



PROGRESÍVNE OBRÁBANIE

PROGRESSIVE MACHINING

Anton PANDA - Marek PRISTUPČÁK

Abstract

Water jet technology is becoming more and more usable method for machining and dividing material. Water jet Machining is one of the unconventional ways of machining and this method is becoming more usable and more complex. AWJ has wide application in industry and many advantages. This article focuses on the basic principles, advantages, and disadvantages and on the technologies used in this process.

Key words

Hydroabrasive Water Flow, Technological Head, Water Jet.

Úvod

Použitie vodného lúča sa datuje ešte pred rokom 1970, vtedy sa používal skôr na rezanie plastových materiálov a dreva. Prudký rozvoj tejto technológie sa začal koncom 90 rokov, kde sa aplikoval na rezanie, obrábanie a opracovanie kovových a nekovových materiálov, keramiku a kompozitné materiály. V súčasnosti sa vodný lúč orientuje na multitechnologické automatizované centrá v spolupráci s inými technológiami, používa robotizáciu a použitie veľkého množstva abrazíva a rôznych iných materiálov pre trysku..

Základný princíp AWJ

Technológiu delenia vodným lúčom môžeme charakterizovať ako vysokorýchlostný mikroerózný proces. Princíp spočíva v odoberaní materiálu z povrchu mechanickým dopadom vodného lúča s vysokou rýchlosťou a vysokou kinetickou energiou na jednotku plochy. Pri tomto úbytku materiálu sa uvoľňujú mikroskopické častice z obrobku. Aby sa znásobila efektívnosť mechanického účinku tak sa pridávajú do vodného prúdu brúsne častice.

Výhody AWJ:

- žiadna tepelná zóna pri rezaní materiálu,
- výborná presnosť,
- detailný geometrický tvar,
- možno použiť aj na kovové a nekovové nepórovité materiály,
- kvalitu rezu možno kontrolovať zmenou rýchlosti posuvu,
- vysoká opakovateľnosť materiálov a presnosť,
- priestorové rezy,
- heterogénny tvar,
- rezanie viacvrstvových materiálov.

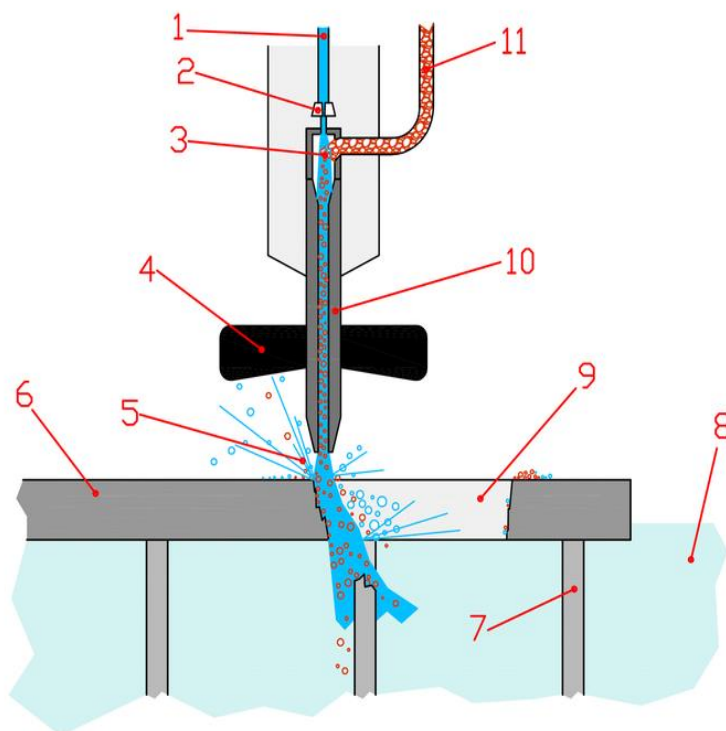
Nevýhody AWJ:

- veľké investičné náklady,
- vysoké požiadavky na vzdelanosť pracovníkov,
- spotreba energie,
- požiadavky na výrobných miestach,



- hlučnosť,
- nízka rýchlosť rezania,
- recyklácia vody.

Súčasnosť prináša množstvo rozvíjajúcich sa technológií v obrábaní rôznych druhov materiálov, preto sa kladie veľký dôraz na ekonomickú dostupnosť, efektívnosť a kvalitu obrábania. Tieto kritériá môžu byť rozhodujúce v oblasti delenia materiálov. Jednou z technológií, ktorá spĺňa množstvo požiadaviek je technológia „abrazívneho vodného lúča (AWJ)“. Technológia AWJ zaručuje udržanie vysokého tlaku, vyznačuje sa výbornou životnosťou, odolnosť voči korózii a v prípade poruchy zaručuje krátky čas na jej odstránenie.



Obrázok 1. Schéma obrábania abrazívnym vodným prúdom

Popis schémy obrábania abrazívnym vodným prúdom na Obr. 1:

- 1 - prívod vysokotlakovej vody, 2 - vodná dýza,
- 3 - zmiešavacia komora, 4 - ochranný kryt, 5 - odstreľujúca voda, 6 - obrobok, 7 – rošt,
- 8 - voda v zbernej nádobe, 9 - vyrezaný otvor v obrobku, 10 - abrazívna zmiešavacia dýza,
- 11 - abrazívo – granát, olivín alebo kremičitý piesok.

Technologická hlavica s dýzou

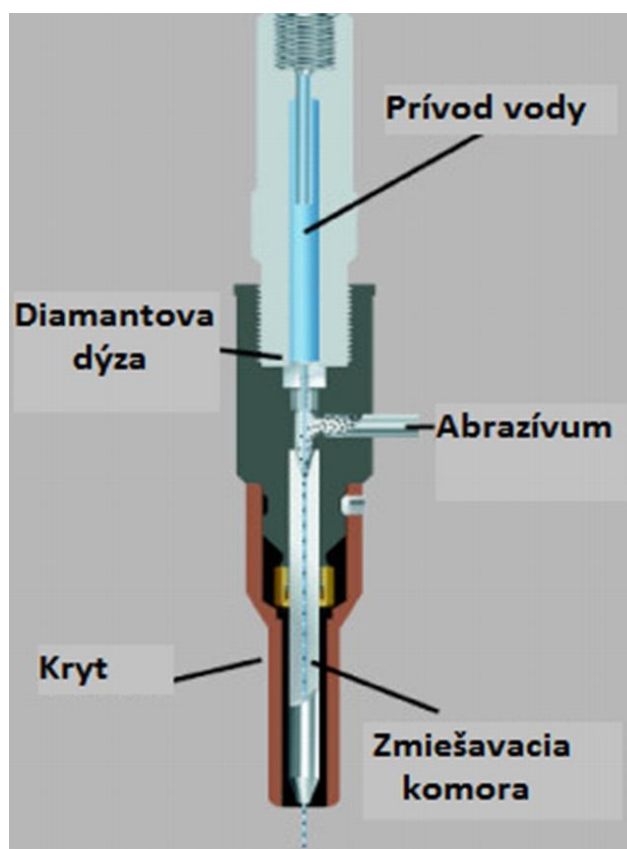
Najdôležitejšiu časť celého zariadenia tvorí rezacia hlavica s dýzou, ktorá ovplyvňuje nielen kvalitu rezu, ale aj kvalitu lúča. Pre jednoduchšie, rýchlejšie a efektívnejšie upínanie sa rezacia hlavica vyrába s bajonetovým uzáverom. Výhodou bajonetových uzáverov je, že jednotlivé dýzy netreba kalibrovať pri výmene hlavice a to z dôvodu samostrediacoho uchytenia. Vypínanie a zapínanie sa realizuje pneumatickým on/off ventilom.



Rezacie hlavice delíme na:

- vysokotlakové hlavice,
- nízkotlakové hlavice.

Pre obrábanie abrazívnym vodným prúdom je veľmi dôležitým prvkom konštrukcia dýzy lebo ovplyvňuje výkon a kvalitu rezaného materiálu. Dýza je uložená v rezacej hlave a má typizovaný tvar, vyrába sa z rôznych materiálov ako rubín, zafír či syntetický diamant. Životnosť dýz je dôležitým faktorom pre vhodný výber typu a pred jej samotným použitím sa odporúča upraviť kvapalinu dýzy sa napr. zmäkčováním, deionizáciou alebo filtráciou. Jej funkcia je dôležitou súčasťou AWJ (Obr. 2).



Obrázok 2. Principiálna schéma technológie AWJ

Zariadenie na rezanie vodným prúdom

Vysokorýchlostný vodný lúč, ktorý generuje hydraulické zariadenie musí spĺňať požiadavku vysokého tlaku, ktoré sa skladá z:

- nízkotlakového okruhu (primárneho),
- vysokotlakového okruhu (sekundárneho).

Sekundárny okruh je riadený primárnym pomocou tlaku média (kvapaliny) potvrdený jednotkou hydrauliky.

Vysokotlakový okruh sa skladá z týchto základných častí:

- tlakový akumulátor – nádoba slúži na tlmenie rázov, ktoré vznikli v dôsledku tlaku,
- ventil na uzatváranie – reguluje prietok kvapaliny,

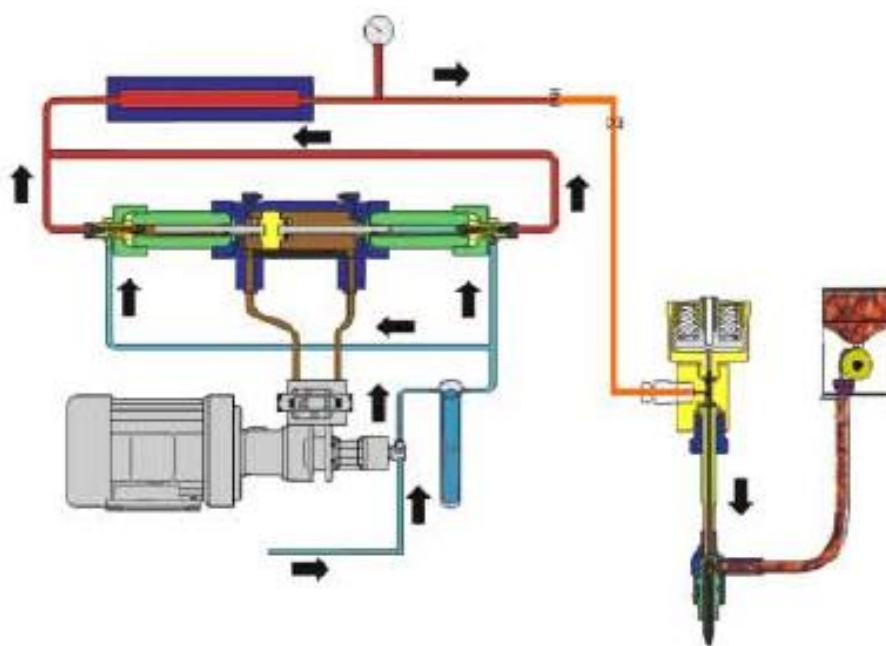


- elementy na rozvádžanie – komponenty na rozvod kvapaliny na miesta obrábania (potrubia, hadice, otočné elementy a ďalšie),
- jednotka zabezpečujúca filtráciu – zbavuje kvapalinu nečistôt v rozsahu od 1,2 až 5 ,
- dýzy na výstupe – sú veľmi dôležitou súčasťou zariadenia pretože ovplyvňuje nielen kvalitu rezu ale aj kvalitu rezného lúča,
- tlakový generátor technologickej kvapaliny.

Zariadenie vytvárajúce vysokotlakový lúč vody používa:

- **zariadenie s multiplikátorom,**
- **zariadenie s triplexovým plunžerom.**

Princíp hydroabrazívneho zariadenia je uvedený na Obr.3.



Obrázok 3. Princíp hydroabrazívneho zariadenia

Odporúčané hodnoty abrazívneho lúča sú:

- tlak lúča od 60 do 415 MPa,
- šírka lúča je 1,2 až 2,5 mm,
- vzdialenosť dýzy od materiálu 10 až 25 mm,
- otvor dýzy o 0,3 mm menší ako šírka rezu,
- spotreba tekutiny 26 l/hod,
- hodnota rýchlosti lúča pri nesúvislých hodnotách od 600 – 900 m/s.

Základné metódy technológie vodného prúdu

V súčasnosti na delenie materiálu vodným prúdom podľa média použitého na rezanie sa používajú 2 metódy:

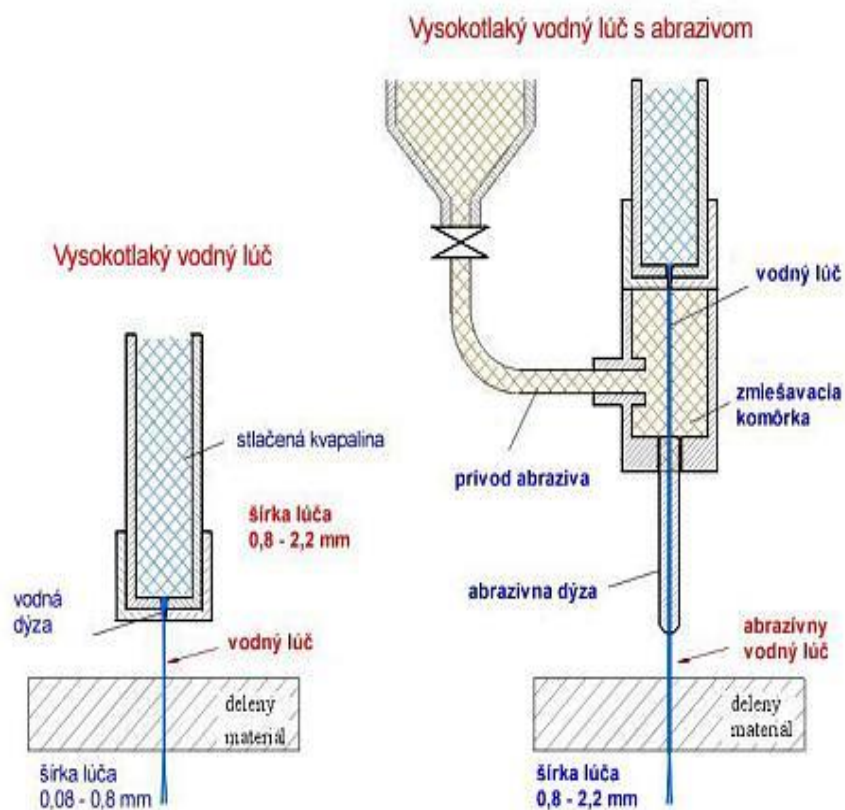
- technológia rezania lúčom vody WJM (Water Jet Machining),
- metóda rezania abrazívnym lúčom vody AWJ (Abrasive Waterjet Machining).



Rezanie prúdom vody sa používa na rezanie mäkkých materiálov ako lino, guma, penové materiály, papier a iné. Pracovný tlak vody sa pohybuje v rozmedzí od 60 do 415 MPa.

Abrazívny vodný lúč sa využíva pri rezaní tvrdých materiálov napr. keramika, oceľ, sklo, kameň, spekané materiály. Táto technológia pracuje s omnoho vyšším tlakom od 650 do 800 MPa, má výborný vplyv na geometriu súčiastok a taktiež šetrí finančné a prevádzkové náklady.

Základný rozdiel medzi oboma technológiami (viď. Obr. 4) spočíva vo vnútri rezacej hlavy. Hlava čistého vodného lúča je ukončená tryskou. U hydroabrazívneho lúča čistá voda vstupuje do zmiešavacej komory, kde sa zmieša voda s prídavným materiálom – abrazívom. Ďalším základným rozdielom je priemer vychádzajúceho vodného lúča. WJ závisí od priemeru dýzy použitej trysky a pohybuje sa v rozmedzí od 0,1 do 0,8 mm. Technológia AWJ závisí od vnútorného priemeru trubice a jej hodnoty sú od 1,2 do 2,5 mm.



Obrázok 4. Schéma principiálneho rozdielu medzi WJ a AWJ

Záver

Snahou každého technologického procesu je okrem znižovaniu nákladov aj znižovanie vplyvu na životné prostredie. Technológia abrazívneho vodného prúdu je jednou zo spôsobu delenia a rezania materiálov s najmenším vplyvom na životné prostredie, keďže rezný nástroj je voda, v našom prípade s prídavkom abrazíva.

Kľúčové slová

Hydroabrazívny vodný prúd, technologická hlavica, vodný prúd.



Použitá literatúra

- [1] <http://www.engineering.sk/index.php/clanky2/stroje-a-technologie/782-porovnavacia-analyza-technologie-awj>,
- [2] http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=26768,
- [3] <http://www.sjf.tuke.sk/transfereinovaci/pages/archiv/transfer/22-2012/pdf/075-079.pdf>
- [4] KRAJNÝ, Zdenko: Vodný lúč v praxi. Bratislava: Miroslav Mračko, 1998. s. 30 ISBN: 8080570914,
- [5] MIČIETOVÁ, Anna a ČILLIKOVÁ, Mária: Technológia – obrábanie. EDIS vydavateľstvo ŽU, 2009. s.390-391. ISBN 978-80-540-0010-5,
- [6] MANKOVÁ, Ildikó. Progresívne technológie. Košice : Technická univerzita Košice, Strojnícka fakulta - edícia vedeckej a odbornej literatúry, 2000. 275 s. ISBN 80-7099-430-4,
- [7] HLOCH, Sergej a VALÍČEK, Ján: Vplyv faktorov na topografiu povrchov vytvorených hydroabrazívnym delením. Fakulta výrobných technológií TU v Košiciach so sídlom v Prešove, 2008. ISBN 978-80-553-0091-7,
- [8] VALÍČEK, Jan; HLOCH, Sergej. Merení a řízení kvality povrchu vytvorených hydroabrazívním delením. 1. vydání. Ostrava : ÁMOS Mgr. Zdenka Pustínová, 2008. 128 s. ISBN 978-80-254-3588-5,
- [9] Prislupčák, M.: Skúmanie vplyvu rezných parametrov na vznik vibrácií technologickej hlavice vo výrobnom systéme s technológiou AWJ. Diplomová práca. Prešov, 2013,
- [10] ŠEBO, Dušan, BADIDA, Miroslav, FEDORČÁKOVÁ, Monika, BEDNÁR, Ján Synergy of little waste water treatment facility with electrolytic and co-generation equipment-2003. In: Energy and the environment. Theiland: [s.n.], 2003 4 p.,
- [11] SALOKYOVÁ, Š., FABIAN, S.: The influence of abrasive mass flow on vibrations in the 4. water jet cutting process. 2011. In.: Výrobné inžiniersvto. Roč.10, č. 1 (2011), s. 31 – 34, 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