

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

TRENDY SÚČASNÉHO VÝVOJA NÁSTROJOVÝCH UPÍNACÍCH ROZHRANÍ FRÉZOVACÍCH STROJOV

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TOOL CLAMPING INTERFACE AT MILLING MACHINE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL BRŠEL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PAVLÍK

BRNO 2007

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Michal Bršel

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem c.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Trendy současného vývoje nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů

v anglickém jazyce:

Trends in the development of tool clamping interface at milling machin

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Proveďte rešerši v současnosti používaných nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů (ISO, HSK,...), porovnání vlastností, užití a v návaznosti na to i rešerši upínačů pro malé frézovací nástroje s válcovým dříkem.

Cíle bakalářské práce:

Proveďte rešerši v současnosti používaných nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů (ISO, HSK,...), porovnání vlastností, užití a v návaznosti na to i rešerši upínačů pro malé frézovací nástroje s válcovým dříkem.

Seznam odborné literatury:

www.gildemeister.com

www.mazak.com

www.okuma.com

MAREK, J. Konstrukce CNC obráběcích strojů, 2006. ISBN 1212-2572

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Pavlík

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 18.11.2009

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Táto práca približuje súčasné trendy v upínaní frézovacích nástrojov. Hlavným zameraním sú upínacie rozhrania malých frézovacích nástrojov s valcovým driekom (stopkových fréz). Práca popisuje možnosti aplikácie upínačov stopkových nástrojov vo frézovaní a definuje ich princípy a výhody.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Trendy upínacích rozhraní, upínače, stopkové nástroje

ABSTRACT

This thesis closely specifies actual trends in clamping for milling tools. The main part of this work focus on the clamping interface for shank tools. It describes possibilities of applications of clamping systems for shank tools for milling and defines their principles and advantages.

KEY WORDS

Trends in clamping interface, clamps, shank tools

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

BRŠEL, M. *Trendy současného vývoje nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 34s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Pavlík.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne, pod vedením vedúceho bakalárskej práce pána Ing. Jana Pavlíka a s použitím uvedenej literatúry.

V Brne, dňa 18.5.2010

Michal Bršel

POĎAKOVANIE

Na tomto mieste by som rád poďakoval Ing. Janovi Pavlíkovi za odborné vedenie tejto bakalárskej práce. Ďalej chcem poďakovať svojej rodine za podporu pri štúdiu na vysokej škole.

Obsah

ÚVOD	10
1. UPÍNACIE ROZHRANIA VRETENO UPÍNAČ	11
1.1. UPÍNACIE ROZHRANIE SK / ISO – STRMÝ KUŽEL	11
1.2. UPÍNAČE PRE NÁSTROJE S DUTOU KUŽELOVOU STOPKOU (HSK)	12
2. UPÍNACIE ROZHRANIA UPÍNAČ - NÁSTROJ	14
2.1. ÚVOD	14
2.2. UPÍNANIE POMOCOU KLIEŠTINY	14
2.3. UPÍNANIE PLOŠNÝMI UPÍNACÍMI PUZDRAMI	16
3. TRENDOVÉ UPÍNANIE STOPKOVÝCH FRÉZ	17
3.1. TEPELNÉ UPÍNANIE NÁSTROJOV	17
3.2. HYDRAULICKÉ UPÍNANIE NÁSTROJOV	17
3.3. SILOVO – DEFORMAČNÝ UPÍNACÍ SYSTÉM - TRIBOS	23
3.4. UNIVERZÁLNE UPÍNAČE SINO	27
3.5. SYSTÉM SAFELOCK	28
ZÁVER	30
ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	31
ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV	33

Úvod

Skracovanie výrobných časov a tým pádom aj časov obrábania je dnes celosvetový trend v strojárskom priemysle. Splniť súčasné najvyššie požiadavky na presnosť výroby a bezpečnosť procesov je možné jedine pomocou kompletného systému obrábacieho stroja, nástroja a upínača.

Aj napriek skutočnosti, že cena upínača je vzhľadom na investíciu do samotného obrábacieho stroja minimálna, sú upínače často podceňovaným a pozabudnutým, avšak dôležitým a rozhodujúcim spojujúcim členom medzi vretenom stroja a nástrojom. Výber správneho upínača výrazne ovplyvní budúce výsledky celého obrábacieho procesu.

Najdôležitejšími požiadavkami na upínač sú: dostatočná upínacia sila aj pri vysokých otáčkach, presnosť upnutí (obvodové hádzanie) nástroja, jednoduchá obsluha a v neposlednom rade hodnota vyváženia upínača. Okrem toho môžu upínače plniť aj ochrannú funkciu napríklad tým, že svojou konštrukciou dokážu tlmiť vibrácie vznikajúce pri obrábacom procese, a tým nielen chránia vreteno stroja, ale taktiež zabraňujú vzniku „mikrovýlomkov“ na hrote nástroja – tak predlžujú jeho životnosť a vo výsledku znižujú náklady na celý obrábací proces.

Požiadavky zákazníka na obrábací proces sú obvykle jasne stanovené a na trhu existuje mnoho rôznych typov upínačov, ktoré tieto požiadavky môžu splniť. Pre každú aplikáciu je možné vybrať optimálny upínací systém, nakoľko každý typ sa vyznačuje odlišnými vlastnosťami a výhodami. [4]

1. UPÍNACIE ROZHRANIA VRETENO - UPÍNAČ

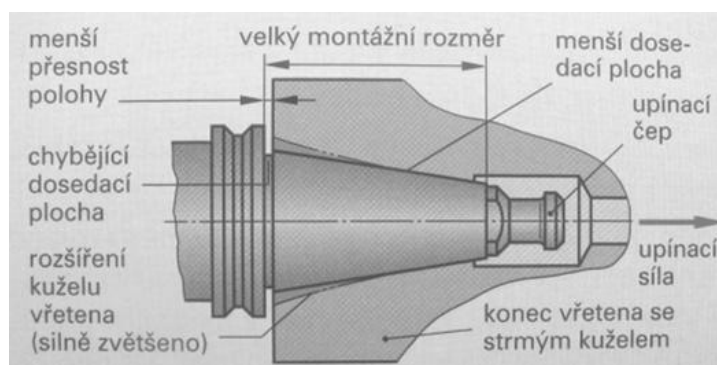
Upínací systém tvorí rozhranie medzi nástrojom a strojom. Podľa dutiny vretena, ktorá je umiestnená na pracovnej strane používame nasledujúce nástrojové držiaky:

- s krátkou kužeľovou stopkou HSK (kužeľovitost' 1:10)
- s kužeľovou stopkou SK / ISO (kužeľovitost' 7:24)
- valcovou stopkou (menej časté) . [1]

1.1. UPÍNACIE ROZHRANIE SK / ISO – STRMÝ KUŽEĽ

Skratka pochádza z nemeckého Steilkegel. Patrí medzi najstarší spôsob upínania (automatizovaného či ručného). Najpoužívanějšími tvarmi SK /ISO upínačov sú podľa normy DIN 69871 tvary AD a B s lichobežníkovým žliabkom, orientačnou drážkou a priechodným otvorom (AD) pre centrálny prívod chladiacej a mazacej kvapaliny. Krútiaci moment sa prenáša trením. Pri väčších momentoch a rázových zaťaženiach sa moment prenáša hlavne unášacími kameňmi.

Vzhľadom k pomerne veľkému sklonu sa ľahko nasadzuje aj uvoľňuje (nie je samosvorný ako Morse kužeľ). Ďalšou výhodou je symetrická konštrukcia a jednoduchá výroba. Jeho hlavnou nevýhodou je však malá tuhosť uloženia a neistá axiálna poloha (obr. 1.1). Táto je spôsobená skutočnosťou, že vplyvom vysokých otáčok dochádza k rozšíreniu kužeľu vretena. Zmenšuje sa styková plocha a dochádza k zhoršeniu schopnosti prenášať krútiaci moment trením. Veľké rozšírenie strmého kužeľa pretrváva kvôli veľkému počtu fréz, ktoré disponujú týmto upínaním. [3]



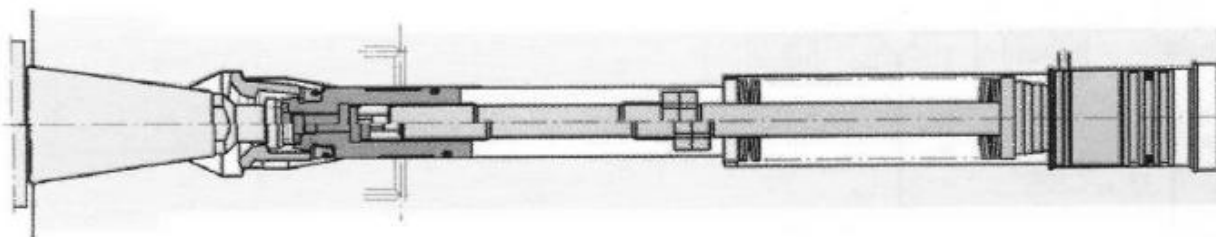
Obr. 1.1 Nedostatky upínania strmým kužeľom [2]

1.2. UPÍNACĚ PRE NÁSTROJE S DUTOU KUŽEL'OVOU STOPKOU (HSK)

Skratka HSK pochádza z nemeckého Hohlschaftkegel. HSK upínače upravuje norma DIN 69893. Upínacia časť vo vretene stroja je kuželovitá (kužel' 1:10) a vo vnútri dutá. V trieskovom obrábaní je toto upínanie veľmi rozšírené. Splňa požiadavky na spoľahlivé a presné upnutie frézy lepšie ako strmý kužel'. V porovnaní s ním je taktiež o cca. 30% menší a o cca. 50% ľahší. Od toho sa odvíja aj jednoduchšia manipulácia – ľahšia a rýchlejšia výmena nástroja.

Základný rozdiel medzi ISO stopkou a HSK stopkou je v tom, že ISO stopka má pri upnutí medzi čelom vretena a stopkou vôľu, narozdiel od HSK stopky, ktorá dosadá na čelo vretena.

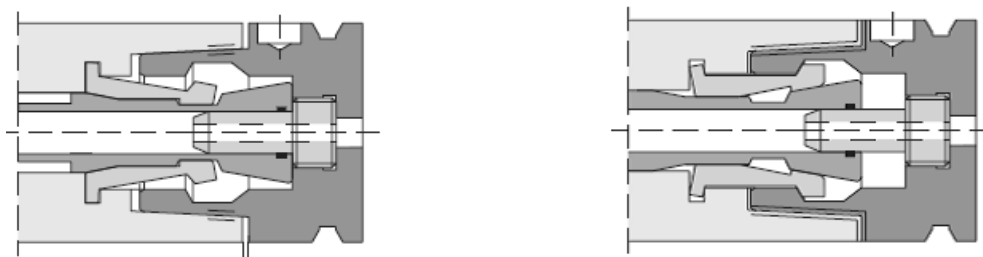
Upnutie sa robí zväzkom tanierových pružín cez guľičky, ktoré vťahujú nástrojový držiak (ISO) do dutiny vretena cez upínaciu skutku (obr. 1.2), naskrutkovanú do zadnej časti nástrojového držiaku.



Obr. 1.2 Princíp upínania kužela ISO [1]

HSK kužel' je upínaný za vnútornú dutinu tiahľami a predpätými tanierovými pružinami (obr. 1.3, 1.4). K uvoľneniu v oboch prípadoch dochádza pomocou hydraulického valca, ktorý stlačí stĺpec tanierových pružín. [1]

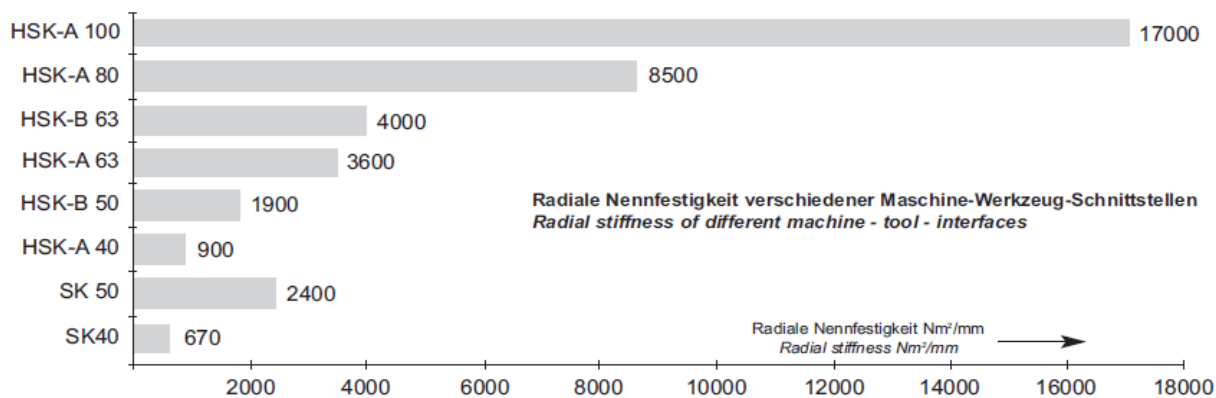
Mechanické upínanie sa vyskytuje najmä na konvenčných obrábacích strojoch, dnešné CNC stroje využívajú automatické upínanie nástrojov – pneumatiké a hydrauliké. Dôvod použitia je zrejmý – vyššia presnosť a rýchlosť.



Obr. 1.3 Princíp upínania HSK - stav pred upnutím Obr. 1.4 Princíp upínania HSK – stav po upnutí [10]

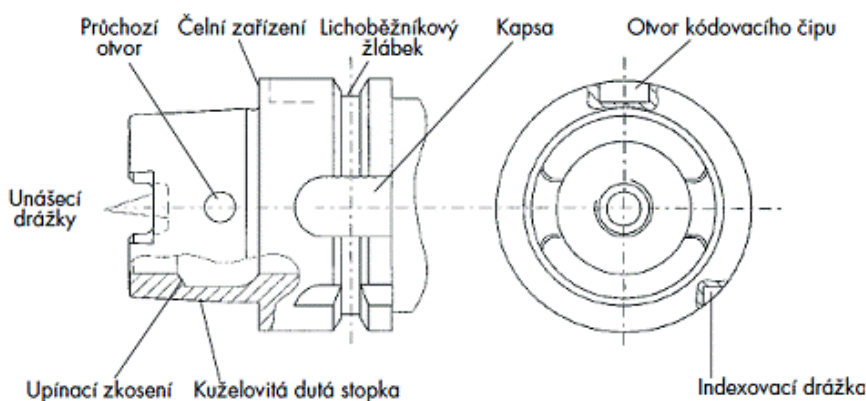
V nových moderných obrábacích centrách sa upínače HSK uprednostňujú oproti strmému kužeľu (SK), pretože ponúkajú nasledujúce výhody:

- presnosť (pevné axiálne polohovanie vďaka rovinnému dotyku),
- tuhosť (obr. 1.5),
- vhodnosť pre vysoké otáčky (prenos vysokého krútiaceho momentu),
- vysoká presnosť opakovania pri výmene nástrojov,
- nie je nutné používať doťahovaciu skrutku a upínací čap.



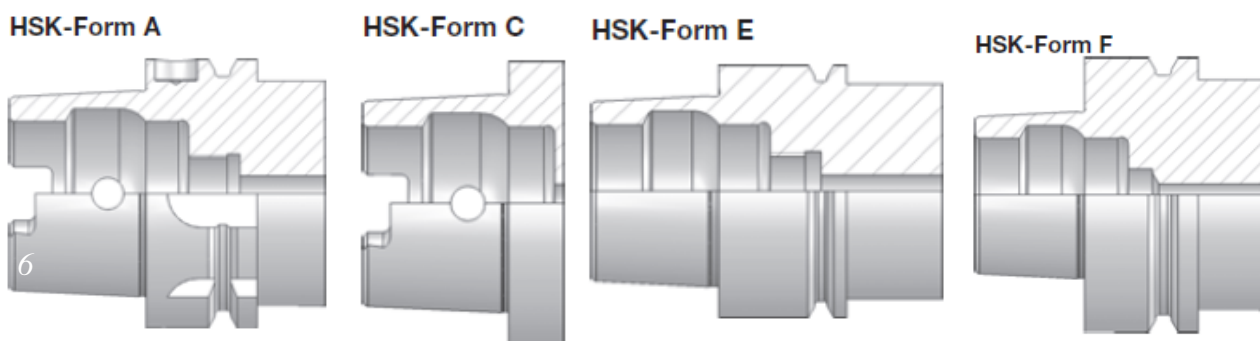
Obr. 1.5 Porovnanie tuhosti upínačov HSK a SK [10]

Prenos krútiaceho momentu je realizovaný tvarovým stykom pomocou dvoch rovnako širokých a rôzne hlbokých upínacích drážok (obr. 1.6) na konci stopky a silovo pomocou presahu medzi stopkou a upínačom. Rovinný dotyk slúži k axiálnemu fixovaniu upínača HSK a k zvýšeniu tuhosti pri zaťažení ohybom. Dutá kužeľová stopka fixuje upínač radiálne a ponúka priestor pre vnútorný upínací systém. Priechodzí otvor v stopke je nutný pre ovládanie ručného upínacieho systému. Lichobežníkový žlabok, podávacie kapsy a indexovacia drážka na nákrážku sú potrebné ako funkčné plochy pre orientovanú automatickú výmenu nástrojov. Vonkajší priemer nákrážky navyše určuje veľkosť upínača HSK. [3]



Obr. 1.6 Konštrukčné prvky upínača HSK – A [3]

Vzhľadom na rozmanitosť uplatnenia sa HSK upínače vyrábajú v niekoľkých modifikáciách (obr. 1.7). Typ A je preferovaný pre použitie na obrábacích centrách s automatickou výmenou nástrojov. Typ C je určený pre manuálne upínanie. Typ E je určený pre nasadenie v HSC obrábaní, pri otáčkach vretena nad 25 000/min, je vyrábaný s veľkým dôrazom na rotačnú symetriu, podobne ako pri type F. Oblasťou použitia typu F je obrábanie hliníka a drevoobrábanie s otáčkami vretena nad 20 000/min.



Obr. 1.7 Typy HSK upínačov [10]

2. UPÍNACIE ROZHRANIA UPÍNAČ - NÁSTROJ

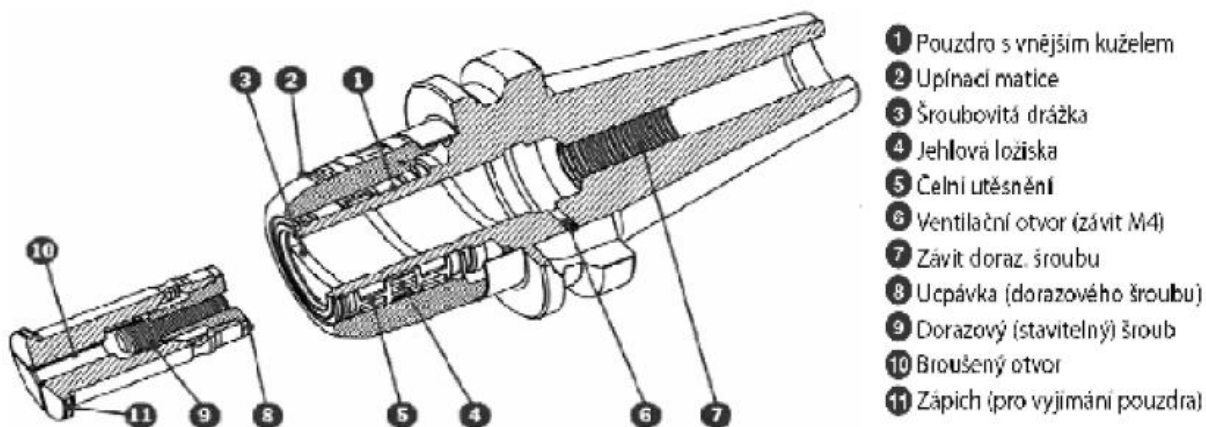
2.1. ÚVOD

V tejto časti sa zameriam na stav súčasnej ponuky týkajúcej sa upnutia samotného nástroja (frézy) v nástrojovom upínači. Konkrétne sa bude jednať o spôsoby upnutia stopkových fréz. Popri zavedených metódach ako sú upnutie pomocou klieštiny, upínanie Whistle - Noch alebo Weldon priblížim najmä vysoko sofistikované metódy ako hydraulické a tepelné upínanie, kombináciu tepelného a mechanického upnutia, upínanie rozperným puzdrom, polygonálny upínací systém.

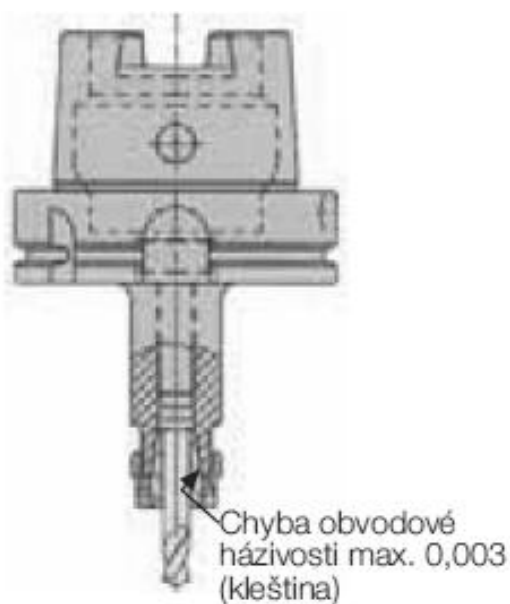
2.2. UPÍNANIE POMOCOU KIEŠTINY

Klieštinové upínacie púzdra sú najrozšírenejšie upínacie systémy pre stopkové nástroje s hladkou valcovou stopkou. Úlohou klieštiny (typ ER alebo OZ) je dokonale po obvode obopnúť stopku nástroja. Presnosť jej vyhotovenia má výrazný vplyv na celkovú presnosť upnutia. Upínače sa vyrábajú pre klieštiny rôznych druhov. Pokiaľ je upínač vyhotovený pre klieštinu napr. ER 32, nemožno použiť iný typ klieštiny. To znamená, že typ upínača (HSK, ISO) predurčuje typ klieštiny. [5]

Upínacia sila vzniká plastickou deformáciou tenkostenného puzdra (1) s pozvoľným kužeľom na povrchu (1°) a so skrutkovitou drážkou (3) vo vnútri upínacieho otvoru. Upínacia sila sa vyvodí otáčaním matice (2). Pozvoľný kužeľ upínacieho puzdra a uhlová pozícia ihličkových ložísk (4) umiestnených v kletke vyvinie posun upínacej matice s veľmi nízkym trecím odporom. (6)



Obr. 2.1 Upínacie puzdra pre klieštiny [6]









Obr. 2.2 Upínacie puzdro pre klieštiny - chyba obvodového hádzania [3]



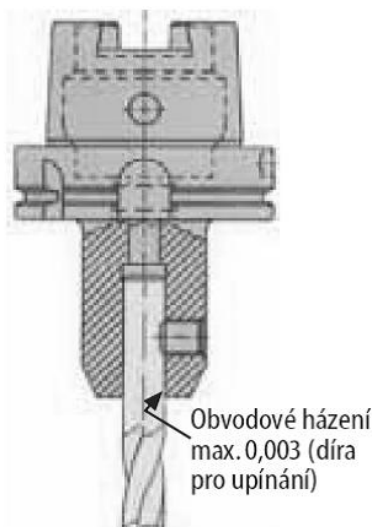
Obr.2.3 Upínacie púzdru Centro – P (firma WNT) [7]

2.3. UPÍNANIE PLOŠNÝMI UPÍNACÍMI PUZDRAMI (WELDON A WHISTLE-NOCH)

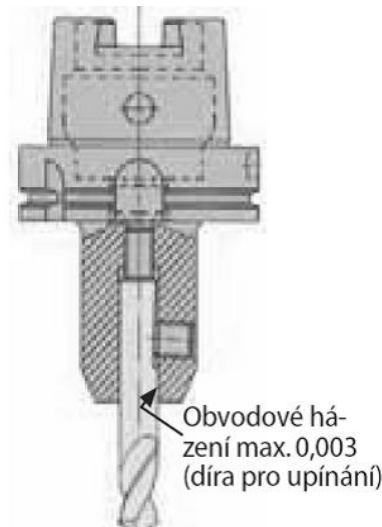
Oba tieto systémy vyžadujú osobitú konštrukciu stopky nástroja (obr. 2.4). Pri Weldonovom skľučovadle (obr. 2.5) potrebujeme bočnú unášaciu plochu, pri skľučovadle Whistle – Notch (obr. 2.6) je upínacia plocha sklonená pod uhlom 2°. Upnutie je bezpečné, upínacia skrutka bráni vytiahnutiu frézy. Tieto upínacie systémy sú lacné avšak na úkor dosahovanej presnosti (vzhľadom na nesymetrické rozloženie hmoty skľučovadla).

Ø stopky 6 až 20 mm			
Ø stopky 25 až 32 mm			
	Hladká stopka	Stopka Weldon	Stopka Whistle Notch

Obr. 2.4 Tvary stopiek nástrojov [3]



Obr. 2.5 Weldonovo skľučovadlo [3]



Obr. 2.6 Skľučovadlo Whistle – Notch [3]



Obr. 2.7 Weldon (firma Haimer) [11]

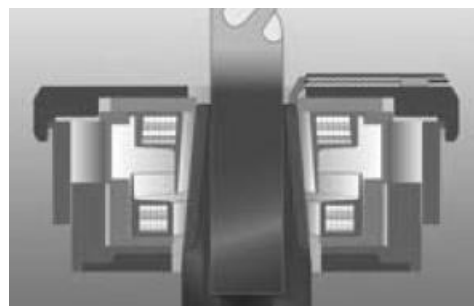
Pri tomto druhu upínania je možné zvyšovať veľkosť krútiaceho momentu až do doby, kým sa fréza nezlomí. Používanie držiakov Weldon má však aj radu nevýhod ako je obvodové hádzanie, nesprávne upnutie vzhľadom na vôľu stopky v upínači, krátka životnosť veľmi drahých nástrojov v prípade vysokorýchlostného frézovania.

3. TRENDOVÉ UPÍNANIE STOPKOVÝCH FRÉZ

3.4. TEPELNÉ UPÍNANIE NÁSTROJOV

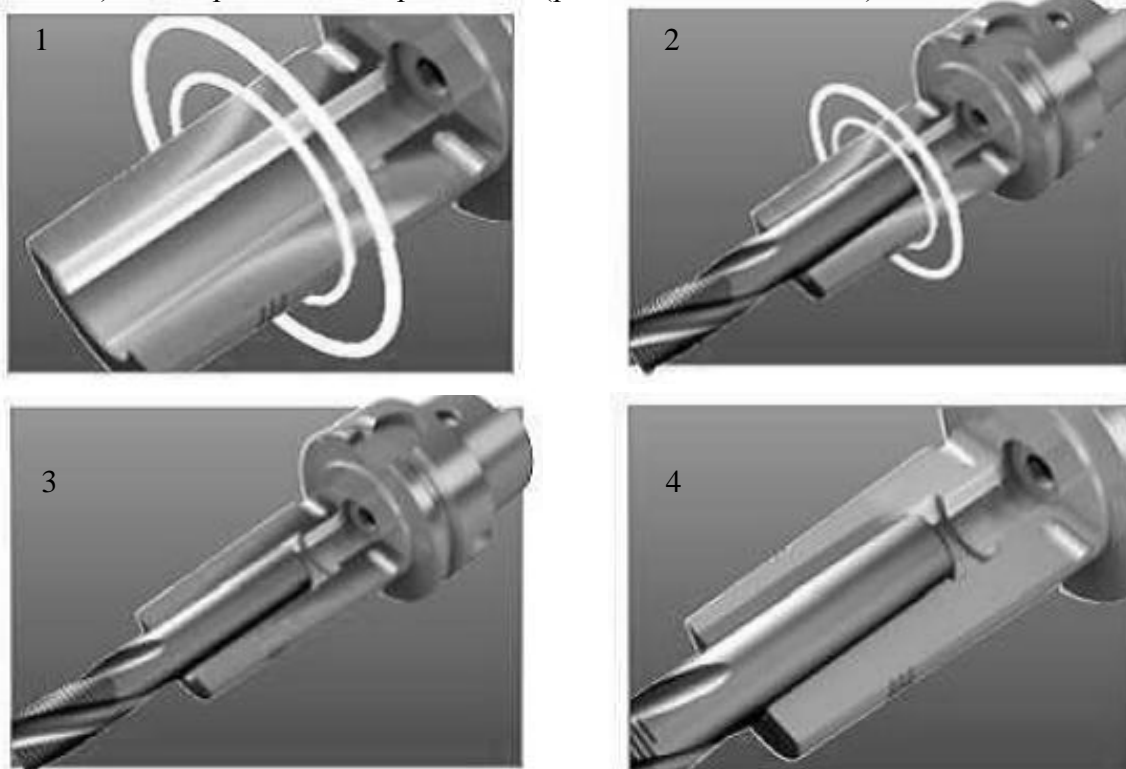
Na trhu je množstvo výrobcov tepelných upínačov. Spomeniem napríklad firmu Schunk (upínače Celsio), fy Haimer (upínače Standard Shrink Fit Chuck, Power Shrink a Heavy Duty), fy. Diebold (upínače ThermoGrip) . Okrem týchto sú výrobcovia, ktorí však ponúkajú kvalitatívne značne rozdielne produkty. Dôležitý je presný licovací otvor, aby bol nástroj obopnutý v čo možno najväčšom rozsahu, minimalizovanie tzv. mŕtvej oblasti (kde nedochádza k upnutiu), taktiež treba brať do úvahy ponuku kvalitných a úsporných indukčných a chladiacich systémov.

Princíp tohoto systému využíva rozdielnú teplotnú rozťažnosť kovov (obr. 3.2). Pomocou vysokofrekvenčnej indukčnej cievky (obr. 3.1) sa upínač veľmi rýchlo ohreje na teplotu cca 250 až 350 °C presne na mieste, kde sa nástroj upína. Po zasunutí nástroja sa upínač necháva vychladnúť. Pritom sa využíva buď chladiaci systém, časovo menej náročný



Obr. 3.1 Indukčná cievka[12]

spôsob (trvanie rádovo niekoľko minút, avšak sú prístroje s dobou chladenia 10 a menej sekúnd) alebo upínač chladne prirodzene (približne 10 až 30 minút).

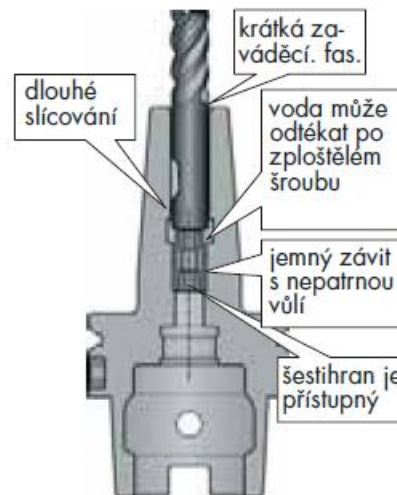


Obr. 3.2 Princíp tepelného upínania [13]

Pri zmršťovaní materiálu vzniká para, ktorú je treba odvieť (napr. konštrukčné riešenie na obr. 3.3). Podmienkou upnutia nástroja je tolerancia jeho stopky h6. Upínať možno tvrdokov (HM), rýchloreznú oceľ (HSS).

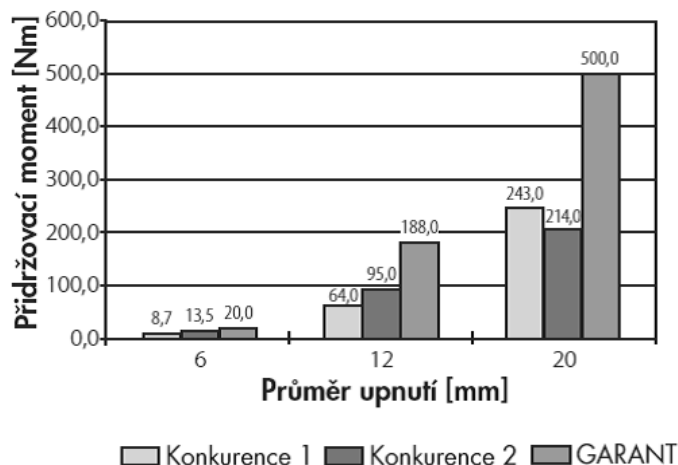
Hlavné sú nasledujúce **výhody**:

- po zmrštení máme takmer homogénny nástroj s vysokou presnosťou upnutia
- žiadna deformácia frézy v upínači
- maximálna upínacia sila vďaka extrémnemu radiálnemu tlaku na stopku
- prenos vysokých krútiacich momentov – obr. 3.4 (2 až 4-krát vyšší ako u hydraulických a klieštiových upínacích púzdiar). Firma Schunk uvádza pri upínačoch Celsio dokonca 750 N.m.



Obr. 3.3 Tepelný upínač – výhody [3]

- presnosť obvodového hádzania: $\leq 0,003$ mm (tepelný upínač s nástrojom, ktorého dĺžka je približne trojnásobok priemeru nástroja)
- jemné vyváženie (G 2,5 pri 18 000 ot./min, výnimka HSK32, 40 a 50 vyvážené na G 6,3 pri 24 000 ot./min – výrobky fy. Garant)
- vhodnosť pre vysoké otáčky
- vysoká bezpečnosť upínania
- vysoká flexibilita upínania
- dlhá životnosť upínacích púzdiar – použitie tepelne odolnej špeciálnej ocele (testuje sa na viac ako 1000 zmršťovacích cykloch), žiadne rozširovanie upínacieho otvoru následkom deformácie kvôli vysokej upínacej sile, tvarová stálosť vďaka špeciálnemu procesu kalenia.

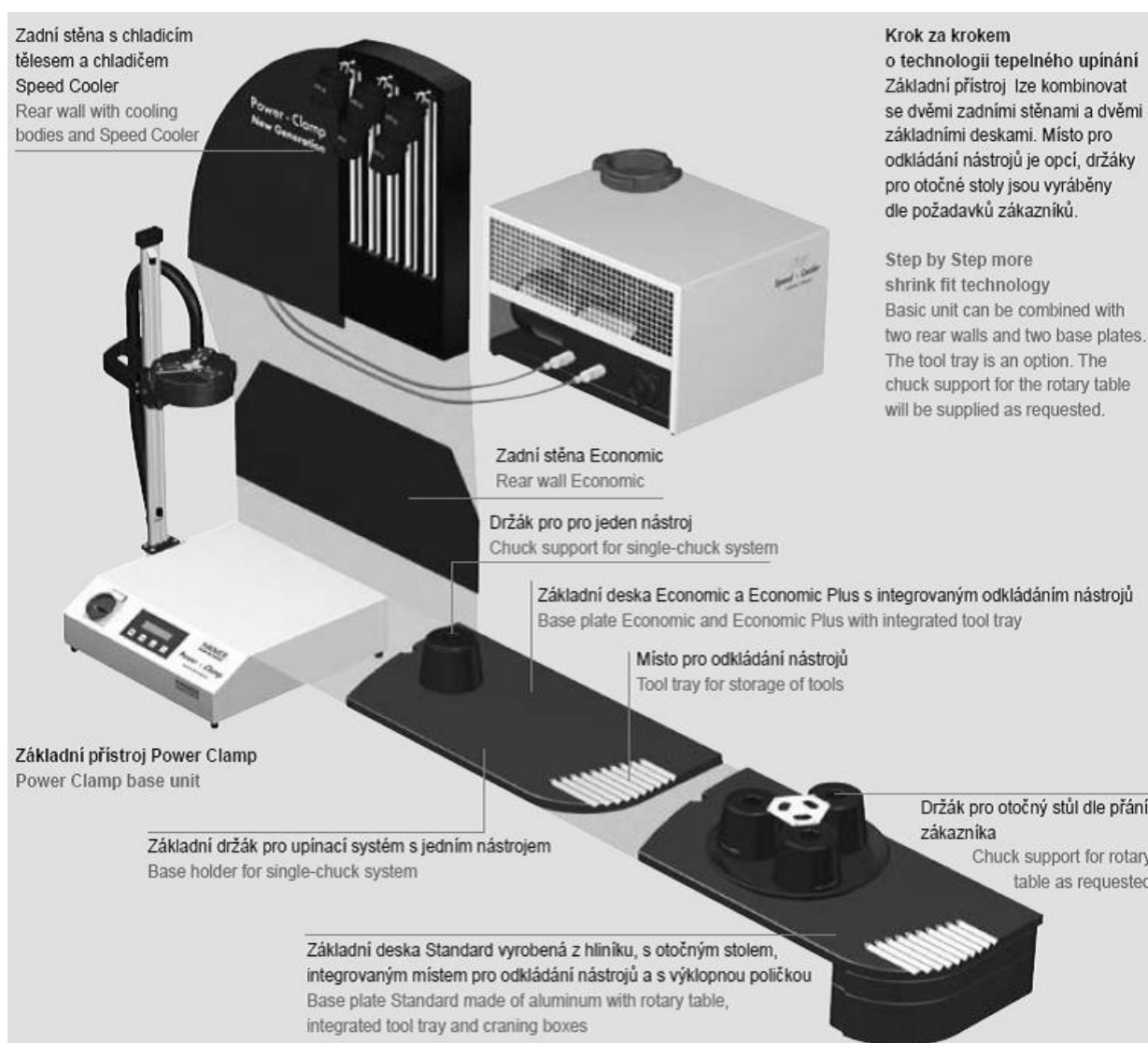


Obr.3.4 Porovnanie pridržovacích momentov [3]

Nevýhodou tepelného upínania je nutnosť investovať okrem upínačov samotných aj do indukčného tepelného zariadenia a chladiaceho systému. Na obr. 3.5 je systém Celsio fy. Schunk s výkonom 13 kW, použiteľný pre tvrdokov (HM) priemerov od 3 – 32 mm, pre rýchloreznú oceľ (HSS) s priermi od 6 – 32 mm. Súčasťou je aj chladiaci agregát (s piatimi nastavcami) s výkonom 1 kW. Ceny týchto zariadení môžu presiahnuť 10 tis.€.

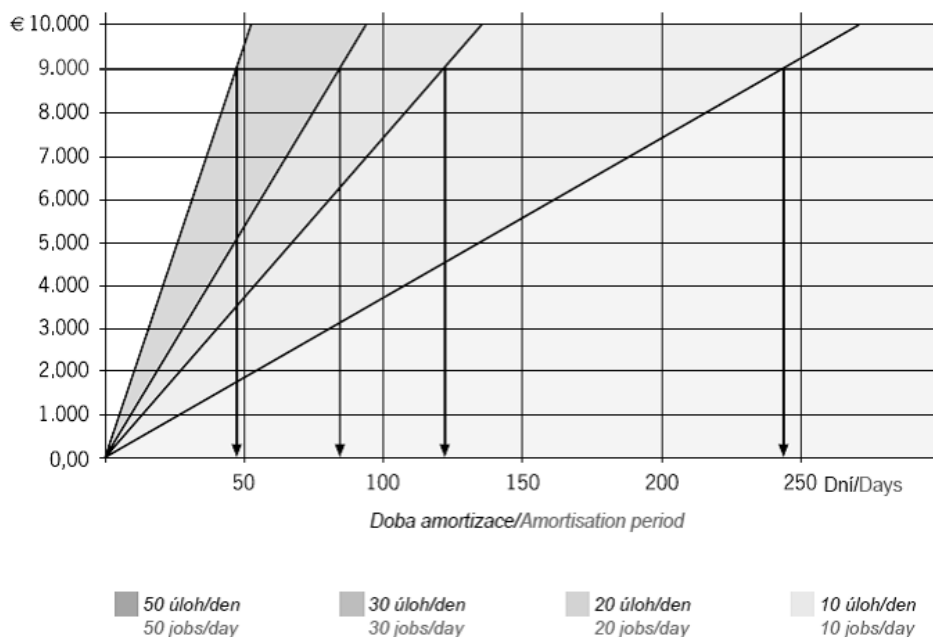


Obr. 3.5 Indukčné zariadenie fy Schunk [13]



Obr. 3.6 Modulárny systém Power Clamp fy Haimer [11]

Je však treba pripomenúť, že tieto zariadenia majú krátku dobu amortizácie ako ukazuje nasledujúci graf.



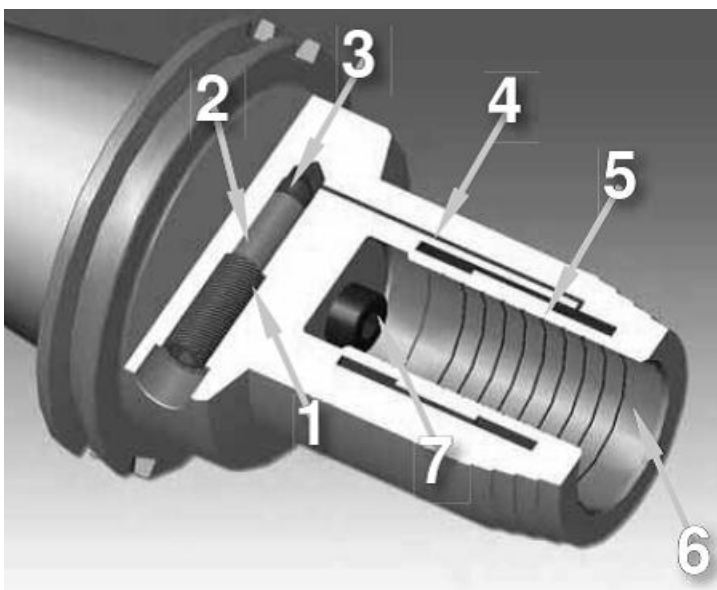
Obr. 3.7 Doba amortizácie - systém fy Haimer [11]

Oblasť použitia tepelných upínačov je veľmi široká. Prispieva k tomu fakt, že výrobcovia ponúkajú širokú paletu rôznych predĺžení pre obrábanie ťažko dostupných otvorov, je tu možnosť obrábať dutiny foriem, samozrejmosťou je hrubovanie a frézovanie načisto (dokončovacie frézovanie), výroba závitov. Vďaka vysokému rozsahu otáčok (až do 50 000/min) sú tepelné upínače vhodné pre vysokorýchlostné obrábanie (HSC), rovnako aj pre vysokovýkonné obrábanie s veľkým úberom materiálu (HPC). Najvyšší upínací účinok dosiahneme pri upínaní valcovej stopky nástroja, je tu však možnosť upínať aj Weldon a Whistle-Notch stopky.

3.5. HYDRAULICKÉ UPÍNANIE NÁSTROJOV

Tieto upínače sú najuniverzálnejšie, majú vysokú presnosť a dobre tlmia vibrácie, čo sú často protichodné požiadavky na upínač. Ponuka je rovnako ako pri zmršťovacej upínacej technike bohatá. Vedúce postavenie na trhu zaujímajú firmy ako sú Schunk so svojou upínacou technikou Tendo, Diebold, Iscar (upínače Hydrofit), Haimer, WNT, WTE (HPH upínače), Benz, Kintek.

Princíp funkcie hydraulického upínacieho skľučovadla:



- 1 – Tlaková skrutka
Tlakovou skrutkou sa spúšťa piest, ktorý vytláča médium do systému tlakových komôr.
- 2 – Tlakový piest
Tlakový piest pôsobí ako hydraulický valec, ktorý tlačí olej do olejových komôr.
- 3 – Tesnenie
Tesnenie zaručuje tesné upnutie hydraulického upínača.

Obr. 3.8 Hydraulický upínač [7]

- 4 – Systém tlakových komôr
Tu prebieha vlastný upínací proces.
- 5 – Pružné puzdro
Pružné puzdro zaisťuje rovnomerné upnutie stopky nástroja. Pri upínacom procese sa najprv vystredí stopka nástroja pomocou oboch veľkých komôr a potom puzdro kompletne a tesne prilne k upínanému priemeru.
- 6 – Drážky na nečistoty
Drážka na nečistoty zabráňuje hromadeniu oleja, tukov alebo iných mazív medzi nástrojom a puzdrom. Udržiava upínaciu plochu suchú a zaisťuje tak dosiahnutie uvedených upínacích síl.
- 7 – Skrutka dorazu
Táto skrutka zaručuje ľahké prednastavenie dĺžky a možno ju obsluhovať z oboch strán.

Hlavné výhody:

- Tlmenie vibrácií
Chvenie spôsobené vnútornými aj vonkajšími vplyvmi, je optimálne tlmené vďaka hydraulickému upínaciu systému s olejovou náplňou.
 - Lepšia kvalita povrchu na obrobku
 - Predĺženie životnosti nástroja



Obr. 3.9 Tlmenie vibrácií [13]

- Zníženie mikroskopického vylamovania reznej hrany nástroja
- Šetrenie vretena stroja
- Vysoká presnosť obvodového hádzania ($\leq 0,003$ mm) a vynikajúca kvalita vyváženia

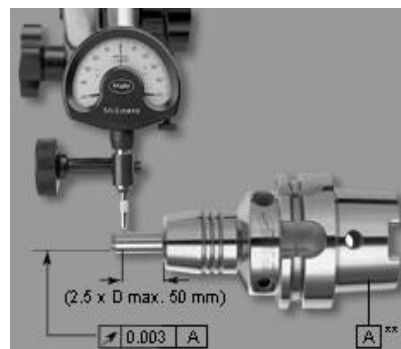
Zaručená presnosť a presnosť opakovania

Vyváženie G 6,3 pri 15000 ot./min.

- Mnohonásobné predĺženie životnosti nástroja
- Rovnomernejší záber ostria nástroja
- Kľudnejší chod nástroja

- Uzavretý upínací systém

Upínací systém je chránený proti znečisteniu vďaka svojej konštrukcii.



Obr. 3.10 Obvodové hádzanie [13]

- Extrémne nenáročný na údržbu
- Oblasť upnutia nemôže byť poškodená
- Necitlivý voči nečistote, trieskam a chladivám/mrazivám

- Upínanie

Vďaka veľmi ľahkej manipulácii možno dosiahnuť porovnateľné pridržiavacie sily ako v zmršťovacej technike. Ľahká a lacná metóda kontroly upínacej sily pomocou minimálnych otáčok do bodu upnutia (nástrojom už nemožno ručne pootočiť) až po doraz.

- Výmena nástroja v minimálnom čase
- Nie sú potrebné žiadne ďalšie prístroje ako napr. zmršťovací agregát

- Vysoká flexibilita vďaka použitiu redukčných puzdier

Redukčné puzdrá sú tesné voči chladivu do 80 barov a zaručujú vysokú flexibilitu hydraulického upínacieho skľučovadla.

- Zníženie počiatočných nákladov vďaka sortimentu puzdier 3 – 25 mm

- Bezproblémové upnutie najrôznejších tvarov stopiek

Stopky s toleranciou h6 (alebo lepšou) možno upnúť s redukčným puzdrom alebo bez

- Hydraulické puzdro

Vyfrézovaná drážka v stene puzdra zaručuje suché upnutie nástroja, pretože do nej vysoký tlak hydraulického oleja vytlačí olej, tuk alebo zvyšky mazív.

- Zvýšenie upínacej sily

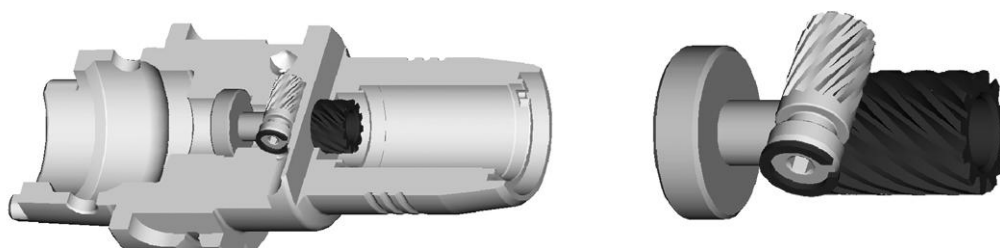
- Nastavenie dĺžky

Vďaka obojstrannej obsluhu skutky dorazu je axiálne prednastavenie dĺžky hračkou

- Pracovné teploty

Optimálna pracovná teplota pre hydraulické upínacie skľučovadlo leží medzi 20 a 50 °C. Pri použití do 80 °C je pred výmenou nástroja bezpodmienečne potrebné nechať upínací systém vychladnúť na najmenej 50 °C. [7]

Upínače fy Schunk patria k špičke v upínacej technike. Disponujú dvojitým spôsobom prednastavenia výšky nástroja. Prvý spôsob je zhodný so spôsobom zavedeným u ostatných výrobcov – pomocou skrutky s vnútorným šesťhranom. Axiálne nastavenie výšky nástroja možno regulovať skrutku z oboch strán. Druhý spôsob je radiálny, využíva jednoduchý prevod (Obr. 3. 11).

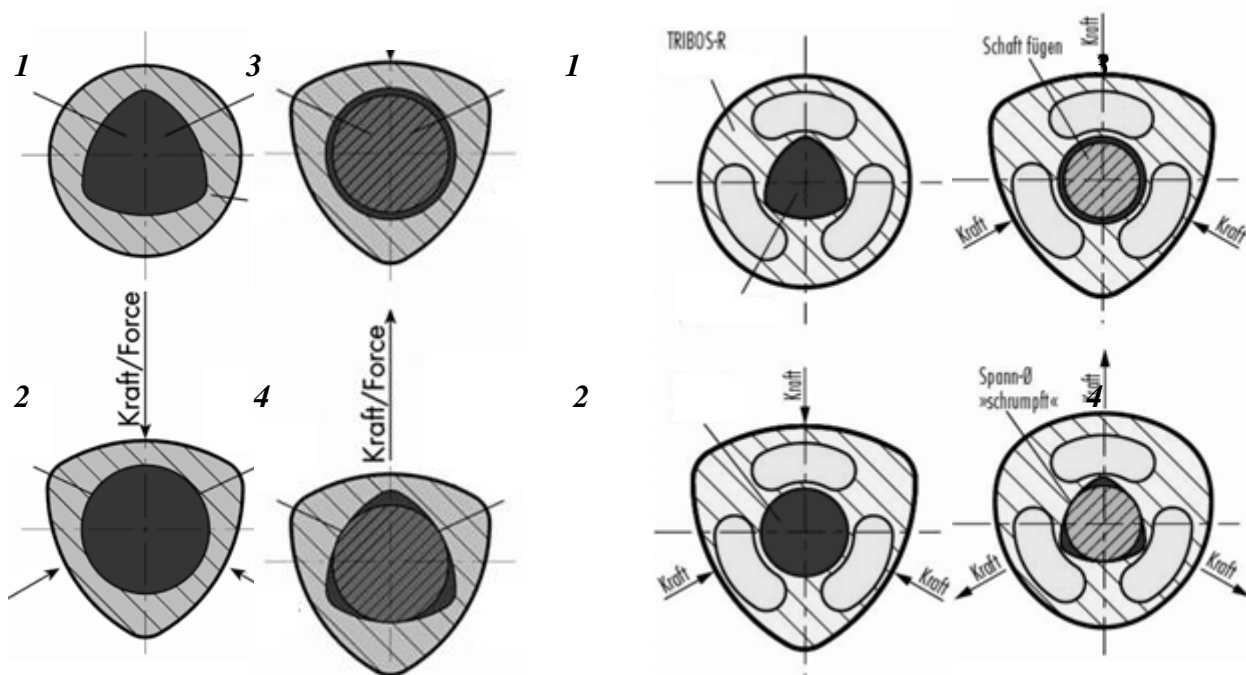


Obr. 3.11 Radiálne prednastavenie výšky nástroja [13]

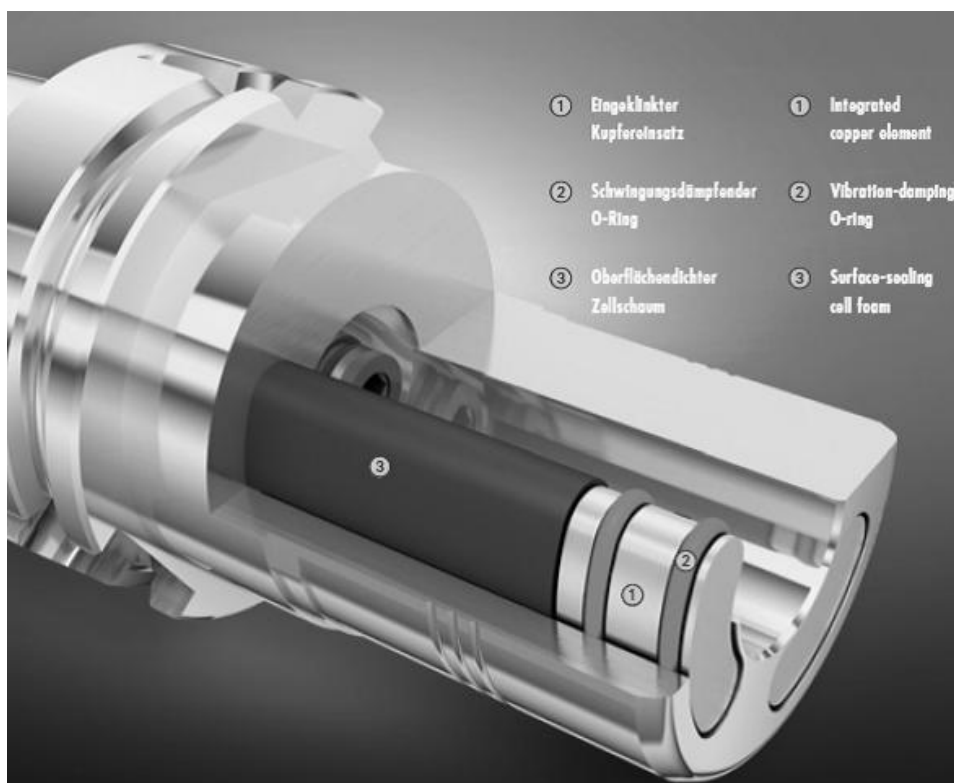
Oblasť použitia. Vo frézovaní možno použiť hydraulické upínanie nástrojov pre akékoľvek operácie. Vhodné je takisto pre HSC i HPC obrábanie, rovnako aj pre obrábanie s minimálnym množstvom oleja (MMS).

3.6. SILOVO – DEFORMAČNÝ UPÍNACÍ SYSTÉM – TRIBOS

Polygonálne upínače Tribos firmy Schunk poskytujú vysoko flexibilitnú upínicu techniku pre stopkové nástroje. Princíp polygonálneho upínania patrí k tým vysoko sofistikovaným princípom, ktoré sú však prekvapivo jednoduché. Na obr. 3.12 je v reze schematicky znázornený normálny stav upínača, ktorého upínacia dutina má tvar podobný zaoblenému trojuholníku. Upínanie nástroja sa robí pomocou hydraulického zariadenia. Princíp je taký, že sila pôsobí iba v 3 bodoch (vo vrcholoch trojuholníkov) a dôsledkom tohoto silového pôsobenia dostane upínacia dutina valcový tvar (obr. 3.12 – pozícia 2). Vlastná deformácia upínača sa deje iba v oblasti pružnej deformácie, postup je teda možno opakovať bez obmedzenia počtu cyklov. Po prevedení tohoto kroku je už možné vložiť stopku nástroja do upínacej dutiny (obr. 3.12 – poz. 3). Uvoľnením vonkajšej sily z hydraulického zariadenia sa potom upínacia dutina snaží vrátiť späť do pôvodného tvaru a upne tak stopku nástroja (obr.3.12 – poz. 4) [8]



Obr. 3.12 Princíp silovo – deformačného upínača Tribos – vľavo verzia S, vpravo verzia R [14]
(Kraft / Force – sila)

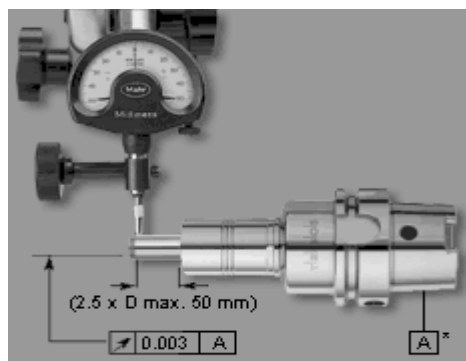


- 1 – Medenná časť
- 2 – Tesniaci krúžok (tlmenie chvenia)
- 3 – Ochranná pena

Obr.3.13 Polygonálny upínač Tribos v reze [13]

Výhody Tribos-u:

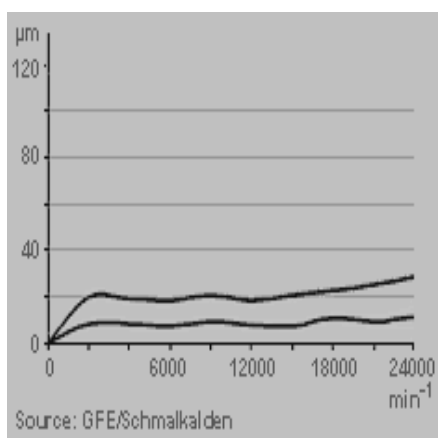
- Maximálne obvodové hádzanie $\leq 0,003$ mm
Z toho vyplývajú nasledujúce výhody:
 - opakovane presné výsledky
 - 4-krát vyššia životnosť nástroja nie je výnimkou
 - bezpečnosť
 - plynulejší chod
 - ochrana vretena stroja.
- Vhodnosť pre HSC obrábanie (systém bol testovaný do 205 000 ot./min – verzia CFC Centrifugal Force Compensation)
- Vhodnosť pre MMS obrábanie
- Rýchla výmena nástroja (20s)
- Nie je potrebný externý zdroj energie
- Možnosť upnúť všetky stopky nástrojov
- Upínače sú štandardne vyvážené
- Bezúdržbovosť.



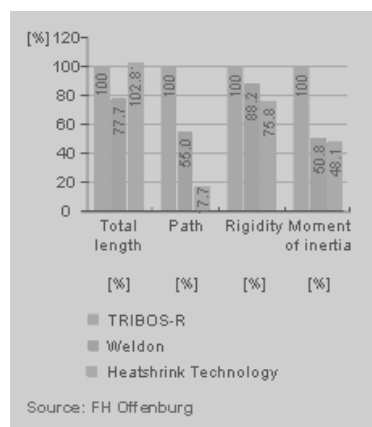
Obr. 3.14 Obvodové hádzanie [13]

Oblasť použitia. Firma Schunk ponúka Tribos v 5 variantách.

Tribos R (obr. 3.17) vyniká svojimi výbornými dynamickými vlastnosťami (obr. 3.15), vysokou radiálnou tuhosťou (obr. 3.16) a masívnejšou konštrukciou. Nachádza uplatnenie všade tam, kde je potrebný veľký úber materiálu (hrubovanie, HPC). Dobře tlmí vibrácie.



Obr. 3.15 Dynamické vlastnosti (Tribos R) [13]



Obr. 3.16 Radiálna tuhosť (Tribos R) [13]



Obr. 3.17 Tribos R [13]



Obr. 3.18 Tribos RM [13]

Tribos RM (obr. 3.18) má vlastnosti podobné ako verzia R, avšak kompaktenjšiu konštrukciu, vzhľadom na upínanie HSK 25, 32 a 40 je určený pre obrábanie na malých obrábacích centrách.

Tribos S (obr. 3.19) a *SVL* (obr. 3.20) sú štíhle upínače pre obrábanie v normálne ťažko dostupných miestach. Tribos v tejto verzii (S a hlavne SVL) šetrí peniaze tým, že umožňuje použitie štandardného nástroja. Dlhé dodacie lehoty a hlavne vysoká cena zákazkových nástrojov sú minulosťou.



Obr. 3.19 Tribos S [13]

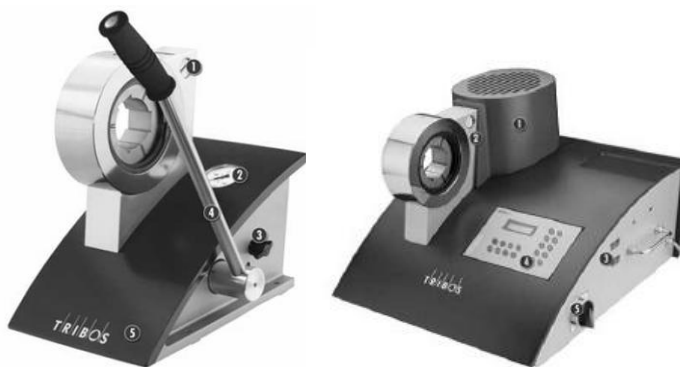


Obr. 3.20 Tribos SVL [13]

Tribos Mini (obr. 3.21) – tenký a malý. To sú hlavné rysy tohoto upínača. S priemerom upnutia od 0,3 mm je tento určený pre aplikácie v zdravotníctve, elektrotechnike a pre výrobu foriem.



Obr. 3.21 Tribos Mini [13]



Obr. 3.22 Upínacie zariadenia fy Schunk [13]

Podobne ako pri tepelnom upínaní aj tu je potrebné prídavné zariadenie (obr. 3.22). Firma Schunk skonštruovala pre tento účel tri typy. Pri prvých dvoch s označením SVP 2 a SVP 2d ide o mechanický princíp. Pákou sa natlakuje hydraulická kvapalina, dochádza k deformácii deformovateľnej časti vloženého upínača (verzia 2d disponuje nastaviteľným limitom tlaku oleja). Tretí typ SVP 3 pracuje na rovnakom princípe ako prvé dva, avšak obsluha je vzhľadom na absenciu páky (tú nahrádza hydraulické čerpadlo oleja) a možnosť použitia čítačky kódu nástroja podstatne jednoduchšia. Cena je v porovnaní s prvými dvoma typmi asi 5 – násobná.

3.7. UNIVERZÁLNE UPÍNAČE SINO

Tento systém bol špeciálne vyvinutý ako náhrada klasických mechanických upínačov typu Weldon a ER – klieštiových upínačov.

Pracuje na podobnom princípe ako hydraulický upínač, avšak tlakovým médiom tu je High-End elastomer. Tlak, ktorý vzniká axiálnym dotáhovaním upínacieho puzdra prostredníctvom kľúča sa cez elastomer prenáša na rozpínacie puzdro. To sa potom rovnomerne sťahuje k osi otáčania celého upínača a tým upína nástroj.



Obr. 3.23 Univerzálny upínač Sino [15]

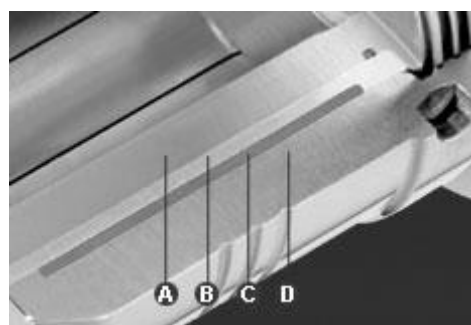
Obr. 3.24 Detail

A – zosilnená drážka zvyšuje radiálnu tuhosť
(umožňuje prenos vysokých krút.momonetov)

B – rozpínacie puzdro

C – elastomer

D – upínacie puzdro



Hlavné výhody:

- obvodové hádzanie $\leq 0,005$ mm
- vhodnosť pre HSC obrábanie (do 40 000ot./min)
- vysoká upínacia sila
- prenášanie vysokých krútiacich momentov (pri 32 mm stopke 850 N.m)
- výborné tlmenie vibrácií
- rýchlejšia a jednoduchšia výmena nástroja
- flexibilita vďaka redukčným puzdram
- štandardne vyvážené

Oblasť použitia. Upínače SINO sa používajú ako na hrubovanie, tak na dokončovacie frézovanie, rezanie závitov, vystružovanie. Dajú sa upínať všetky stopky nástrojov (obr. 2.4).

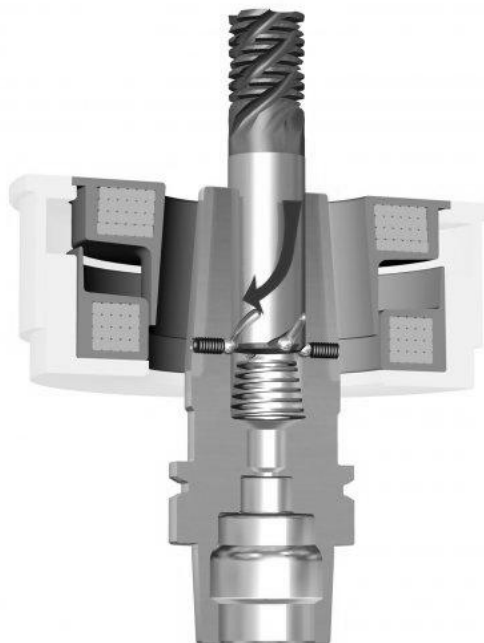
3.8. SYSTÉM SAFELOCK

Vysoké nároky na výrobu kladené v leteckom a kozmickom priemysle prinútili výrobcov držiakov nástrojov hľadať nové, bezpečné riešenia.

Frézovanie zohráva pri výrobe lietadiel významnú úlohu. Špeciálne materiály (hliník, titán, kompozitné materiály) spôsobujú stále nové problémy pri obrábaní. Ďalšou zvláštnosťou leteckého priemyslu je frézovanie veľkých montážnych súčastí, ktoré sa vyznačujú veľmi vysokým počtom otvorov. Tieto diely sú vystružované z plna, pričom je často odobraných

až 90% pôvodného materiálu. Všetky opracovania musia byť prevedené v najvyššej kvalite a s maximálnou presnosťou, za čo je okrem obrábacieho stroja zodpovedný taktiež držiak a daný nástroj. Výzvu predstavuje takisto opracovanie titánových zliatin, pretože tu sa usiluje pri nízkych otáčkach o veľký úber materiálu.

Vzniká tu nebezpečenstvo, že sa pri vysokom zaťažení fréza z držiaku uvoľní. To sa prinajmenšom týka držiakov nástrojov, ktoré ponúkajú presné upínanie s dobrou presnosťou



Obr. 3.25 Systém Safelock [9]

obvodového hádzania, ako sú napr. tepelné alebo hydraulické upínače. Ich upínacia sila je obmedzená a pri vysokovýkonnom frézovaní je niekedy nedostačujúca. Ako alternatívu mnohí užívatelia volia tradičné držiaky Weldon s upínacou skrutkou. Tieto však majú nevýhody, ktoré som spomenul vyššie.

Firma Haimer preto vyvinula riešenie s názvom SafeLock, ktoré kombinuje tepelné alebo iné vysoko presné upínače s tvarovými prvkami. Princíp je nasledujúci: na stopke frézy sú vybrúsené skrutkovité drážky, do ktorých zasahujú tvarové unášače. Vďaka skutkovitému tvaru drážky môže byť nástroj zaistený súčasne proti pretočeniu aj vytiahnutiu. Unášače sú integrované v upínači. Môžu byť v tvare guličky alebo čapu. Tým je dosiahnutá vysoká presnosť vďaka tepelnému upnutiu so súčasným spojením s tvarovým stykom. Navyše vďaka skrutkovitému tvaru drážok môže byť nastavená aj dĺžka nástroja. Postup upínania je jednoduchý. Upínač sa zahreje a nástroj sa otáčaním zasunie. Gulička alebo čapy sami nachádzajú pri otáčavom pohybe svoju cestu v drážke. Pružina podporuje uloženie nástroja bez vôle. Po niekoľkých sekundách upínač vychladne tak, že je tvarové aj tepelné spojenie dokončené. [9]



Obr. 3.26 SafeLock [9]

ZÁVER

Táto práca sa zameriava na rozdelenie upínacích rozhraní frézovacích strojov. V prvej kapitole som opísal časť upínacích rozhraní zo strany od vretena stroja, v druhej a tretej kapitole som sa venoval samotným spôsobom upnutia stopkových fréz. Popri tradičných spôsoboch upínania som sa zameral hlavne na trendové spôsoby uchytenia nástrojov.

Dnešný sortiment týkajúci sa tejto problematiky je skutočne široký. Firiem je na trhu mnoho, no len niekoľko z nich so skutočne silným postavením. Nevďačia za to len kvalitou svojich výrobkov, ale aj obrovským úsilím a vynaloženými investíciami do vývoja nových produktov alebo do zlepšení už existujúcich. V neposlednom rade - to, čo odlišuje skutočne dobrú firmu od konkurencie - je aj poradenská činnosť pre zákazníkov. Mnohí len vďaka týmto službám majú možnosť toho naozaj správneho výberu.

Upínače nástrojov, ich správny výber, nasadenie a použitie v obrábacom procese môžu byť (a dnes sa už vie, že aj sú) prínosom čo sa týka kvality finálneho produktu. A nielen to. Niektoré ako napr. polygonálne upínače Tribos vynikajúco tlmia vibrácie, čím šetria a predlžujú životnosť nielen nástroja, ale aj celého vretena, znižujú náklady na celý obrábací proces. Upínač teda je aktívnym prvkom v sústave stroj – upínač - nástroj – obrobok.

S tepelným upínaním je možné využiť celý výkonový potenciál stroja, rovnako hydraulické a spomínané polygonálne upínače sú vhodné pre vysokorýchlostné obrábanie, narozdiel od konvenčných metód upínania. Avšak aj tu sa výrobcovia snažia nájsť riešenia, napr. v podobe vyvážených upínacích matíc s označením HS pre ER klieštiny, ktoré už sú vhodné pre vyššie otáčky. Každý upínací systém má svoje klady aj zápory pre konkrétny typ nasadenia, preto nemožno povedať o niektorom z nich, že je najlepší.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] Marek, J.: *Konstrukce CNC obráběcích strojů*, září 2006, ISSN 1212-2572.
- [2] Dillinger, J.: *Moderní strojírenství pro školu i praxi / Vyd. 1.*
Praha : Europa-Sobotáles, 2007. 608 s.
- [3] GARANT: *Příručka obrábění*. Německo. 2006. 641s.
- [4] AMBROŽ, P.: *Upínače stopkových nástrojů*. MM Průmyslové spektrum. Duben 2008, č. 4, str. 38-39. ISSN 1212-2572.
- [5] <http://www.boto.sk> [online]. 2010
[cit. 24-4-2010]. Dostupné na WWW: http://www.boto.sk/KATALOG_2007/INFO/OTAZNIK/090_UPINAKY.pdf
- [6] ISCAR. *Iscar upgrade*. [CD]. 2006.
- [7] <http://www.wnt.com> [online]. 2010
[cit. 26-4-2010]. Dostupné na WWW: http://www.wnt.com/servis_ke_stiahnutiu1_SKY_HTML.htm
- [8] Ambrož, P.; *Moderní systémy pro upínání stopkových nástrojů*, MM Průmyslové spektrum.4 – duben 2007, ISSN 1212-2572
- [9] DVOŘÁK, L.: *Větší bezpečnost při upínání nástrojů*. MM Průmyslové spektrum. Říjen 2008, č. 10, str. 48-49. ISSN 1212-2572.
- [10] Diebold. *Diebold HSK.pdf* [online].
Dostupné na WWW: <http://www.diebold-hsk.de>
- [11] Haimer. *Haimer 2009* [online].
Dostupné na WWW: <http://www.sktechnik.cz/obrabeci-nastroje-stroje-merici-pristroje-prislusenstvi-strojirenstvi>

- [12] Diebold. *Diebold ThermoGrip* [online].
Dostupné na WWW: <http://www.diebold-hsk.de>
- [13] Schunk. *Schunk GmbH* [online].
Dostupné na WWW: <http://www.schunk.com>
- [14] WINTER SERVIS, *Princip silově deformačního upínače – Tribos* [online].
Dostupné na WWW: http://www.winter-servis.cz/index.php?page=schunk/n_tribos
- [15] WINTER SERVIS, *Princip přesného univerzálního upínače – Sino* [online].
Dostupné na WWW: http://www.winter-servis.cz/index.php?page=schunk/n_sino

ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV

Obr. 1.1 Nedostatky upínania strmým kuželom [2]

Obr. 1.2 Princíp upínania kužela ISO [1]

Obr. 1.3 Princíp upínania HSK - stav pred upnutím [10]

Obr. 1.4 Princíp upínania HSK – stav po upnutí [10]

Obr. 1.5 Porovnanie tuhosti upínačov HSK a SK [10]

Obr. 1.6 Konštrukčné prvky upínača HSK – A [3]

Obr. 1.7 Typy HSK upínačov [10]

Obr. 2.1 Upínacie puzdra pre klieštiny [6]

Obr. 2.2 Upínacie puzdro pre klieštiny - chyba obvodového hádzania [3]

Obr.2.3 Upínacie púzdro Centro – P (firma WNT) [7]

Obr. 2.4 Tvary stopiek nástrojov [3]

Obr. 2.5 Weldonovo skľučovadlo [3]

Obr. 2.6 Skľučovadlo Whistle – Notch [3]

Obr. 2.7 Weldon (firma Haimer) [11]

Obr. 3.1 Indukčná cievka[12]

Obr. 3.2 Princíp tepelného upínania [13]

Obr. 3.3 Tepelný upínač – výhody [3]

Obr.3.4 Porovnanie pridržovacích momentov [3]

Obr. 3.5 Indukčné zariadenie fy Schunk [13]

Obr. 3.6 Modulárny systém Power Clamp fy Haimer [11]

Obr. 3.7 Doba amortizácie - systém fy Haimer [11]

Obr. 3.8 Hydraulický upínač [7]

Obr. 3.9 Tlmenie vibrácií [13]

Obr. 3.10 Obvodové hádzanie [13]

Obr. 3.11 Radiálne prednastavenie výšky nástroja [13]

Obr. 3.12 Princíp silovo –deformačného upínača Tribos– vľavo verzia S, vpravo verzia R [14]

Obr.3.13 Polygonálny upínač Tribos v reze [13]

Obr. 3.14 Obvodové hádzanie [13]

Obr. 3.15 Dynamické vlastnosti (Tribos R) [13]

Obr. 3.16 Radiálna tuhosť (Tribos R) [13]

Obr. 3.17 Tribos R [13]

Obr. 3.18 Tribos RM [13]

Obr. 3.19 Tribos S [13]

Obr. 3.20 Tribos SVL [13]

Obr. 3.21 Tribos Mini [13]

Obr. 3.22 Upínacie zariadenia fy Schunk [13]

Obr. 3.23 Univerzálny upínač Sino [15]

Obr. 3.24 Detail [15]

Obr. 3.25 Systém Safelock [9]

Obr. 3.26 SafeLock [9]