



VYSOKOTLAKÉ ČERPADLO AKO ZARIADENIE VYUŽÍVANÉ PRI TECHNOLOGII VODNÉHO LÚČA

HIGH-PRESSURE PUMP AS A DEVICE TO USE IN THE WATER JET TECHNOLOGY

Monika KARKOVÁ - Lýdia SOBOTOVÁ

Abstract

This article discusses the most widely used unconventional technology working on the mechanical principle and technology of water jet. Detail is given to high-pressure pump, its parts, functions, installation, and security in the use of.

Key words

Water Jet Technology, High-Pressure Pump.

Úvod

V dnešnej pokrokovej dobe je možné pozorovať vývoj nových technológií. S cieľom nezaťažovať životné prostredie a obrábať špeciálne materiály sa aplikujú technológie, ktoré radíme do skupiny nekonvenčné. Tieto technológie pracujú na odlišných princípoch ako klasické metódy. Nekonvenčné technológie využívajú na úber materiálu najmä elektrotepelný princíp, elektrochemický, chemický a mechanický princíp. K technológiám, ktoré využívajú mechanický princíp radíme technológiu obrábania vysokotlakovým vodným lúčom. Obrábanie vodným lúčom patrí medzi najpreferovanejšie a najrozšírenejšie nekonvenčné technológie pracujúce na danom princípe. [4]

Rozvoj a výskum vodného lúča cez metódu hydroabrazívnej erózie sa realizoval v rokoch 1985-1987, na SjF – TU Košice, SjF – STU Bratislava, Fakulte špeciálnej techniky TnUADv Trenčína a Fakulte výrobných technológií TUKE so sídlom v Prešove. Do rozvoja sa zapojili i firmy v danom regióne. [10]

Technológia delenia materiálov vodným lúčom

Využitím kinetickej energie vody a veľmi tenkého prúdu vody sa dosiahla sila vodného lúča, ktorá je schopná deliť materiály rôznych štruktúr a hrúbky. Čistým vodným lúčom sa režu textílie, vlákna, papier, potraviny a pod. Na delenie kompaktných a tvrdých materiálov, ako napr. kovov, skla, keramiky sa používa abrazívna metóda rezania vodným lúčom. Ešte predtým ako sa lúč dotkne materiálu pridá sa k prúdu vody v zmiešavacej komore rezný prostriedok – abrazívum. Ako abrazívum sa najčastejšie používa jemnozrnný olivínový alebo granitový piesok alebo korund. [2, 3]

Technológia delenia vodným lúčom je v porovnaní s inými metódami metóda bez tepelného a chemického ovplyvnenia materiálu, teda ju je možné použiť tam, kde trieskové a termické výrobné techniky poskytujú z mechanických alebo z fyzikálnych dôvodov neuspokojivé výsledky. Základným zariadením je vysokotlakové vodné čerpadlo, v ktorom sa natlakuje voda na dimenzovaný požadovaný vysoký tlak a to v multiplikátorovej časti, ktorú



poháňa olejové čerpadlo pevne spojené s elektromotorom. Multiplikátor, tiež nazývaný násobič tlaku, pracuje tak, že plocha piestu olejovej časti je v pomere napr. 20 : 1, (aj vyššie, v závislosti od konštrukcie, výkonu) k ploche piestu tlakujúceho vodu. Olejový piest pritom pracuje pri tlaku 200 bar a tým sa 20 až 31 krát znásobuje tlak na ploche piestu tlakujúcim vodu, čím v podstate dosahujeme výstupný tlak vody 400 až 620 MPa. [5]

Všeobecný popis vysokotlakého čerpadla pre technológiu delenia materiálov vodným lúčom

Čerpadlo je centrom systému, vytvára taký tlak, že prúd vody vychádzajúci z rezacej hlavy môže dosiahnuť až 4 násobnú rýchlosť zvuku. Vysokotlaké čerpadlo je vybavené dvomi súčasne riadenými hydraulickými multiplikátormi, akumulátorom tlaku, motorovým hydraulickým vzostupovým výtlačným olejovým čerpadlom, elektrickým štartovým panelom, kontrolnými senzormi a nízkotlakovým vodným okruhom s filtrom. Konštrukčne je zakomponované v ráme a systém je vhodne postavený na odkvapovej vani. Na obrázku č.1 je znázornené čerpadlo od firmy DEMA, s r.o. o maximálnom tlaku 413 MPA, výkone 2,2 l/min a príkonom 22 kW. Všetky zložky sú ľahko prístupné aspoň z dvoch strán pre zjednodušenie údržby. Čerpadlo je vhodné pre rôzne potreby produkcie, pre malé, ale aj veľké rozsahy. [5, 11]

Úprava vody pri tejto technológii zvyšuje kvalitu práce, kvalitu výrobkov životnosť zariadenia, redukuje opravy, znižuje mieru opotrebenia dýz, ovládacích ventilov. Voda využívaná pri technológii delenia vodným lúčom musí byť zbavená železa a vápnika. Celková tvrdosť upravovanej vody nesmie prekročiť hodnotu 10 mg/l. Rozpusťné tuhé látky, ktorými sa upravuje kvalita vody pôsobia ako abrazívny materiál a najviac postihnutými komponentmi sú hubice a vysokotlakové tesnenia. Z toho dôvodu sa odporúča analýza vody, ktorá preukáže skutočný stav používanej vody. Za účelom úpravy hodnôt na hodnoty prípustné sa odporúča aby firma mala vlastnú úpravňu vody. Predtým, než sa voda z čerpadla dostane k rezacej hlave, ešte prejde cez nárazový tlmič, ktorý stlmí kolísanie tlaku a zaistí že tlak vody vstupujúci do rezacej hlavy je ustálený a trvalý. [1, 3, 5, 12]

Maximálny tlak vysokotlakej vody je limitovaný hydraulickým poistným ventilom. Vysokotlaký multiplikátor má obojstranný vodný piest, zavesený na olejovom pieste, ktorý kmitá z jednej strany na druhú a opačne. Z multiplikátora, ktorý pracuje paralelne, sa privádza vysokotlaková voda do akumulátora tlaku. Kompresný pomer je 20:1 s maximálnym hydraulickým tlakom 214 bar. [8]

Zariadenia s multiplikátorom sa prevažne používajú na rezanie vysokorýchlostným vodným lúčom. Od roku 1980 sa používajú nielen na rezanie čistým, ale aj abrazívnym vodným lúčom. V dôsledku vysokých pracovných tlakov a extrémneho zaťaženia treba pri počítať aj s určitým opotrebením a spotrebou materiálu, najmä toho, ktorý podlieha nadmernému a vysokému stupňu opotrebenia, ako sú napr. vodné či abrazívne trysky. [4]

Medzi štandardne vybavenie vysokotlakého čerpadla radíme :

- systém nízkotlakovkej vody,
- hydraulický systém,
- multiplikátor,
- akumulátor tlaku,

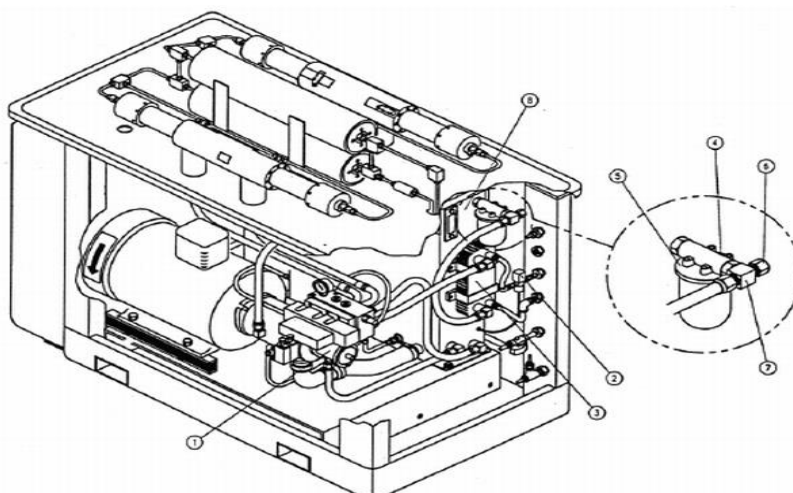


- recirkulačný systém,
- chladiaci systém oleja,
- elektrický systém,
- oddelené vodné a olejové odkvapové vane. [6]



Obr. 1 Vysokotlaké čerpadlo PT JETS-2.2/60 Zdroj: [11]

Recirkulačný obvod pre chladenie a filtráciu oleja beží, keď beží hlavný elektromotor. Recirkulácia udržiava hydraulický olej pri prevádzkovej teplote, ak sa používa minimálne množstvo prietoku vody. Systém recirkulácie, obr. 2, zabezpečuje aj nevyhnutnú olejovú klimatizáciu a filtráciu na udržanie čistoty oleja. Klimatizácia hydraulického oleja zahŕňa jeho chladenie, čistenie a spolu s hydraulickou nádržou odstraňovanie vzduchových bublín vznikajúcich v oleji, kvôli miešaniu a turbulentnému toku v hlavnom čerpadlovom obvode. [8]



Obr. 2: Recirkulačný systém vysokotlakého čerpadla Zdroj: [8]

1- recirkulačné čerpadlo, 2- vodný ventil, 3- výmenník tepla, 4 – vizuálny ukazovateľ, 5- olejový filter, 6- olejový plniaci otvor, 7- olejový plnič, 8 – nádrž hydraulického oleja

Hlavnou funkčnou črtou vysokotlakého vodného čerpadla je :

- nominálny tlak 4 150 bar (60 000 psi),
- pracovný tlak 3 800 bar (55 000 psi). [6]



Bezpečnosť a inštalácia vysokotlakého čerpadla

Pri používaní a inštalácii vysokotlakého čerpadla sa v priebehu rokov vypracovali určité zásady a postupy (obr.3), ktoré sa ukotvili v praxi ako základné zásady a pravidlá, ktoré treba dodržiavať. Všeobecne platí, že takéto zariadenie nesmú obsluhovať nekvalifikovaní zamestnanci. Vysoký tlak vody spôsobuje, že prúd vody preniká do mnohých ťažkých a silných materiálov, preto je potrebné chrániť zamestnancov (pracovný odev, okuliare,...). Je dôležité dodržiavať pravidlá a pokyny správneho zaobchádzania s vysokotlakým čerpadlom, aby sa predišlo nežiaducim komplikáciám. Súčasťou čerpadla je i potrubie, ktoré musí byť nainštalované tak, aby nevznikali napätia v krútení. Odporúčaný vonkajší priemer trubiek 9/16" znižuje vibrácie, napätie a pohyb medzi rozvodom potrubia čerpadla a oblasťou rezania. [9]

Komplexné zosúladenie celého systému je potrebné ak chceme čerpadlo inštalovať a prevádzkovať. Pri jeho inštalácii je dôležité:

- zoznámiť sa s požiadavkami na jeho inštaláciu a prevádzku,
- dodržiavať bezpečnostné postupy počas celého procesu. [5]

Tab.3.1 Bezpečnostné tabuľky a skratky

	Poukazuje na nebezpečenstvo, ktoré môže zapríčiniť osobné zranenie alebo poškodenie majetku, ak sú ignorované inštrukcie na opatrnosť.
	Poukazuje na nebezpečenstvo, ktoré môže zapríčiniť vážne osobné zranenia, smrť alebo značné poškodenie majetku, ak je varovanie ignorované.
	Vysoký tlak vodného prúdu môže spôsobiť zranenie očí. Chráňte si oči, keď pracujete blízko stroja.
	Nebezpečný hluk môže spôsobiť stratu sluchu. Chráňte si uši ak pracujete blízko stroja.
	Nebezpečné elektrické napätie môže spôsobiť zranenie alebo smrť. Pred otvorením vitríny odpojte a prerušte hlavný elektrický prívod.
	Zlá funkčnosť
	Hydraulické multiplikátory
	Tlaková kontrola
	Vysoký tlak
	Nízky tlak
	Štart/Spustenie
	Stop
	Beží

Obr. 3: Bezpečnostné tabuľky a skratky Zdroj: [9]

Základné faktory dôležité pri inštalácii čerpadla:

- prostredie – čerpadlo sa má inštalovať vo vnútorných priestoroch, kde podmienky prostredia nesmú prekročiť ani minimálne ani maximálne hodnoty,
- kotvenie – čerpadlo je polohované vlastnou váhou bez kotvenia,
- priestor – okolo čerpadla má byť min. 900 mm voľnej plochy po všetkých stranách,
- elektrické zapojenie – zapojenie čerpadla musí byť v súlade s národnými a lokálnymi normami. [9]



Hlavné výhody technológie a jej vplyv na životné prostredie

Nároky kladené na procesy rezania sa v posledných rokoch sprísnilí vzhľadom k životnému a pracovnému prostrediu a preto technológia rezania vodným lúčom predstavuje jedinečnú možnosť zavedenia vysokotlakovej automatizácie pri vysokovýkonnom rezaní rôznych druhov materiálov. [3]

Technológia delenia materiálov vodným lúčom je progresívna technológia ktorú charakterizuje minimálne množstvo vzniknutých odpadov. Nízke množstvo odpadov je výsledkom i vhodne zvoleného nástrihového plánu. WJ systém neprodukuje žiadne spaliny ani toxické látky. Voda aj prídavné látky – abrazíva, ktoré sa využívajú pri rezaní tvrdších materiálov (kameň, betón žula, kovy) sú recyklovateľné a je ich možné vrátiť do procesu. Abrazíva sa viažu na vodu a tak pri rezaní nepozorujeme prašnosť. Častice zmiešané z vodou sa pri delení materiálu občas dostanú mimo pracovného stola a po uschnutí vytvoria na podlahe vrstvu zaschnutého betónu. Pravidelnou údržbou strojov a kontrolou prostredia sa tento nežiaduci jav eliminuje. Jediný negatívny jav z oblasti fyzikálnych faktorov je hluk, ktorého pôvodcom sú vysokotlaké čerpadlá. Intenzita hluku sa eliminuje ochrannými krytmi a prostriedkami BOZP.

Technológie WJM a AWJM sa aplikujú pri rôznych druhoch trieskového obrábania. Presnosť a jednoduchosť obsluhy zariadenia zabezpečujú softvéry a CNC zariadenia na ich manipuláciu.

Medzi hlavné výhody technológie delenia materiálov vodným lúčom patria:

- univerzálnosť,
- okraj materiálu nie je vystavený tepelnému namáhaniu,
- perfektná kvalita hrán, ktorá nevyžaduje ďalšie spracovanie,
- umožňuje rezať materiály, ktoré sa skladajú z niekoľkých rôznych materiálov v jeho konštrukcii,
- schopnosť rezania kompozitov,
- komplexný geometrický strih a úplná presnosť umožňuje realizovať umelecké predstavy,
- žiadna škodlivosť prachu ani plynov,
- umožňuje rezať aj výbušné a horľavé materiály,
- nízky tangenciálny vplyv na ošetrovanom povrchu, takže nie je potrebné stlačiť materiál,
- vysoká rýchlosť rezania,
- minimálny odpad,
- malé rezy 1mm. [7]

Tento článok vznikol v rámci projektu KEGA 032TUKE-4/2012.

Súhrn

Technológia delenia materiálov WJM je technológia pracujúca na mechanickom princípe. K fungovaniu je potrebné vytvoriť tenký ale nesmierne silný prúd vody. Sila lúča je výsledkom vysokého tlaku, ktorý vytvára vysokotlaké čerpadlo. To vháňa vodu do trysky pod tlakom až cca 40 GPa. Vysokotlaké čerpadlo je teda dôležitou súčasťou zariadenia.

Technológia WJ a AWJ je šetrná k životnému prostrediu, a má mnoho výhod, napriek svojim vysokým prvotným nákladom. Je na trhu 25 rokov, čo dokazuje jej efektívnosť, konkurencieschopnosť, a ekologickosť.



V prípade odstránenia elementárnych nedostatkov danej technológie sa dosiahne vysoko perspektívna metóda delenia materiálov s minimálnymi vplyvmi na životné prostredie.

Kľúčové slová

Technológia vodného lúča, vysokotlaké čerpadlo.

Použitá literatúra

- [1] KMEC, J.; GOMBÁR, M.; BIČEJOVÁ, Ľ.; DOBROVIČ, J.: Faktory hydroerózie. 1. vd., Košice: TU, 2011. 216 s.; ISBN 978-80-553-0650-6,
- [2] Salesmen presentation; KMT GmbH KMT Waterjet System : KMT Creating value through precision, 15 slyde, Germany 77s.,
- [3] VASILKO, K.; KMEC, J.: Delenie materiálu. Prešov 2003, 232 s. ISBN: 80-7099-903-9
- [4] KRAJNÝ, Z.: Konštrukcia zariadení na obrábanie vysokotlakovým vodným lúčom – WJM, In: TechPark, o.z., 2008, [cit. 2013-09-06] Dostupné na internete: <http://www.techpark.sk/technika-92010/konstrukcia-zariadeni-na-obrabanie-vysokotlakovym-vodnym-lucom-wjm.html>,
- [5] KMEC, J., ŠÚŇ, J., SPIŠÁK, E., GOMBÁR, M.: Požiadavky na inštaláciu vysokotlakého čerpadla pre vodný lúč, In: It-strojar.sk, [cit. 2013-09-16] s. 1-5, ISSN 1338-0761,
- [6] KMEC, J., SOBOTOVÁ, L., BIČEJOVÁ, Ľ.: Stupeň ochrany krytom elektrických systémov v aplikáciách technológií vodného lúča, In: Transfer inovácií roč.2011 č. 19, 253-256s. ISSN 1337-7094,
- [7] NORMIT, our ideas work. Dostupné na internete:< http://www.normit.com/rezanie_vodnym_lucom.php> ,
- [8] KMEC, J., BADIDA, M., SOBOTOVÁ, L.: Recirkulačný systém vysokotlakového čerpadla, In : Strojárstvo/ Strojírenství, [cit. 2013-09-16] , ISSN: 1335-2938. Dostupné na internete: <http://www.engineering.sk/index.php/clanky2/stroje-a-technologie/851-recirkulany-system-vysokotlakoveho-erpadla>,
- [9] KMEC, J., GOMBÁR, M., LAZOROVÁ, A., VAGASKA, A.: Vysokotlaké čerpadlo pre vodný lúč, Prešov 2012, 147s., ISBN: 978-80-555-0588-6,
- [10] SOBOTOVÁ, L., KARKOVÁ, M.: Kvalita rezacej vody pri technológii delenia materiálov vodným lúčom - 2012. In: Transfer inovácií. Č. 24 (2012), s. 125-128. - ISSN 1337-7094 [cit.2013-09-16] Dostupné na internete: <www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/main.htm> ,
- [11] DEMA s r. o. : čerpadlá, [cit.2013-09-20], Dostupné na internete: < <http://www.demazvolen.sk/> > ,
- [12] KMEC, J., BIČEJOVÁ, Ľ., NOVÁKOVÁ, M., GOMBÁR, M.: Rozdelený vodný lúč pre rezanie nerezových materiálov; Prešov 2011;143s; ISBN:978-80-553-0827-2.

Kontaktná adresa

Ing. Monika Karková

TU, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 040 00 Košice, e-mail: monika.karkova@tuke.sk

doc. Ing. Lýdia Sobotová, PhD.

TU, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 040 00 Košice, e-mail: lydia.sobotova@tuke.sk