

پارامترهای مکانیکی موثر در افزایش عمر تیغه های برش آلتراسونیک اجزای لاستیک

محسن شمس الدین سعید، سهیل شفيعی بافتی

سرپرست مکانیک سالن ساخت ناحیه ۴ گروه صنعتی بارز، مدیرکل اداره خرید گروه صنعتی بارز

mohsen.sh.s2237@gmail.com

۰۹۱۳۸۴۲۰۰۹۶



چکیده:

برش آلتراسونیک یکی از فرآیندهای پیشرفته و کارآمد در صنعت لاستیک است که به دلیل مزایای زیادی چون دقت بالا، کاهش دمای فرآیند، مصرف انرژی کم و امکان ادغام با اتوماسیون در بسیاری از صنایع استفاده می‌شود. یکی از اجزای اصلی در این فرآیند، تیغه‌های برش آلتراسونیک است که به دلیل تماس مداوم با مواد سایینده و خاصیت الاستیک لاستیک، دچار فرسایش سریع می‌شوند. این فرسایش می‌تواند منجر به کاهش کیفیت برش، افزایش هزینه‌های تولید و ایجاد ضایعات گردد.

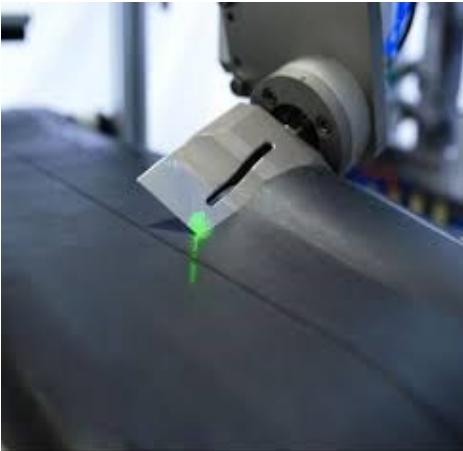
این پژوهش به بررسی پارامترهای مکانیکی موثر در افزایش عمر تیغه‌های برش آلتراسونیک می‌پردازد. روش‌های مکانیکی پیشرفته از جمله عملیات حرارتی، پوشش‌های مقاوم به سایش، سطح‌پردازی نانو ساختار و طراحی هندسی بهینه به عنوان راهکارهایی برای افزایش عمر مفید تیغه‌ها و بهبود کیفیت برش معرفی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که ترکیب این روش‌ها می‌تواند تا ۵۰٪ عمر تیغه‌ها را افزایش داده و میزان خرابی‌ها و ضایعات را کاهش دهد. این امر باعث بهبود بهره‌وری در فرآیند تولید و کاهش هزینه‌های نگهداشت تجهیزات می‌شود.

واژه های کلیدی: تیغه آلتراسونیک، لاستیک، پارامترهای مکانیکی، افزایش عمر، تایرسازی

محور مقاله: فناوری ماشین‌آلات و قطعات تولیدی، بهره‌وری ماشین آلات و افزایش بازدهی تولید

مقدمه:

برش قطعات لاستیکی یکی از مراحل حیاتی در صنایع تایرسازی و قطعات صنعتی است. مزیت اصلی فرآیند برش آلتراسونیک خلاصی شدن از نیاز به ولکانیزه کردن لاستیک می باشد. از مزایای برش لاستیک آلتراسونیک میتوان به برش با دقت بسیار بالا، برش قابل تکرار، برش در دمای پایین، مصرف انرژی کم و سهولت ادغام با اتوماسیون اشاره نمود.



شکل ۱: نمایی از برش آلتراسونیک در صنعت لاستیک

یکی از اجزای اصلی در برش آلتراسونیک تیغه ها هستند. تیغه های مورد استفاده برای برش آلتراسونیک معمولاً مطابق با کاربرد آنها ساخته می شوند و می توانند اندازه ها و اشکال مختلفی داشته باشند. وظیفه تیغه این است که انرژی ارتعاشی آلتراسونیک را به درستی به قطعه کار منتقل کند به طوری که در ناحیه ای که قرار است ذوب اتفاق بیفتد، قرار گیرد.

مهندس دهقان و همکاران در پژوهشی مهمترین فاکتورهای موثر در طراحی تیغه را مورد بررسی قرار دادند که زاویه، اندازه، شکل و ضخامت تیغه را در بهینه ترین حالت برای برش آلتراسونیک معرفی کردند. {۱} تیغه‌های برش به دلیل تماس مداوم با مواد ساینده و خاصیت الاستیک لاستیک، سریع فرسوده می‌شوند که منجر به افزایش هزینه تولید، کاهش بهره‌وری و ایجاد ضایعات میگردد. استفاده از روش‌های مکانیکی پیشرفته شامل عملیات حرارتی، پوشش‌های مقاوم به سایش و طراحی هندسی بهینه می‌تواند عمر مفید تیغه‌ها را افزایش و کیفیت برش را بهبود بخشد. {۲} اصول ساخت تیغه های برش لاستیک:

تیغه‌های برش معمولاً از فولادهای ابزار سخت یا فولادهای آلیاژی مقاوم ساخته می‌شوند. عوامل اصلی فرسایش شامل اصطکاک سطح تیغه با لاستیک، تماس با مواد افزودنی ساینده (مانند سیلیکا)، حرارت تولید شده در هنگام برش و فشار مکانیکی مکرر است. روش‌های مکانیکی پیشرفته با هدف کاهش این عوامل و افزایش استحکام سطحی تیغه‌ها در جهان امروز در حال توسعه است. {۳}

بحث و نتیجه گیری:

در این تحقیق، بررسی پارامترهای مکانیکی موثر در افزایش عمر تیغه‌های برش آلتراسونیک نشان داد که اعمال روش‌های مکانیکی پیشرفته می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر بهبود عملکرد تیغه‌ها و افزایش عمر مفید آن‌ها داشته باشد. عملیات حرارتی مانند تمپرینگ چندمرحله‌ای و نیتروژن‌دهی باعث افزایش سختی سطح تیغه‌ها و مقاومت آن‌ها در برابر سایش می‌شود.

همچنین پوشش‌های مقاوم به سایش مانند DLC و TiN به طور قابل توجهی مقاومت در برابر خوردگی و فرسایش را افزایش می‌دهند، هرچند که هزینه بالای اولیه و نیاز به تجهیزات تخصصی از معایب این روش‌ها به شمار می‌رود. طراحی هندسی بهینه تیغه‌ها، از جمله تغییر زاویه برش و شعاع لبه، نیز می‌تواند فشار وارد بر تیغه را کاهش داده و در نتیجه عمر آن را افزایش دهد.

در نهایت، ترکیب این روش‌ها با فناوری‌های نوینی چون سطح‌پردازی نانو ساختار و بهینه‌سازی هندسی می‌تواند بهبود چشمگیری در کیفیت برش، کاهش ضایعات و افزایش بهره‌وری فرآیند تولید فراهم آورد. بر اساس نتایج این تحقیق، پیشنهاد می‌شود که صنعت تایرسازی و دیگر صنایع مشابه، از این روش‌ها برای افزایش پایداری و بهبود کارایی تولید استفاده نمایند.

مراجع:

محمدهادی دهقان و حسام زراوه، پارامترهای موثر درانتخاب تیغه در برش آلتراسونیک اجزای لاستیک،

شانزدهمین کنفرانس صنعت لاستیک

S. Zahn, A. Legler and H. Rohm, “Ultrasonic cutting of foods with inclined moving blades,” Journal of Food Engineering, vol. 103, 2011, pp.394–400.

L. Li, W. Jia, D. Xu and R. Li, “Applications of ultrasonic cutting in food processing,” Journal of Food Processing and Preservation, vol. 39, 2015, pp.1762–1769.

F. Bejarano, M. Lucas, R. Wallace, A. M. Spadaccino and H. Simpson, “Ultrasonic cutting device for bone surgery based on a cymbal transducer,” Physics Procedia, vol. 63, 2015, pp. 120–126.

D. A. Wang and H. D. Nguyen, “A planar Bezier profiled horn for reducing penetration force in ultrasonic cutting,” Ultrasonics, vol. 54, 2014, pp.375–384.

Smith, J. (2021). Advanced cutting tools in rubber industry. Journal of Materials Engineering, 15(3), 123-135.

Chen, L. (2020). Wear-resistant coatings for rubber cutting blades. International Journal of Manufacturing, 12(2), 45-58.

Kumar, A. (2022). Enhancing blade life using ultrasonic and nanostructured techniques. Rubber Technology Review, 9(1), 67-80.

20 kHz			40 kHz Horns				
Standard 20 kHz Titanium Food Cutting Blade Horns			Size	Material	EDP No.	Coin	Booster
All have 1/4" x 24 studs and are rated for a green booster.			1/2" x 13/16"	AlumQP	108-015-021	1.4	Slater
Half-Wave - Thin Blade (*)			1/2" x 2"	AlumQP	108-019-128	2.5	Slater
			1/2" x 1 1/2"	AlumQP	108-019-209	1.4	Black
			1/2" x 1"	AlumQP	108-019-210	2.5	Black
			3/8" Dia x 1" OD	AlumQP	108-019-419	1.5	Slater
			1/2" Dia x 1" OD	AlumQP	108-019-305	1.5	Slater
			1/2" Dia x 1 1/2" OD	AlumQP	108-019-022	1.5	Black
			1/2" Dia. Stop	Titanium	108-019-206	2.2	Gold
			3/8" Dia. Stop	Titanium	108-019-301	3.0	Gold
			1/2" Dia. Stop	Titanium	108-019-138	4.0	Green
			1/2" Dia. Tapped	Titanium	108-019-027*	2.0	Green
			*This horn uses any standard angle 1/2" diameter titanium tip. QP=Quenched/Polymer				
40 kHz Half Wave Blade Cutting Horns			Length (inches)	Material	Coating	EDP No.	Booster
			7 1/2"	Titanium		108-122-001	Green
			7 1/2"	Titanium	Titanium/Black	108-122-009	Green
			7 1/2"	Titanium	Titanium/Black	108-122-102	Green
40 kHz Tire Cutting Knife			Material	EDP No.	Booster		
			Titanium	108-122-071	Green		

شکل ۲: تیغه کاتوتییدی

پوشش‌های مقاوم به سایش

انواع پوشش‌ها شامل (Diamond-Like Carbon) DLC، TiN و CrN هستند. این پوشش‌ها اصطکاک را کاهش داده، مقاومت به خوردگی و سایش را افزایش می‌دهند و عمر مفید تیغه‌ها را بالا می‌برند. معایب آن‌ها شامل هزینه بالای اولیه و نیاز به تجهیزات تخصصی است. {۷}

مقایسه روش های مکانیکی

برای بررسی بهتر مزایا و معایب روش های مذکور در جدول ذیل این روش ها مقایسه شده است:

معایب	مزایا	روش
نیاز به تجهیزات حرارتی	افزایش سختی و مقاومت در مقابل سایش	عملیات حرارتی
هزینه زیاد و تجهیزات تخصصی	کاهش اصطکاک و افزایش عمر	پوشش مقاوم سایش
محدود به طراحی اولیه	کاهش فشار و کاهش خستگی مکانیکی تیغه	طراحی هندسی
تکنولوژی پیچیده	افزایش عمر بدون تغییر در هندسه	سطح پردازی نانو ساختار