



TECHNOLOGICKÉ FAKTORY PÔSOBIACE NA OBRÁBANIE

TECHNOLOGICAL FACTORS AFFECTING THE MACHINING

Anton PANDA - Marek PRISTUPČÁK

Abstract

An important part of advanced machining methods is the technology of dividing with abrasive water jet. The structure of this article consists of the following units: application and use of water jet, properties of the working fluid, technological factors used in water jet technology, as well as factors affecting the abrasive water jet cutting, which include feed rate, pressure, abrasive and impact angle of incidence on the material.

Key words

Abrasive Water Jet, Abrasive, Working Fluids.

Úvod

V súčasnosti sa veľký dôraz kladie na progresívne metódy obrábania. Neoddeliteľnou súčasťou progresívnych metód je technológia abrazívneho vodného prúdu, ktorá patrí medzi nekonvenčné spôsoby obrábania a neustále dochádza k vývoju a zdokonaľovaniu tejto technológie. V dnešnej modernej a pokrokovej dobe je veľmi často využívaná pre delenie a obrábanie rôznych druhov materiálov.

Základom tohto spôsobu obrábania je voda a jej úprava, ktorá je neoddeliteľnou súčasťou tohto procesu. Vodný prúd spočíva na jednoduchom princípe založenom na odoberaní materiálu vysokým tlakom kvapaliny s prídavným materiálom - abrazívom. Pri priebehu tohto technologického procesu dochádza k vzniku nechcených netlmených kmitov – vibrácií, v dôsledku pôsobenia technologických faktorov.

Uplatnenie a použitie vodného prúdu

Konkurencia vo svete je vysoká a zvyšuje sa každým dňom a preto aj požiadavky na kvalitu sú čoraz prísnejšie. Žijeme v storočí, v ktorom je prudký rozvoj nekonvenčných a konvenčných metód obrábania materiálov ako sústruženie, frézovanie, rezanie, vŕtanie. Medzi nekonvenčné metódy patrí aj technológia obrábania vodným lúčom.

Vodný lúč má v súčasnosti široké uplatnenie a táto technológia je používaná vo viacerých odvetviach:

- v stavebníctve pri výstavbe bytov a objektov: betón, izolačné materiály, dlaždice,
- kozmonautika a letecký priemysel: kompozitné materiály, zliatiny hliníka a titánu, výroba jednotlivých častí lietadiel,
- drevársky priemysel: rôzne drevené materiály,
- sklársky: plexisklo, bezpečnostné sklo,
- strojárstvo: ocele, zliatiny, odliatky, hliník, titán, ozubené kolesá,



- automobilový priemysel: pneumatiky, spätné zrkadlá, manžety, prístrojové dosky, tesnenia,
- papierenský: lepenka, kartón,
- textilný: koža, rôzne textilné materiály, tepichové podlahy,
- potravinársky priemysel: ovocie, zelenina, zákusky, mrazené potraviny.

Použitie vysokotlakového lúča má omnoho väčšie využitie ako sú uvedené príklady a preto možno povedať, že táto metóda je univerzálnou metódou a jej využitie do budúcnosti bude omnoho flexibilnejšie.

Delenie vodným lúčom má tieto veľmi dôležité vlastnosti:

- studený rez – žiadne tepelné ovplyvnenie,
- rez nie je elektricky vodivý,
- žiaden prach, zápach a výpary,
- rezné hrany nie sú namáhané tepelne ani mechanicky,
- výskyt mikrotrhlín je minimálny.

Proces delenia a rezania materiálov vysokoenergetickým vodným lúčom používa vysokorýchlostný a vysokotlakový úzky prúd vody ako rezný nástroj.

Vlastnosti pracovnej kvapaliny

Veľmi dôležitým aspektom pri chode zariadenia je vhodný výber pracovnej kvapaliny. Základné požiadavky na kvapalinu sú:

- a.) nízka hodnota viskozity,
- b.) agresivita s kovovými časťami musí byť pri styku minimálna,
- c.) kvapalina by mala byť prístupná a jej cena nízka,
- d.) obrábanie by malo prebiehať pri čo najnižších energetických stratách a najvyššej kvalite,
- e.) rozmedzie pH od 6 do 8, nízka tvrdosť,
- f.) nesmie ohrozovať zdravie obsluhujúceho personálu.

Všetky tieto požiadavky najlepšie spĺňa voda H₂O. Je voľne dostupná, lacná a neohrozuje zdravie pracovníkov. Hoci voda spôsobuje koróziu kovových častí, vieme to eliminovať výrobou zariadení z nehrdzavejúcich materiálov.

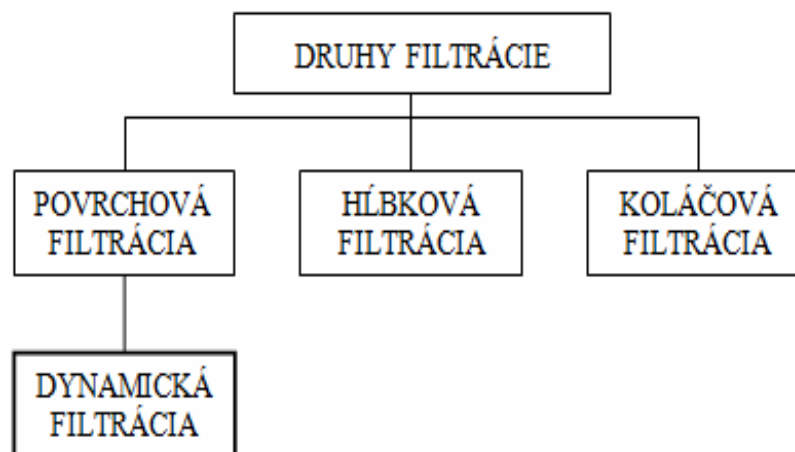
V niektorých prípadoch pri obrábaní negatívne vplýva na proces, ktorý môžeme pridávaním rôznych aditív eliminovať a zvýšiť rýchlosť a kompaktnosť kvapaliny.

Medzi základné metódy úpravy vody patrí:

- 1.) chemicko – fyzikálna úprava,
- 2.) filtrácia – mechanická úprava vody,
- 3.) biologická úprava.



Biologická a chemicko-fyzikálna úprava zahŕňa úpravu vody do kanalizácie a mechanická úprava odstraňuje pevné častice z vody. Delenie jemnosti filtrácie môžeme vidieť na Obr. 1.



Obr. 1 Druhy filtrácie reznej kvapaliny

Filtrácia – je dôležitým procesom vody, lebo zabráňuje poškodeniu a zároveň predlžuje životnosť vodných trysiek. Filter zachytáva veľké množstvo nečistôt, ktoré sa nachádzajú v kvapaline. Klasický filter, ktorý sa bežne používa je hĺbkový, obsahuje 4 vrstvy. Každá vrstva má špecifickú hmotnosť, je jemnejšia a ťažšia smerom nadol. Využívajú sa tiež filtračné pomôcky ako zrážadlá a tie zachytávajú častice veľké 1 mikrometer.

Filtrácia pozná ďalšie dva typy:

- uhlíková filtrácia – odstraňuje zápachy a príchuť,
- zelenopiesková filtrácia – zachytáva nánosy mangánu a železa.

Zmäkčovanie – je odporúčané ako predúpravný krok pre deionizáciu. Tvrdosť vody sa vyjadruje v jednotkách tzv. miligramoch na liter alebo podielovo na milión, či v grainoch na galón, ktorých hodnoty môžeme vidieť v tab. 1

Tab.1 Hodnoty tvrdosti vody[1]

Mäkká	menej ako 1
Mierne tvrdá	1-3,5
Tvrdá	7-10,5
Extrémne tvrdá	10,5 a viac

Deionizácia je zložitejšia ako zmäkčovanie. Deionizátor obsahuje aniónovú a kationovú živicu. Pri zmäkčovaní využíva kationová živica rôzne kationy ako Mg, Fe, C. Po prechode kationovou živcou prechádza cez aniónovú jednotku. V tejto jednotke sú namiesto chloridov a sulfátov hydroxidy. Hydroxidy sa zlučujú a očisťujú vodu od všetkých nečistôt.



Spätnú osmózu využívame na vyprodukovanie vysokokvalitnej vody. Zabezpečuj prechod cez polopriepustnú membránu zachytávajúcu nečistoty pomocou vysokého tlaku. Spätná osmóza umožňuje až 98 % odstránenie nečistôt.

Tab2.Odporúčané množstvo nečistôt v kvapaline

Množstvo pevných látok v kvapaline	Max 500 mg/l
Tvrdosť (CaCO₃)	max. 25 mg/l
Mangán (Mn)	max. 0,1 mg/l
Chlorid (Cl)	max. 100 mg/l
Množstvo voľného chlóru (Cl₂)	max. 1,0 mg/l
Kyslosť (pH)	od 6,5 – 8,5
Železo (Fe)	max. 0,2 mg/l
Obsah zákalu	max. 5 NTU

Technologické faktory používané v technológii vodného prúdu

Technológia hydrodynamického procesu vodného lúča je komplikovaná a využíva sa pri ultra vysokých tlakoch, ktoré charakterizujeme ako lúčová technológia kvapaliny. Faktory, ktoré pôsobia na technológiu vodného prúdu môžeme rozdeliť do dvoch kategórií:

- závislé technologické parametre,
- nezávislé technologické parametre.

Medzi závislé technologické parametre AWJ patria účinky charakterizujúce rezné výsledky, ktoré pôsobia na materiál kvalitatívne a kvantitatívne:

Rezné výsledky :

- celková rezná šírka drážky,
- hĺbka rezu,
- kvalita plochy po reze (drsnosť).

Nezávislé technologické parametre tvoria parametre, ktoré vstupujú do tejto technológie, ovplyvňujú celý proces rezania vodným prúdom:

Hydraulické parametre:

- objem kvapaliny (priemer dýzy),
- tlak kvapaliny.



Parametre abrazíva materiálu:

- tvar a rozmer častíc abrazíva,
- hmotnostný tok.

Zmiešavacie parametre:

- miešavacia komora a jej rozmery,
- stav v ktorom je abrazívo,
- tvar a rozmer zmiešavacej abrazívnej dýzy.

Faktory ovplyvňujúce delenie AWJ

Rýchlosť posuvu - značí rýchlosť pohybu trysky voči rezanému materiálu.

Pri rezaní dochádza k viaznutiu vodného prúdu a ten pri prechode materiálu stráca svoju energiu a odkláňa sa od svojej osi. Zmenou rýchlosti posuvu, môžeme ovplyvniť nasledujúce parametre:

- hĺbka rezu,
- šírka a tvar rezu,
- kvalita povrchu.

Rýchlosť posuvu zásadným spôsobom ovplyvňuje výsledok procesu delenia. Zvýšením tlaku vody sa vyvolá väčšia rýchlosť prúdenia, čo má za následok celkové zvýšenie energie a tým sa vytvárajú predpoklady pre rezanie hrubších materiálov.

Tlak - jeden z najdôležitejších faktorov, ktorý má vplyv na delenie materiálov je pracovný tlak. AWJ technológia používa na zvyšovanie tlaku zariadenie, ktoré sa nazýva multiplikátor. Kvapalina ďalej prúdi cez akumulátor, ktorý tlmírazy v dôsledku stláčania tekutiny, potom prechádza cez dopravný systém, ktorý tvoria hrubostenné trubice a rezacia hlavica. V rezacej hlavici prechádza dýzou, kde sa generuje vysokotlakový vodný lúč.

Abrázivo - pri technológii AWJ je veľmi dôležitým nástrojom abrazívo. Abrazívo tvoria malé častice, ktoré sa zmiešavajú spolu s kvapalinou a tým sa zvyšuje mechanický účinok, bez ktorého by nebolo možné rezať tvrdšie materiály. Výber prídavného materiálu – abrazíva závisí od ekonomických, technických a tiež od environmentálnych vplyvov. Najdôležitejšie faktory pri výbere abrazíva, ktoré ovplyvňujú proces rezania a delenia materiálu sú:

Tvrdosť – má vplyv na zmiešavaciu dýzu. Dôležitým faktorom je pomer tvrdosti abrazívnych častí k tvrdosti rezaného materiálu. Čím vyššia je tvrdosť abrazíva, tým vyššia je rezná rýchlosť.

Veľkosť a tvar abrazívnych častíc – tvar abrazívneho materiálu sa charakterizuje guľatnosťou a kruhovitosťou. Kruhovitnosť je daná najväčšou vzdialenosťou skutočnej od obalovej kružnice. Najlepšie častice sú s malou kruhovitosťou a veľkou guľatnosťou. Veľkosť abrazíva sa uvádza v jednotkách MESH, napr. MESH 60 počet ôk sita na dĺžku 1 palca. Veľkosť sa realizuje preosievaním cez sito s definovanou veľkosťou ôk.

Hmotnostný tok – pri zväčšení dodávky prídavného materiálu do prúdu čistej tekutiny a hĺbka rezu zvyšuje a tým, sa zvyšuje kinetická energia lúča.



Vplyv uhla dopadu na materiál -najčastejšie používaným uhlom dopadu pri rezaní materiálov je 90°, čo predstavuje os vodného lúča, kedy je najúčinnější, pretože je kolmý na povrch rezaného materiálu. Kvalitu a hĺbku rezu meníme zmenou dopadu uhla lúča. Keďže kinetická energia lúča pôsobí aj v horizontálnom, nielen vo vertikálnom smere, to má za dôsledok zmenu mechanizmu rozrušovania materiálu.

Záver

V súčasnosti sa veľký dôraz kladie na progresívne metódy obrábania. Neoddeliteľnou súčasťou progresívnych metód je technológia abrazívneho vodného prúdu, ktorá ma zaujala a z tohto dôvodu som si ju zvolil za svoju diplomovú prácu. Technológia abrazívneho vodného prúdu patrí medzi nekonvenčné spôsoby obrábania. V dnešnej modernej a pokrokovej dobe je veľmi často využívaná pre delenie a obrábanie rôznych druhov materiálov.

Na technológiu abrazívneho vodného prúdu pôsobia technologické faktory, v dôsledku čoho vznikajú netlmené kmity – vibrácie a ovplyvňujú tak kvalitu obrábania a delenia materiálov.

Kľúčové slová

Abrazívny vodný prúd, abrazívo, pracovná kvapalina.

Použitá literatúra

- [1] KRAJNÝ, Zdenko: Vodný lúč v praxi. Bratislava: Miroslav Mračko, 1998. s. 30 ISBN: 8080570914,
- [2] http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=26768,
- [3] <http://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-57638/Konvencne-obrabanie>,
- [4] http://www.tuzvo.sk/files/FEVT/katedry_fevt/kvtm/nmo_obr.pdf,
- [5] MANKOVÁ, Ildikó. Progresívne technológie. Košice : Technická univerzita Košice, Strojnícka fakulta - edícia vedeckej a odbornej literatúry, 2000. 275 s. ISBN 80-7099-430-4.
- [6] VASILKO, Karol. Analytická teória trieskového obrábania. Prešov Fakulta výrobných technológií TU v Košiciach, 2007. 338 s. ISBN 987-80-8073-759-7.
- [7] <http://web.tuke.sk/fvtpo/journal/pdf07/2-str-53-55.pdf>,
- [8] MIČIETOVÁ, Anna a ČILLIKOVÁ, Mária: Technológia – obrábanie. EDIS vydavateľstvo ŽU, 2009. s.390-391. ISBN 978-80-540-0010-5,
- [9] KMEC, Ján: Vplyv parametrov vodného lúča na povrch vytvorený hydroabrazívnou eróziou, Edícia vedeckej a odbornej literatúry, 2010. ISBN 978-80-553-0493-9,
- [10] http://www.sjf.tuke.sk/kmae/TaIPvPP/2010/index.files/clanky%20PDF/KMEC_SOBOTOVA_BICEJOVA.pdf,
- [11] PRISLUPČÁK, M.: Skúmanie vplyvu rezných parametrov na vznik vibrácií technologickej hlavice vo výrobnom systéme s technológiou AWJ. Diplomová práca. Prešov, 2013. 62 s.,
- [12] SALOKYOVÁ, Š., FABIAN, S.: The influence of abrasive mass flow on vibrations in the4. water jet cutting process. 2011. In.: Výrobné inžiniersvto. Roč.10, č. 1 (2011), ISSN 1335-7972.



Kontaktná adresa

doc. Ing. Anton Panda, PhD.
Technická univerzita v Košiciach
Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove
Katedra prevádzky výrobných procesov
Štúrova 31, 080 01 Prešov
e-mail: anton.panda@tuke.sk,

Ing. Marek Prislupčák
Technická univerzita v Košiciach
Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove
Katedra prevádzky výrobných procesov
Štúrova 31, 080 01 Prešov
e-mail: marek.prislupcak@tuke.sk.