INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Tento projekt je spolufinancován Evropskou Unií a státním rozpočtem České republiky

Monitorovací indikátor: **06.43.10 Počet nově vytvořených/inovovaných produktů**

Akce: **Přednáška, KA 5** Číslo přednášky: **4**
Téma: **MODERNÍ METODY OBRÁBĚNÍ KOVŮ**
Lektor: **Ing. Evžen Horváth**
Třída: **3OK**
Datum konání: **8. 11. 2012**
Místo konání: **ISCAR ČR, s.r.o., Mánesova 73, Plzeň**
Čas: **10:00 – 12:00 hodin**

Požadavky na řezné nástroje v automobilovém průmyslu

Nedávno minulá ekonomická krize vtáhla veškerý automobilový průmysl do jedné z největších recesí v jeho historii. V důsledku pomalého a rozkolísaného oživování začali výrobci automobilů důsledněji vyžadovat extrémně krátké dodací lhůty vynucené náhlými požadavky trhu. Tisíce komponentů musí být vyrobeny ve velmi krátké době a vysoká produktivita je klíčem k řešení problémů, které rezort autoprůmyslu řeší.
Firma ISCAR je na toto nelehké období připravena tím, že již dříve vyvinula vlastní nástrojová řešení, která odstraňují nevýrobní časy a rapidně zkracují časy výrobních cyklů s cílem snížit NNK (náklady na kus), a tím zvýšit produktivitu. Masivně byla tato řešení uvedena pod logem 3P (Premium Productivity Products), a představují soubor nových produktivních nástrojů, které v sobě současně zahrnují i výhody nových jakostí karbidů SUMOTEC. Středisko výzkumu a vývoje rozčlenilo me autokomponenty do jednotlivých podskupin dle aplikací obrábění a vyvinulo variantní řešení nástrojů pro jednotlivé skupiny.
Jednou z aplikací je například obrábění otočného ramene nápravy.

Otočná ramena náprav patří mezi složitější a co do přesnosti náročnější automobilové díly. Vyžadují přesné a efektivní řezné nástroje. Cílem je dosažení co nejnižších nákladů na výrobu kusu. Historicky byla otočná ramena náprav dříve vyráběna z litiny či oceli. V posledních letech se od těchto materiálů přechází na slitiny hliníku. Tento posun je výsledkem trendu vyrábět vozidla se stále nižší hmotností a tím i nižší spotřebou paliva.
Navíc výroba dílů z hliníkových slitin vychází o 15-25% levněji než stejných dílů z litiny či oceli. Ne vždy je z konstrukčních důvodů možné volit hliníkové slitiny, přesto však lze v obou případech použitého materiálu (hliník i ocel) snížit náklady na výrobu využitím následujících metod obrábění:
1) Využití kombinovaných nástrojů: snižuje počty nástrojových výměn a představuje jednu z největších časových úspor. Navíc není kladen takový požadavek na velikost

Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií a státním rozpočtem České republiky

zásobníku nástrojů. Počet poloh v zásobníku nástrojů nemusí být u strojů, na jakých jsou právě otočná ramena nápravy obráběna, vždy dostatečně velký.

Nástroj pro oboustranné frézování a závitování

Nástroj pro hrubovací a dokončovací vyvrtávání, zarovnání a sražení hrany

Prořezávací fréza s vrtákem a destičkami pro čelní zarovnání

Nástroj pro okružní zapichování

2) Využití výrazně vyšších posuvů: **použitím nástrojů řady FMR (Fast Metal Removal) lze čas obrábění výrazně zkrátit a dosáhnout tak vyšší ziskovosti.** Například s novou řadou vrtacích nástrojů SUMOCHAM lze zvýšit posuvy až o 200% v porovnání s monolitními karbidovými vrtáky. Konvenční karbidové vrtáky nemohou odebrat takové množství materiálu za časovou jednotku, protože wolfram karbid nepřenese díky svým mechanickým vlastnostem tak velké kroutící momenty. To znamená, že výrobce nemůže využít parametry svého obráběcího stroje naplno. Vrtáky SUMOCHAM jsou ale kombinované konstrukce. Výkonná karbidová vrtací hlavice je umístěna na ocelovém tělese z houževnaté oceli a to je kombinace, která umožňuje splnit vysoké požadavky na odběr materiálu.
Nespornou výhodou takového nástroje v porovnání s monolitním, je právě koncept výměny řezného břitu přímo ve vřetenu stroje.

Není tedy nutné vyjímání nástroje a seřizování pracovní délky nástroje. Další výhodou tohoto nástroje je menší náročnost na souosost osy nástroje a obrobku. Zatímco v případě použití monolitního karbidového nástroje vede i malá nepřesnost většinou ke zlomení vrtáku, obejde se tento problém při použití vrtáku SUMOCHAM maximálně jen s odřeným tělesem.
I další vlastnosti tohoto systému přispívají k tomu, že tento nástroj představuje první volbu pro výrobu otočného ramena nápravy u výrobců na celém světě:
- AlTiN povlak karbidové vrtací hlavice na ocelovém tělese umožňuje u kombinovaného nástroje provádět vrtací a čelní operace až s dvojnásobnými posuvy na otáčku
- výměna vrtací hlavice se provádí přímo na stroji bez potřeby dalšího seřizování
- zvýšený počet výměn vrtací hlavice u nově řešeného lůžka zvyšuje životnost vrtacího tělesa

Nástroje osazené výměnnými karbidovými hlavicemi všeobecně přispívají ke snižování nevýrobních časů tím, že se řezná část jednoduše vymění na stroji a není třeba vyjímat celý nástroj ze stroje a znovu seřizovat.

Frézovací hlavice systému vrtací hlavice MULTI-MASTER

Výměnná vystružovací hlavice pro malé průměry

Výměnná

3) Obrábění s výrazně vyššími řeznými rychlostmi: Například při obrábění hliníkového otočného ramena nápravy mohou nástroje s polykrystalickým diamantem (PKD) či nástroje s povlakem na bázi diamantu DLC (Diamond Like Coatings) pracovat s mnohem vyššími rychlostmi než nepovlakovaný karbid. Tyto nástroje jsou sice mnohem dražší, ale zvýšená produktivita a mnohonásobně vyšší životnost takového nástroje brzy vrátí vložené investice a náklady na kus jsou ve výsledku nižší. Vzhledem k vysoké sériovosti výroby takových dílů jsou nástroje s PKD s výhodou používány. Velmi důležitou podmínkou správné funkce je volba odpovídajícího chladícího media a zajištění jeho dokonalého přívodu v dostatečném množství k řezné zóně. Jen tak lze využít vysokých řezných parametrů a také zabránit tvorbě nebezpečných nárůstků.

4) Použití nástrojů nové koncepce: například nástroj s vyšším počtem břitů umožní výrazně zvýšit produktivitu dané operace.
Hlavní ložisko otočného ramena nápravy bylo dokončováno vyvrtávací tyčí a jedno- či dvoubřitým výstružníkem s vodítky. Taková metoda byla spolehlivá a byla proto dlouhou dobu používána. Problém je jen v tom, že nástroje s jedním či dvěma břity nemohou přesáhnout posuvy 0,15-0,3mm/otáčku, což značně zpomaluje tuto operaci.
Ve snaze zrychlit tuto dokončovací operaci se pokoušeli výrobci použít vícebřité vystružovací nástroje s pájenými břity. Ty umožňovaly sice zkrácení cyklu, ale přinesly s sebou řadu jiných problémů. Výstružníky větších průměrů jsou také znatelně dražší. Jejich přepájení a přeostření je nákladné a s ohledem na

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Tento projekt je spolufinancován Evropskou Unií a státním rozpočtem České republiky

požadovanou úzkou toleranci přináší jejich krátká funkční životnost záporné ekonomické aspekty.
Později se našlo další řešení a výrobci začali více spoléhat na nástroje s výměnnými vystružovacími kroužky s pájenými břity. Takové nástroje pracují rychleji (například otvor průměr 90H6 může být vystružován nástrojem s deseti břity a posuvem 1mm na

a opotřebení na průměru je možné kompenzovat kuželovým seřizovacím šroubem umístěným v čele nástroje.
Takový seřizovací mechanismus umožňuje udržet průměr nástroje v úzkém tolerančním poli a v mnoha případech prodloužit životnost nástroje. Vystružovací kroužky se staly populárním nástrojem při výrobě ložiskových otvorů; nicméně stále to s ohledem na hlavní nevýhodu systému nebylo definitivní nástrojové řešení:
- Pokud dojde byť jen na jednom břitu k vyštípnutí řezné hrany (což se s ohledem na možnou vadu v materiálu obrobku čas od času může stát), dojde na nepovlakované části břitu k nárůstku a to vede k výraznému poškození povrchu otvoru a někdy až ke znehodnocení dílu.
- Zuby nelze jednotlivě seřizovat a proto je zde jistý stupeň neovlivnitelné házivosti. Některé zuby jsou tak více v záběru a jsou vystaveny většímu opotřebení. Po jejich opotřebení musí být vystružovací kroužek předán k renovaci. Cena takového úkonu dosahuje zhruba 65-70 % ceny nového vystružovacího kroužku. K tomu musí výrobce ještě pečlivě sledovat stav zásob kroužků na skladu a včas je odesílat na přebrušování a povlakování. To vše vyžaduje administrativu a náklady navíc.
Jaké je tedy definitivní řešení pro nástroj na opracování otvoru hlavního ložiska otočného ramena? Před několika lety pracovali vývojáři firmy ISCAR na nové myšlence, která byla trhem rychle přijata a vešla rychle do povědomí výrobců v automobilového průmyslu.
Nový nástroj je vícebřitý seřiditelný výstružník s vyměnitelnými břitovými destičkami. Každou destičku lze v nástroji rychle, nezávisle a přesně nastavit na požadovaný rozměr. Tak může vzniknout nástroj, který splňuje požadavky na velmi úzké tolerančního pole a minimální házivost jednotlivých břitů a tím také splňuje požadavky na dlouhou životnost. Navíc tuhé tangenciálně upnuté vyměnitelné destičky přinášejí další ekonomické výhody:
- vyměnitelné destičky mají čtyři řezné hrany,
- není třeba odesílat nástroje na přebrušování a povlakování,
- v mnoha případech mají stroje dvě vřetena a tak lze s výhodou využít i stejný levořezný nástroj – tzn. využijí se další čtyři řezné hrany na vyměnitelných destičkách, které se tím stávají ještě ekonomičtějšími.
- v případě nutnosti lze snadno vyměnit destičky v nástroji za destičky s jinou jakostí karbidu

Kombinovaný nástroj pro vystružování a odjehlení pomocí hlavice

Tento projekt je spolufinancován Evropskou Unií a státním rozpočtem České republiky

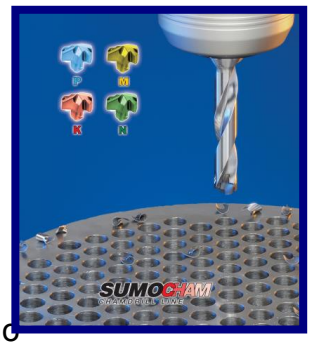
Inovativní nástroje, které využívají výše zmíněné výhody a metody, zaručují větší produktivitu a ziskovost výrobcům nejen v automobilovém, ale i v jiných oblastech průmyslu.

Zvýšení produktivity vrtacích operací

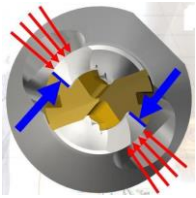
Pro udržení konkurenceschopnosti je ze strany výrobců strojních zařízení očekáván neustálý boj o jejich vyšší produktivitu a ziskovost bez připouštění kompromisů ve vztahu ke snižování vlastních výrobních nákladů.
Vyšší produktivita zkracuje dodací lhůty, zvyšuje rentabilitu a tím také současně chrání i zájmy zaměstnanců firmy a pomáhá udržet zaměstnanost. Výrobci řezných nástrojů s cílem splnit požadavky na nové nástroje zase svádějí neustálý boj s tím, aby jejich nové nástrojové řady splňovaly podmínky a předpoklady výkonnosti a efektivity jako jsou snížení řezných sil, jejich efektivnější rozložení, eliminace vibrací, dokonalý odchod třísek z místa řezu a podobně.
Poslední vývoj v oblasti nástrojů pro zvýšení produktivity výroby otvorů přinesl novinky vyznačující se především unikátní geometrií a vysokým stupněm odběru materiálu při potřebě relativně nízkého příkonu.

Produktivita nástrojů pro hromadnou výrobu otvorů vysoké kvality

Na kvalitu vyrobeného otvoru má vliv několik hlavních faktorů. Především je to tuhost vlastního obrobku, jeho upnutí, hloubka otvoru, dostatečný tlak chladící kapaliny a v závislosti na něm dokonalý odvod třísek z místa řezu.
Jedním z nástrojů určitě splňující tyto požadavky jsou vrtáky SUMOCHAM. Jedná se o pokračující evoluční řadu úspěšných vrtáků CHAMDRILL a CHAMDRILLJET. SUMOCHAM se vyznačuje především zlepšeným systémem upnutí vrtací hlavice v lůžku.



Výměnné vrtací hlavice SUMOCHAM se vyrábí ve čtyřech různých geometriích předurčených pro vrtání ocelí, nerez ocelí, litiny a hliníku. Konstrukce lůžka vrtáku SUMOCHAM pro upnutí vrtací hlavice je navržena tak, že vzrůstající řezné síly na břitu přímo úměrně vyvozují současně vyšší upínací sílu v lůžku.
Díky tomuto řešení je možné, aby počáteční hladina vlastního předpětí v lůžku byla až o 33 % nižší. Tím dochází také k menší



plastické deformaci lůžka při upínání vrtací hlavice a v důsledku toho se trojnásobně zvýšil počet možností výměn vrtacích hlavic v tělese. Znamená to tedy, že je garantováno 45 výměn

nástroje, než se začne projevovat únava zámku vrtacího tělesa. S delší životností se tak stává nástroj pro uživatele určitě ještě ekonomičtější. Zadní část vrtací hlavice je zakončena válcovou částí se zámkem a zadním stoperem proti případnému vytažení hlavice z vrtacího tělesa při vyjíždění z otvoru.

obr.3

Celkové vlastnosti nové řady vrtáků přispívají ke všeobecnému zvýšení řezných parametrů a produktivity práce. Vlastní těleso se dvěma chladícími kanálky vedenými ve šroubovici (nikoliv středem) je díky tomu dostatečně tuhé a schopné přenášet bezpečně kroutící momenty vyvozené i při vysokých posuvech. Výměnné vrtací hlavice jsou dodávány ve čtyřech různých geometriích. Lze tedy volit mezi hlavicí pro vrtání ocelí, exotických materiálů, litiny a hliníku. Rozměr hlavic je v rozsahu 7-25.9 mm a délka vrtacích těles je v rozsahu 1.5, 3.5, 8 a 12xD. Všechny tyto vlastnosti charakterizují nástroje SUMOCHAM a navíc garantují vysoce kvalitní povrch otvoru díky zvýšené tuhosti a správně volené šroubovici spirálových drážek a dokonalému odvodu třísek. Příčný břit vrtací hlavice je modelován tak, že se třísky utvářejí symetricky po obou stranách stejnoměrně, minimalizuje se nebezpečí tvorby nárůstků, a tak lze používat vyšší řezné parametry při zachování kvality otvorů.

Výrobci tepelných výměníků právě požadují od ISCARu inovativní řešení nástrojů pro výrobu trubkovnicových desek. Náročnost aplikace tkví v tom, jak co nejrychleji a nejefektivněji vyrobit 1700 otvorů na jedné desce z uhlíkové oceli.

Týmy vývojářů jsou tak postaveny před problém jak zkrátit výrobní časy a zvýšit tak produktivitu a ziskovost dané výroby.

Nasazením vrtáků SUMOCHAMDRILL 25mm bylo možné zvýšení řezných rychlostí o 30% a zvýšení posuvů o 25% v porovnání s dřívějším nástrojovým vybavením na stroji.

Vlastní výměna nástroje spotřebovala jen 10% času potřebného dříve. Tak došlo k výraznému snížení výrobních časů a výsledná finanční úspora na jeden kus činila 21%. Výrobci bez váhání přijali toto řešení jako první volbu pro zvýšení produktivity svých vrtacích aplikací.

Produktivita výroby větších otvorů

Další významný segment strojního průmyslu je výroba velkých otvorů. Pro tuto specifickou oblast má ISCAR také co nabídnout. V současné době přichází na trh řada standardních vrtacích nástrojů DR TWIST. **Velmi významnou inovací této nové řady vrtáků představuje rozměrová soustava těles zcela nové konstrukční koncepce umožňující obrábění velkých otvorů v rozsahu průměrů 61 – 80mm.**

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Tento projekt je spolufinancován Evropskou Unií a státním rozpočtem České republiky

Tyto nástroje rozšiřují inovovanou řadu o průměry nad 60mm a představují optimální ekonomické řešení pro velkorozměrové vrtací operace svým produktivním odběrem materiálu, zvětšenou šířkou drážek pro zlepšení odchodu třísky a schopností dokonalého využití chladicích a mazacích kapalin. Jejich konstrukční provedení je znázorněno na obrázku.

Označení vrtacího tělesa DR-CA-N s doplněním číselných rozměrových údajů má v názvu zakódován rozsah vrtaných průměrů jedním nástrojem, délka vrtání, průměr upínací stopky a délka řezné hrany příslušné vyměnitelné destičky. Těleso je vybaveno dvěma vyměnitelnými stavitelnými kaze (vnější a vnitřní), z nichž každá je osazena dvěmi shodnými čtvercovými destičkami se čtyřmi řeznými hranami o délce 10, 11 a 12mm. Destičky SOMT.. 0408 jsou dodávány se dvě typy utvařečů (DT a GF) a v jakostech karbidů IC908 pro legované oceli a litinu, IC808 pro nízkolegované oceli, nerez oceli a vysokoteplotní slitiny a IC 8080 pro výkonné vysokorychlostní vrtání litiny a ocelí. Nové SUMO TEC jakosti řezných materiálů PVD IC808 a CVD IC8080 používané pro obvodové osazení nástroje zabezpečují v kombinaci s vhodnou geometrií břitu hladký řez a výrazně prodlouženou životnost při porovnání s konkurenčními destičkami. Na vysoké kvalitě destiček se významně podílí submikronový substrát IC08 ovlivňující jejich zvýšenou tvrdost i houževnatost.
Každý vrták je kompletován v balení se sadou vymezovacích příložek (jak je znázorněno na obrázku) vkládaných pod stavitelnou kazetu pro nastavení vrtáku na jiný rozměr. Pouze čtyři vrtací tělesa jsou zapotřebí pro pokrytí rozsahu vrtaných otvorů od 61 do 80 mm. Těleso je opatřené výměnnými posuvnými kazetami a vymezovacími příložkami pro nastavení požadovaného rozměru vždy po 1mm.
Vhodnou kombinací vybrané příložky, rozměrově vhodné kazety a příslušného držáku lze pouhými čtyřmi velikostmi vrtacích nástrojů libovolně překrýt rozsah vrtání 61 – 80mm, což přináší řadu skladových i jiných ekonomických výhod. Popisované nástroje DR – TWIST pro velkorozměrové vrtací operace vysokými řeznými parametry se vyznačují příkrým stoupáním šroubovice a současně i širokou spirálovou drážkou pro nerušený odchod odebraných třísek. Těleso je navíc chráněno tvrdým povlakem ISCAR´s HARD TOUCH snižujícím tření a zabraňujícím korozi. Také výměnné kazety jsou podrobeny speciálnímu vytvrzovacímu procesu pro zvýšení odolnosti proti otěru. Jakost karbidů IC808/908 je určena pro nízkolegované oceli, nerez oceli a vysokoteplotní a slitiny. Jakost IC8080 je doporučována pro operace vrtání litiny a ocelí při vyšších řezných rychlostech.

Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií a státním rozpočtem České republiky

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Tento projekt je spolufinancován Evropskou Unií a státním rozpočtem České republiky

Vyšší produktivita aplikací hlubokého vrtání

Výroba hlubokých otvorů je častou aplikací v automobilovém i leteckém průmyslu i při výrobě forem a zápustek. Pro standardní operace jsou obvykle používány monolitní karbidové vrtáky s délkou do 20xD. Pro vyšší produktivitu, opakovatelnost a přesnost výroby se používají dělové vrtáky.

ISCAR využil konstrukce dělového vrtáku při výrobě svého nástroje CHAMGUN pro operace hlubokého vrtání. Jedná se o dělový vrták s výměnnou vrtací hlavicí. Opět myšlenka nástroje bez potřeby seřizování a výměna vrtací špičky se děje na stroji. Polyamidový plastový klíč pro výměnu vrtací špičky je součástí balení nástroje.

Unikátní tvar lůžka dovoluje mnohonásobně opakovanou výměnu vrtacích hlavic. Do stejného lůžka lze upnout více rozměrů hlavic s rozdílnou geometrií a utvařeči v závislosti na vrtaném materiálu. Svarové spojení lůžka s trubkou tělesa je provedeno novou svařovací metodou umožňující přenášet velké kroutící momenty.
Výsledný otvor vždy vyniká vysokou rovinností a soustředností. Drsnost povrchu se běžně pohybuje kolem 0,4-1,6Ra.
V současné době se dodávají vrtací hlavice standardně v rozsahu rozměrů 9.8 až 16.19 mm.

Dalším výkonným nástrojem pro vrtání hlubších otvorů (7D a více) jsou nástroje s označením DR-DH. Lze je použít na standardních horizontálních frézovacích centrech, soustruzích a multifunkčních strojích. Není třeba žádný speciální stroj ani přípravky a vodítka a ani přídavné pumpy pro zvýšení tlaku chladící kapaliny. Vrtací tělesa se vyrábějí v rozsahu průměrů 25.4 až 69.5 mm a jsou osazena vyměnitelnými čtyřbřitými destičkami SOMX nebo SOMT.

Akcelerace i v oblasti vystružování – krátkých a průchozích otvorů

obr.7

Zvyšující se požadavky průmyslu na přesnost a drsnost povrchu otvorů i u těch dříve třeba netolerovaných přineslo nutnost vývoje i v oblasti vystružování. Tak se zrodil systém BAYO T-REAM dovolující mnohonásobně urychlit operace vystružování. Jedná se opět o ocelovou stopku s vnitřním chlazením opatřenou výměnnou vystružovací karbidovou hlavicí upínanou na držák bajonetovým spojovacím

Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií a státním rozpočtem

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Tento projekt je spolufinancován Evropskou Unií a státním rozpočtem České republiky

mechanismem. Umožňuje přesnost opakovatelnosti
výroby otvorů do 3μ a to s výměnou řezné části přímo na stroji
bez potřeby seřizování délky nástroje. Kromě karbidových hlavic v různé jakosti lze objednat i vystružovací hlavice s pájenými břity PKD nebo KBN.
Systém BAYO T-REAM umožňuje vystružovat otvory od průměrů 11,5 do 32mm v přesnosti H7. Přívod chladící kapaliny středem osového upínače s vývodem v hlavě

bajonetového upínacího systému dokonale přivádí kapalinu zvlášť ke každému břitu vystružovací hlavice zvláště. Tím rapidně vzrůstá kvalita drsnosti a životnost břitů. Systém lze používat jak pro průchozí tak i pro otvory do dna a ba i dokonce pro křížící se otvory.
Poslední inovace nástrojů řady BAYO T-REAM jsou „bezdrážkové“ vystružovací hlavice vyztužené vodítky. Jsou vhodné především pro slepé otvory. S ohledem na svoji konstrukci přivádí tento typ hlavice maximální tlak řezné kapaliny k jednotlivým břitům. Mezi dnem otvoru a čelem nástroje se vytváří vysoký tlak kapaliny, která je nucena unikat z řezné zóny mnohem menším prostorem mezi zuby nástroje ven z otvoru. Dokonalý a bezproblémový odchod třísek umožňuje zvýšení řezných parametrů.

Závěrem

Veškerá světová výroba směřuje dnes ke zvyšování produktivity. Zvyšování počtu výrobců stejné komodity roztáčí konkurenční boj a ten je možné úspěšně vést zase jen snižováním nákladů na výrobu a zvyšováním produkce.
Pokud se podíváme blíže na oblast výroby otvorů, je jasné, že velkou pozornost je třeba věnovat urychlení průniku nástroje do materiálu a efektivnímu odvodu třísek z místa řezu. Splnění těchto dvou parametrů doprovázené vhodnými vlastnostmi stroje a upnutí obrobku jsou řešením produktivity v oblasti výroby otvorů.

Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií a státním rozpočtem České republiky