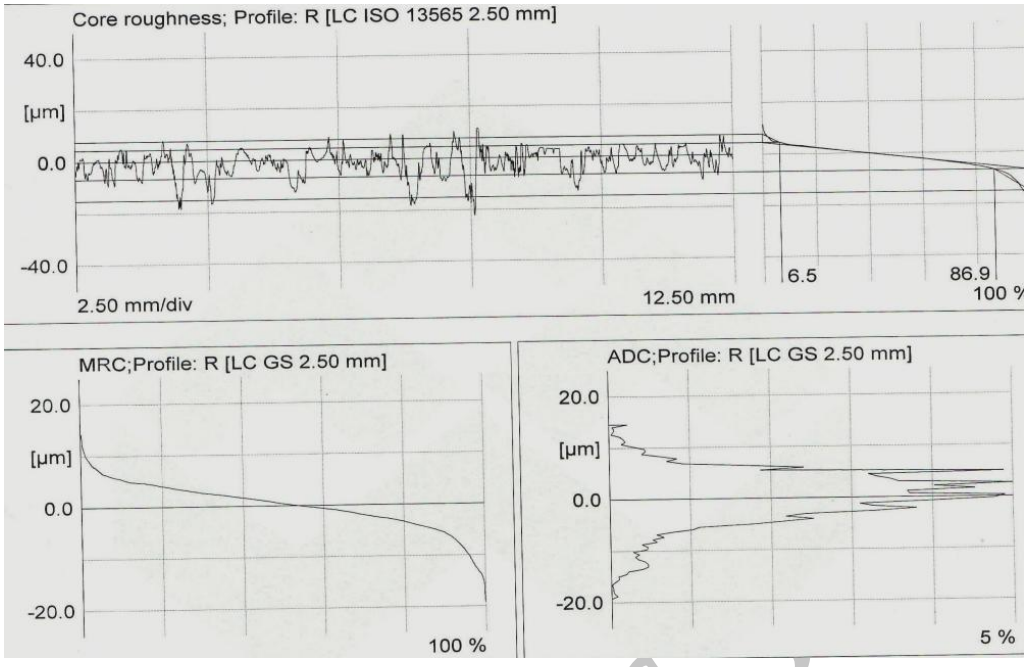
تفاوت زبری سطح در شرایط برشی ۵ و ۱۰ در شکل‌های ۳ و ٤ به وضوح قابل مشاهده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد وجود حفرات و فرورفتگی‌های متعدد در سطح حاصل از شرایط برش ۵ در شکل ٤ سبب افزایش عامل Rvk شده است. شکل ۵ و ٦ حجم و میزان فرورفتگی‌های پروفیل سطح را به خوبی نشان می‌دهد که با نتایج مشاهدات بصری نیز انطباق دارد.

شکل ۳- شرایط برشی ۵ با بزرگ‌نمایی ۲۰ برابر

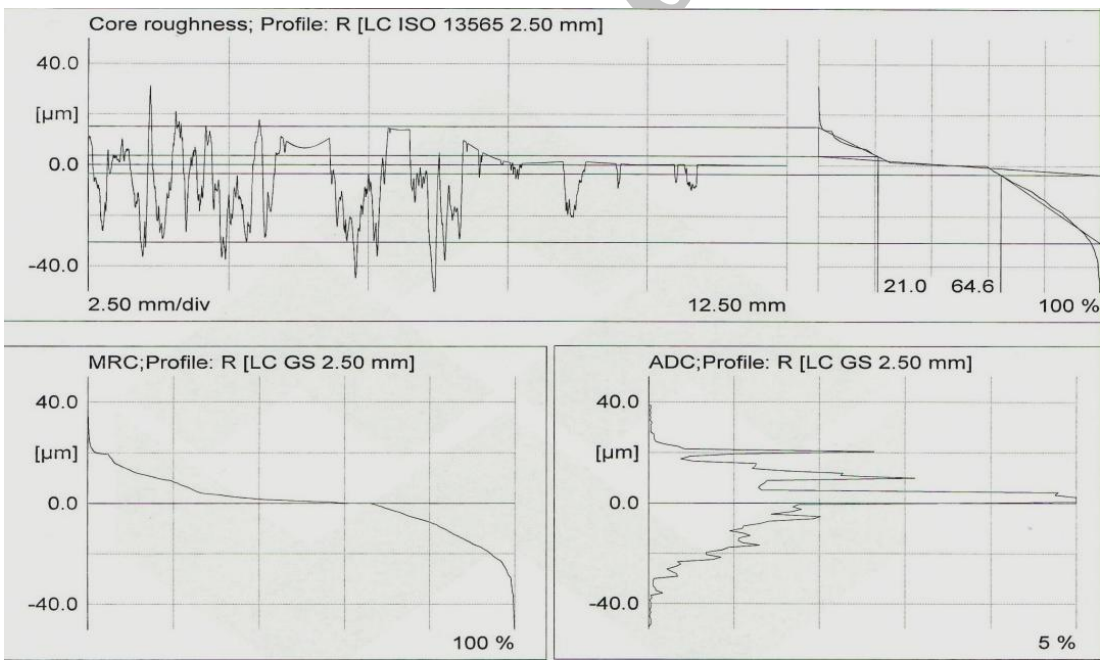


شکل ٤- شرایط برشی ۱۰ با بزرگ‌نمایی ۲۰ برابر

www.SID.ir



شکل ۵- پروفیل زبری‌سنجی در شرایط برشی ۵



شکل ٦- پروفیل زبری‌سنجی در شرایط برشی ۱۰

جدول ٤ میزان اثرگذاری فاکتورهای برشی و رابطه آنها را با عوامل زبری به خوبی نشان می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، در مورد فاکتور روش‌کار مشاهده می‌شود که بالاترین میزان اثرگذاری را داشته است و همچنین رابطه

www.SID.ir

مستقیم با عوامل زبری سطح داشته است، بدین معنی که با تغییر روش‌کار از سطح ۱- به ۱+ (روش‌کار همراه به مقابل) عوامل زبری افزایش یافته است.

دومین عامل تأثیرگذار مستقل بر روی عامل زبری سرعت چرخشی محور می‌باشد. افزایش سرعت چرخشی محور (از سطح ۱- به سطح ۱+) سبب کاهش پیشروی هر دندانه و ضخامت پوشال می‌گردد که در نهایت سبب بهبود کیفیت سطح گردید. اثر متقابل سرعت تغذیه و الگوی برش بر عامل زبری معنی‌دار بوده و چنانچه سرعت تغذیه افزایش یابد و از الگوی برش شعاعی استفاده شود، سطح زبرتر می‌شود.

تغییر سرعت برش، روش‌کار و سرعت تغذیه بر کیفیت سطح ایجاد شده پس از برش مؤثر بود. بدین صورت که با افزایش سرعت برش و کاهش سرعت تغذیه مقادیر عوامل زبری کاهش یافت و باعث افزایش کیفیت سطح گردید. روش‌کار مقابل باعث افزایش مقادیر عوامل زبری و نهایتاً افزایش زبری سطح نمونه‌ها شده است. اگرچه عمق برش همواره به‌عنوان یک فاکتور مؤثر بر زبری سطح شناخته می‌شود اما در سرعت تغذیه و سرعت برش تعیین شده در این تحقیق به صورت مستقل بر هیچ یک از عوامل زبری اثر معنی‌داری نداشته است، اما به‌منظور جلوگیری از بالا رفتن ضایعات و صرفه‌جویی در مادهٔ خام بتر است از عمق برش کم استفاده شود.

جدول ٤- میزان اثرگذاری عوامل متغیر برش بر عوامل زبری سطح

متغیر	Rpk	Rvk	Rk
سرعت چرخشی محور	-۲	-	-
سرعت تغذیه	+۳	-	-
عمق برش	-	-	-
الگوی برش	-	-	-
روش کار	+۱	+۱	+۱
سرعت چرخشی محور × سرعت تغذیه	-	-	-
سرعت چرخشی محور × عمق برش	+۵	-	-
سرعت چرخشی محور × الگوی برش	-	-	-
سرعت چرخشی محور × روش کار	-٤	-	-
سرعت تغذیه× عمق برش	-	-	-
سرعت تغذیه× الگوی برش	-	-	+۲
سرعت تغذیه× روش کار	-	-	-
عوق برش × الگوی برش	-	-	-
عوق برش × روش کار	-	-	-
الگوی برش × روش کار	-	-	-۳

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

-Aguilera, A.P.,Meausoone, J., and Martin, P., 2000 . Wood material influence in routing operation: the MDF cace. Holz als Roh-und Werkstoff. 58. pp. 278-283

-Davin.P. j,Clemente V.C.,Silva se'ragio., 2007. Surface roughness aspects in milling MDF.Int J Ad Manuf Technol, ,DOI 10.1007/soo 170-007-1318-z.

-Kalaycioglu, H.,Deniz, I. and Hiziroglu. S., 2005. Some of the properties of particleboard made from paulownia. Journal Wood Science. 51:410-414.

-Khazaeian, A.2005. 3D caracterization of wood surface quality measuring strategy, influence of species and machining parameters, Ph.D. Theisis, university of ENGR, 241 pages.

-Khazaeian. A., Masoomi, Z. and Tabarsa. T., 2010. Investigation on surface quality of MDF edge in peripheral milling process, J. of wood & forest science and technology 17(1): 49-63.(in persian)

-Kilic.M., Hiziroglu, S. and Burdurlu, E., 2006. Effect of machining on surface roughness of wood., Building E nvion.41,pp.1074-1077.

-Kusol, P., 2002 .Investigation on the influences of cutting parameters in CNC machining of Rubber Wood with integration of Neural networks. King Mongkuts University of Technology Thonburi. Thailand

-Lavery DJ,Mclarnontul D,Taylot JM.1995. Parameters affecting the surface finish of planed sitka spruce.Forest prod J 45:45-50.

-Paulo, P ., Clements, V.C.,Silva, S., 2007. Surface roughness aspect in milling MDF. International Journal Advance Manufacture Technology.

-Sadoh, T.,Nakato, K., 1987. Surface properties of wood in physical and sensory aspects. Wood science and Technology. 21. Pp. 11-20.

-Tabarsa T, Ashori A, Gholamzadeh M. Evaluation of surface roughness and mechanical properties of particleboard panels made from bagasse. Composite Part B 2011; DOI: 10.1016/j. compositesb. 2010.12.018.

Usta, I.,Demirci, S., Kilic, Y., 2006. Comparison of roughness of Locust acacia and European oak in terms of the preparative process by planning., Building and Environment 42 (2007) 2988-2992.

Hiziroglu, S., Kosonkorn., P., 2005. Evaluation of surface roughness of Thai medium density fiberboard., Building and Environment 41 (2006) 527-533.

Archive of SID

www.SID.ir

Different CNC machining condition of paulownia wood by CNC; Influence on the abbott roughness parameters

Aghakhani, M.[*1], Khazaeian, A.[2] and Madhoushi, M.[2]

1*- Corresponding author, M.Sc., Wood and Paper Technology Department of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran. Email: Aghakhani.mohammad@gmail.com
2-Associated Professor of Wood and Paper Technology Department of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran

Received: Sep., 2012 Accepted: March, 2013

Abstract

The aim of this study was to investigate the factors affecting surface quality of paulownia wood during milling by advanced computer numerical control (CNC) machine. For this aim wood logs converted to proper sizes (2.5 x 10 x 15 cm) and then air dried. The variable of this study were spindle speed of machine (10000 and 18000 rpm), feeding rate (6 and 12 m/min), cutting depth (1and 5 mm), cutting method (down and up-milling) and cutting pattern (tangential and radial). Roughness of cut specimens edge were evaluated by profilometer method according to ISO 13565 standard. For evaluation of surface quality Abbott group parameters (Rpk, Rk, Rvk) were used. Degree of effective of the parameters was evaluated by fractional factorial design as completely random design at confidence level of 95%. The result showed that spindle speed, cutting method and feed rate are influencing factors on surface quality of milled specimens and their effect was significant. With increasing spindle speed and decreasing feeding rate the roughness decreased and surface quality improved. In up-milling cutting method, degree of roughness was higher and consequently surface quality was inferior. Cutting method in comparison to other factors had the high influence on surface quality. The rest variable did not have independent influence on surface quality at 95% confidence level.

Key words: Milling, cutting speed, feeding rate, profilometery, surface roughness.

Archive of SID

www.SID.ir