

VÝZKUM PROGRESIVNÍCH LASEROVÝCH TECHNOLOGIÍ

Ing. Pavel Zeman, Ph.D.

RCMT, Fakulta strojní, ČVUT v Praze, umístění na MSV: pavilon P, stánek 150 (expozice Kovosvit MAS)

Technologie s využitím paprsku laseru jsou stále dynamicky se rozvíjejícími oblastmi.

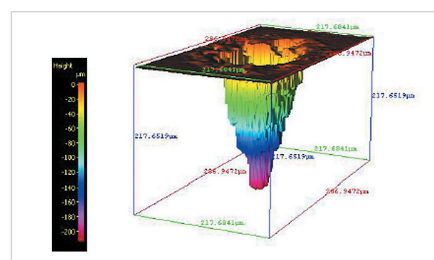
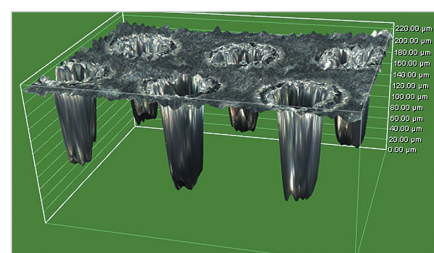
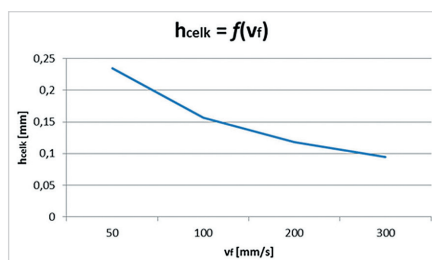
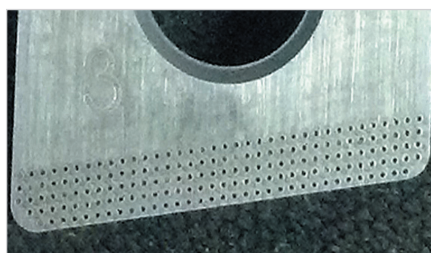
Aktuálně se rozšiřuje využití laseru v mnoha oborech: od aplikací v medicíně, mikroelektronice, optice a měřicí technice až po průmyslové realizace se základem v úběru a ovlivňování vlastností kovových i nekovových materiálů. Právě tyto aplikace umožňují využít laser pro rychlé a efektivní řezání, svařování, gravírování, kalení, texturování, značení nebo leštění.

EMO/MSV 2017 | www.mmspektrum.com/170947

Jedním ze zajímavých způsobů využití laseru s potenciálem dalšího rozvoje a zvyšování produktivity a jakosti je opracování jiným způsobem těžko zpracovatelných materiálů. Jedná se například o keramiku, diamant a další tvrdé materiály. Možnosti efektivního využití laserových technologií v těchto materiálech jsou mezi jinými v současnosti zkoumány ve Výzkumném centru pro strojírenskou výrobní techniku a technologii (RCMT) na Fakultě strojní Českého vysokého učení technického v Praze.

Zcela konkrétním příkladem pokračujícího výzkumu a vývoje v uvedeném směru je realizace projektu „Progresivní laserové technologie“ s podporou Technologické agentury ČR. Projekt je řešen ve spolupráci s firmami VÚTS, a. s., a Hofmeister, s. r. o., v období od července 2014 až do prosince 2017. Cílem zmíněného projektu je výzkum a vývoj efektivních laserových technologií pro zpracování polykrystalického diamantu, slinutého karbidu a dalších specifických technických materiálů. Třiapůlleté období řešení projektu umožňuje zkoumat účinky paprsku laseru v různých režimech a způsobech ovlivnění dílců. Každý člen konsorcia řešitelů projektu navíc disponuje zcela jiným typem laseru. Jsou tak k dispozici lasery s různými výkony, vlnovými délkami, opakovacími frekvencemi, ale i rozdílnými délkami pulzů (v řádech nano-, piko- a femtosekund). To dává zcela unikátní možnost přímého výzkumu zásadně odlišných způsobů ablace a ovlivnění materiálu laserem nad jedním zadáním.

Řešení projektu je rozděleno do tří etap. V prvním období projektu byly realizovány způsoby mikroobrábění a řezání dílců. Následoval



Obr. 1. Rastr mikrootvorů na čele vyměnitelné břitové destičky realizovaných laserem s délkou pulzu 100 ns. Vizualizace jakosti realizovaných otvorů a závislosti dosažené hloubky otvoru na rychlosti pohybu paprsku.

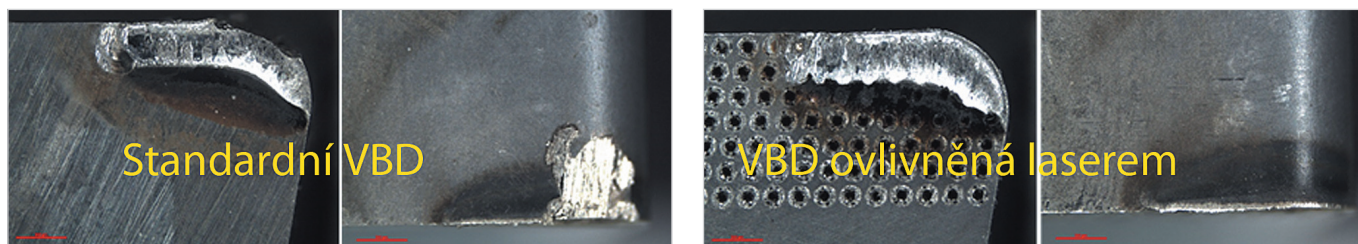
výzkum gravírování přesných obecných tvarů laserem. V posledním období jsou analyzovány způsoby, jak vytvořit funkční mikrostruktury na povrchu dílců, které by mimo jiné umožnily změnu tribologických, hydrofilních a hydrofobních vlastností. Konkrétními výsledky projektu jsou dvě ověřené technologie s aplikací dosažených výsledků.

Mikrovrtání a přesné řezání laserem

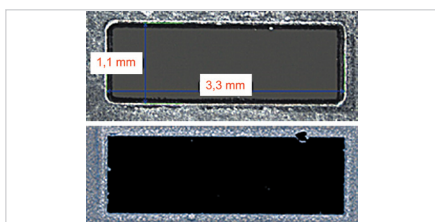
Tvorba otvorů průměru 0,1 mm v čelní ploše vyměnitelné břitové destičky (VBD) ze slinutého

slitiny. Výsledky ukázaly, že je možné díky změně při utváření třísky a chlazení břitu dosáhnout prodloužení životnosti nástroje o více než 30 % (viz obr. 2). Tato myšlenka byla v dalším řešení projektu rozvíjena.

Součástí prvního období řešení projektu byl i výzkum technologie laserového řezání. Řezání laserem je sice konvenční a zavedená technologie, avšak zde byla cílena na provádění maximálně přesných výřezů v plochých i tvarových dílcích o tloušťkách 0,1 až 0,6 mm. Vedle přesnosti výroby byla požadavkem i přítomnost



Obr. 2. Opatření VBD po testech soustružení slitiny Ti6Al4V – standardní vzorek na konci životnosti po 5 minutách obrábění (vlevo); vzorek VBD s rastrovými mikrootvorů po prvních 7 minutách obrábění (vpravo).

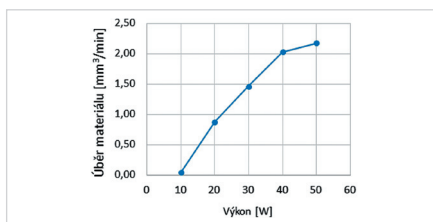


Obr. 3. Porovnání přesných výřezů v materiálu tloušťky 0,3 mm – laser s délkou pulzu 100 nanosekund (horní část) a 13 pikosekund (dolní část).

minimální velikosti teplem ovlivněné oblasti a minimálního úkosu na řezané hraně. Po analýze možností jednotlivých laserových zařízení (viz obr. 3) byla na vybraném demonstračním prvku vyrobeném z pyrolytického uhlíku vyvinuta ověřená laserová technologie, která může nahradit dosud používanou málo produktivní technologii vysekávání.

Laserem vytvořené obecné 3D struktury

Také druhá fáze projektu byla cílena na tvrdé materiály. V rámci úvodního kroku výroby obecných tvarů laserem byly zkoumány možnosti využití různých typů laserů z hlediska rychlosti, přesnosti a jakosti výroby v polykrystalickém diamantu a slinutém karbidu. Jak ukazuje příklad výsledku gravírování diamantu na obr. 4, je možné v tomto materiálu dosahovat při požadované jakosti úběr i přes $2,0 \text{ mm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$. Část výzkumu zaměřená na slinutý karbid potom měla hlavní motivaci opět směřovanou do oblasti řezných nástrojů, konkrétně pak do zlepšení jejich užitečných vlastností. Bylo ověřeno, že laserem lze vyrobit zcela funkční tvarově komplikovaný utvařecí třísky, který může být navíc opatřen řízenou strukturou povrchu (viz obr. 5), což je vlastnost, kterou konvenční výroba řezných nástrojů neumožňuje. Tímto

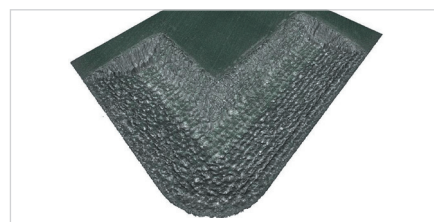


Obr. 4. Příklad experimentálně stanovené závislosti – vliv výkonu laseru na rychlost ablace materiálu v polykrystalickém diamantu CTB010.

způsobem může vzniknout optimalizované řešení nástroje přesně pro potřeby konkrétní aplikace. Takový nástroj poskytuje možnost zvýšení využití svého potenciálu. V porovnání se standardní vyměnitelnou břitovou destičkou byl u laserem připraveného břitu prokázán přínos v prodloužené životnosti takového břitu, ve zlepšeném utváření třísky nebo ve snížení velikosti sil vyskytujících se mezi nástrojem a obrobkem.

Mikrostrukturování laserem

Tématem řešeným v rámci výzkumu progresivních laserových technologií je rovněž řízené vytváření definovaných mikrostruktur pro zlepšení funkčních vlastností dílců. K těmto vlastnostem může patřit například změna třecích charakteristik, schopnost zadržování a přilnutí kapalin, nebo naopak jejich odpuzování. Aplikace struktur s rozměry v řádech jednotek mikrometrů jsou zkoumány jak pro rovinné povrchy, tak i pro obecné 3D tvary. Přestože výzkum v této části stále probíhá, již první výsledky naznačují velký potenciál především u laserů s kombinací krátké délky pulzu, velké opakovací frekvence a rychlosti skenování. U takových stanic je možné vytvářet přesné mikrostruktury v relativně krátkém čase. V rámci tématu je navržena sada různých mikrostruktur, u kterých jsou ne-



Obr. 5. Utvařecí třísky na soustružnické břitové destičce vyrobené laserem a opatřené strukturou povrchu.

závislým měřením ověřovány výchozí předpoklady pro výše zmíněné základní vlastnosti. Výzkum je opět realizován na vybraném tvrdém materiálu. Realizace mikrostruktury laserem zlepšující funkční vlastnosti konkrétního dílce v reálné aplikaci je druhým závazným výsledkem projektu.

Shrnutí

Možnosti dalšího vývoje a rozšiřování spektra aplikací laserových technologií lze spatřovat především tam, kde je použití konvenčních i jiných způsobů výroby neefektivní, nejakostní, technicky limitované nebo zcela neproveditelné. Do této kategorie lze zařadit i opracování tvrdých materiálů, jako je diamant, keramika nebo slinutý karbid. V rámci tohoto příspěvku byl představen výzkum laserových technologií, který vede ke konkrétním výsledkům v různých způsobech využití laseru. Ukazuje se, že parametry paprsku laseru, způsob jeho řízení a detaily jeho interakce s materiálem jsou zásadními faktory pro výsledek procesu. U disponibilních laserových zařízení je proto třeba vždy hledat správný přístup k jejich použití, aby mohl být pro danou aplikaci využit jejich potenciál. ■

TENTO ČLÁNEK VZNIKL S FINANČNÍ PODPOROU TECHNOLOGICKÉ AGENTURY ČR



PLACENÁ INZERCE

LISTEN. THINK. SOLVE.

Chytrá výroba potřebuje **chytré stroje**

15

15 miliard
nárůst počtu zařízení
na 50 miliard

37

37 miliónů
člověkohodin
v neplánovaných
odstávkách

82 %

výrobních
závodů potvrzuje
zvýšení efektivity

49 %

uživatelů
zaznamenal
méně vadných
výrobků po
zavedení
digitalizace

45% nárůst
zákaznické spokojenosti
50% snížení
pracovních úrazů

66 %
výrobních závodů má
zkušenost se selháním
kybernetického
zabezpečení

Více informací na:
www.rockwellautomation.com/cs_CZ/go/smart-machines

Rockwell Automation
Allen-Bradley • Rockwell Software

Copyright © 2017 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.