

Jak správně zvolit chlazení pro obráběcí stroj

Během třískového obrábění se teplota v místě řezu pohybuje v rozmezí od 650 do 800 °C. Při použití klasického chlazení se část chladicí kapaliny přemění v páru, která následně brání přístupu nové kapaliny, a tak není zaručen potřebný chladič a mazací účinek. Jednou z variant eliminace těchto nežádoucích vlivů je správné použití vysokotlakého chlazení v kombinaci s volbou vhodného řezného nástroje.

Dříve než se začneme zabývat samotným chlazením, věnujme několik slov otázce volby mezi tzv. mokřím obráběním a obráběním za sucha, o kterém se v poslední době hodně hovoří především v souvislostech s kvalitou a opotřebením nástrojů. Hlavním argumentem pro „suchou cestu“ je to, že v okamžiku, kdy je nástroj zasažen chlazením, dochází k výraznému teplotnímu šoku. Tento efekt je zvláště patrný při frézování, kdy se nástroj během celého obrábění otáčí. Například při otáčkách 1000 min⁻¹ tak dochází až k 1000 extrémních výkyvů teploty, které nástroj poškozují více než samotná vysoká teplota. U soustružení není tento problém tak závažný. Jedná se o 3 až 4 záběry třísky za minutu, tedy o teplotní šoky ve stejném počtu. U soustružnických operací je proto konvenční chlazení většinou naprosto dostačující.

Zcela opačným případem je vyvrtávání hlubokých děr, kde o možnosti obrábění za sucha nelze ani uvažovat a běžné chlazení většinou nestačí. Důvodem je to, že při obrábění v omezeném prostoru (jakým je vyvrtávání hlubokých děr) je potřeba dostat přes nástroj do místa řezu tolik chladicí kapaliny, aby zcela vyplnila vrtaný otvor a tím se v něm vyrovnal tlak. Pokud by se kapalina začala odpařovat, vytvoří kolem řezné zóny bariéru, tím zabrání přísunu nové kapaliny a v místě řezu dojde k přehřátí. Kromě toho je nutné z vrtaného otvoru okamžitě odvádět vznikající třísky, jinak může dojít k závažnému poškození nejen nástroje, ale např. i vřetena. To jsou důvody, proč u chladicího média přecházet k vyšším tlakům i větším objemům. V dalších odstavcích si ukážeme, že vysokotlaké a velkoobjemové chlazení je značně výhodné i v případech jiných, náročnějších, především frézovacích operací.

Vysokotlaké a velkoobjemové chlazení

Při obrábění kovů se až devadesát sedm procent energie přemění na teplo a teplota v místě řezu dosahuje 650 až 800 °C. Při takto vysoké teplotě se každá běžná chladicí kapalina začne rychle měnit v páru, která začne bránit přísunu nové kapaliny. Kromě dalšího nárůstu teploty to má za následek zhoršení či úplnou ztrátu mazání, nárazy odlétávajících třísek do řezné hrany nástroje a poškození nástroje i ce-



Vysokotlaké chlazení při frézování zabraňuje teplotním šokům na břitových destičkách.

lého obrobku. Konvenční chlazení navíc většinou nelze dobře nasměrovat a v některých případech až ve 40 % doby vůbec nezasahuje ani nástroj, ani obráběný díl.

Řešením těchto problémů je správně aplikované vysokotlaké chlazení, doplněné používáním vhodných nástrojů. Dostatečné množství vysoce stlačené kapaliny přivedené do řezné zóny dokáže odvést všechno vznikající teplo, a proto ke vzniku páry nedochází vůbec, nebo jen ve velmi malém množství.

Jaké tlaky a objemy jsou nejvhodnější?

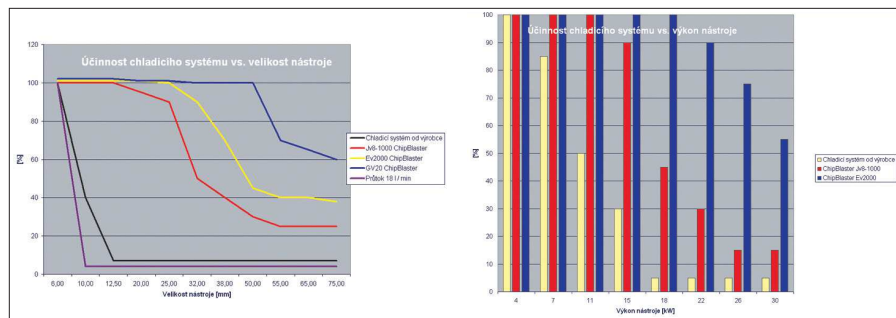
Obecně lze říci, že pro většinu operací jsou dostatečné tlaky okolo 70 barů (7 MPa), některé náročnější dílčí operace však vyžadují tlaky ještě vyšší. Chceme-li přesně stanovit, jaký tlak a jaké množství chladicí kapaliny je nejvhodnější pro konkrétní typ výroby, musíme se řídit velikostí používaného nástroje a okamžitým výkonem nástroje při provádění konkrétní operace. Vodítkem mohou být přibližné relace uvedené v tabulce.

Abychom ukázali, jak velký vliv mají tyto dva parametry, tj. průměr nástroje a jeho okamžitý řezný výkon, na účinnost chladicího systému, uvádíme dva grafy, ve kterých vystupují jako modelové příklady následující chladicí systémy:

- chladicí systém od výrobce – běžný nízkotlaký chladicí systém s fixním nastavením tlaku;
- JV 8-1000 – chladicí jednotka americké firmy ChipBlaster s programovatelnými tlaky 14 – 70 barů;
- EV 2000 – chladicí jednotka ChipBlaster, programovatelná v rozmezí tlaků 14 – 140 barů;
- GV 20 – chladicí jednotka ChipBlaster, operující v intervalu 14 – 70 barů, vhodná pro kombinovaná obráběcí centra a programovatelná na základě většího počtu parametrů a s řadou dalších vylepšení.

Stálé versus proměnlivé nastavení průtoku

Rozhodneme-li se, že si ke svému stroji pořídíme vysokotlakou chladicí jednotku, zbývá ještě zamyslet se nad tím, zda si vystačíme



Z obou grafů je dobře vidět, že účinnost konvenčního chladicího systému prudce klesá jak s průměrem použitého nástroje, tak s rostoucím řezným výkonem nástroje.

Velký objem kapaliny navíc zajistí dobré mazání a odstraní třísky. Díky tomu nedochází k žádnému poškození nástrojů, pouze k jejich běžnému opotřebenování. Proud kapaliny je navíc přesně nasměrován do žádaného místa, což umožňuje přímou a okamžitou kontrolu celého procesu.

s variantou s pevně daným konstantním průtokem, nebo zda dáme přednost jednotce s možností nastavitelného průtoku.

Pumpy systémů s pevně nastaveným průtokem se otáčejí konstantní rychlostí a výsledný tlak závisí na velikosti použitého nástroje. Tyto systémy jsou vybaveny regulačním ven-

Optimální spotřeba řezné kapaliny při jednotlivých technologiích

Operace	Vztah
Vyvrtávání	15 l / 1 cm průměru nástroje
Soustružení	2,36 l / 1 kW řezného výkonu nástroje
Frézování	2,36 l / 1 kW řezného výkonu nástroje

Srovnání kladů a záporů stálého/proměnlivého průtoku kapaliny	
Stálý průtok	Proměnlivý průtok
Pro: <ul style="list-style-type: none"> • nižší náklady; • snadná instalace; • snadné odstraňování problémů. 	Pro: <ul style="list-style-type: none"> • pumpa přivádí do systému pouze požadované množství kapaliny; • je udržován optimální tlak; • redukuje se ohřev chladicího média; • snadno lze předprogramovat pro zvolené tlaky.
Proti: <ul style="list-style-type: none"> • fixní průtok může být v dané situaci buď příliš malý, nebo velký; • plýtvání elektrickou energií; • přetečení přebytečného chladicího média může způsobit vznik dalšího tepla. 	Proti: <ul style="list-style-type: none"> • vyšší pořizovací náklady; • nutné vyškolení obsluhy a znalost programování pro instalaci; • náročnější opravy a údržba.

tlíkem, který udržuje maximální povolený tlak. Pokud se v dané chvíli obrábí malými nástroji, přebytečná chladicí kapalina odtéká přes tento ventil pryč a zůstává nevyužita.

Naproti tomu systémy s nastavitelným průtokem jsou konstruovány tak, aby udržovaly konstantní tlak bez ohledu na to, jaký nástroj je použit. Větší nástroje nebo větší počet nástrojů vyvolají větší průtok, malé naopak menší průtok. Obě tyto varianty mají pochopitelně svá pro a proti.

Poněvadž instalace, programování i samotná obsluha chladicích jednotek s proměnlivým průtokem jsou poměrně složité a řadu zákazníků dokážou odradit, firma ChipBlaster vyvinula systém automaticky proměnlivého objemu (Automatic Variable Volume), který má patentován a kterým jsou vybaveny její jednotky řady JV, EV a GV. Díky tomuto zařízení se objem chladicí kapaliny automaticky nastavuje podle průměru otvoru a obsluha stroje již nemusí sama nic programovat. Zde již také nejsou zapotřebí žádné regulační ventily a chladicí kapalina je využívána vysoce efektivně. To pochopitelně zajišťuje dokonalý odvod tepla, vymytí třísek z místa řezu i dobré mazání. Je prokázáno, že s používáním chlazení vybaveným systémem automatického proměnlivého objemu se navíc výrazně prodlouží životnost filtrů (dokonce až o 200 – 400 %), životnost samotné chladicí kapaliny až o 100 % a eliminuje se vznik teplotních šoků. Ne nepodstatné je rovněž zásadní prodloužení doby, po kterou lze pracovat s danými nástroji, a šetrnost zacházení s pumpou, jejíž cena nebývá marginální.

Filtrování a magnetická separace třísek

Účinný chladicí systém by měl správně recyklovat každou kapku chladicí kapaliny tím, že se z ní odstraní starý olej a veškeré nečistoty. Takto vyčištěnou kapalinu lze poté pumpovat zpět do řezné zóny. Aby bylo vyčištění dokonalé, chladicí kapalina by měla být filtrována filtry s průsvitem do 5 μm . Pokud tento ideální stav zajistit nelze, určitě by se neměla přesáhnout horní hranice hrubosti filtru 20 μm . Pokud do nástroje narážejí špony o velikosti řekněme 70 μm , žádný nástroj již dále nebude přesný ani vyvážený.

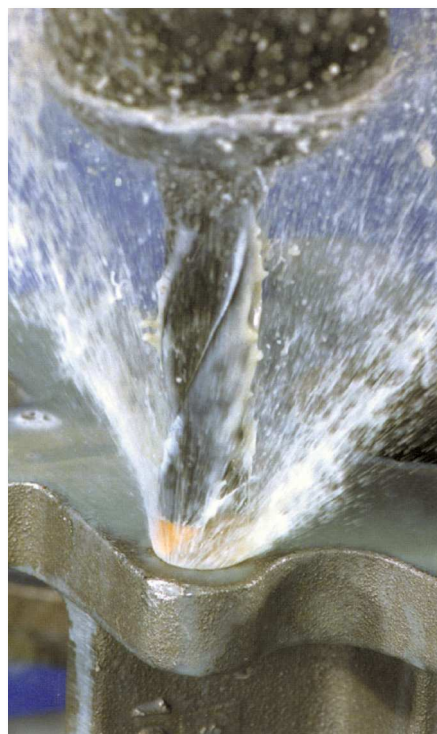
Tento problém bývá často nahlížen chybně a provozovatel se domnívá, že nástroj uchrá-

ní zvětšením otvoru pro chlazení. To je ale zcela špatná cesta. Jediným správným řešením je zajistit vysokou čistotu kapaliny nasazením vhodných filtrů.

Firma ChipBlaster se věnovala vývoji i v tomto směru a své chladicí jednotky vybavuje tzv. dvojitou filtrací. V okamžiku, kdy se filtr A zanese, jednotka sama přepne na filtr B a dá světelnou či zvukovou signalizaci obsluze na vědomí, že jeden z filtrů je nutné vyměnit. Tuto výměnu lze přitom provést během práce stroje, který k vůli tomu není nutné vypínat. To výrazně přispívá k eliminaci vedlejších časů.



Jakou rychlostí vrtáte průměr 32 mm bez vysokotlakého chlazení?



Vysokorychlostní „mokrý“ vrtání s intenzivním odplavováním třísek

Při obrábění však od obráběného dílce odlétá 90 % částic, které jsou větší než 20 – 25 μm . Co s nimi? Dobrým řešením je magnetická separace špon, která je rovněž zakomponována do chladicích jednotek ChipBlaster.

Odsávání par

Co se týče odsávání par, firma ChipBlaster nabízí produkt nazvaný MistBlaster, který je rovněž plně programovatelný. Po dobu, kdy jsou dveře stroje zavřeny, vytváří MistBlaster malý podtlak, který brání úniku páry ze stroje. Tento podtlak je navíc přesně měřitelný. V okamžiku, kdy pracovní cyklus skončí a vypne se chlazení, MistBlaster zvýší své obrátky a po předem naprogramovanou dobu intenzivně odsává přítomné páry. Díky tomu nedochází v okamžiku otevření dveří k žádnému úniku páry a tím k žádnému ohrožení obsluhy.

Všechny zmíněné produkty firmy ChipBlaster, včetně speciálních filtrů a nástrojů, jsou v České i Slovenské republice dostupné prostřednictvím zastupující společnosti technology-support.

ANDREA CEJNAROVÁ