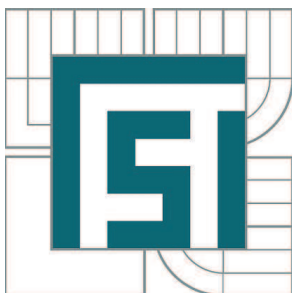


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

REŠERŠE NÁSTROJOVÝCH UPÍNACÍCH ROZHRANÍ FRÉZOVACÍCH STROJŮ

DESCRIPTION OF TOOL CLAMPING INTERFACE AT MILLING MACHINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

RADEK HUŇKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PAVLÍK

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Radek Huňka

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

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

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

Rešerše nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů

v anglickém jazyce:

Description of tool clamping interface at milling machines

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

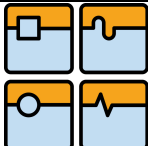
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 18.11.2009

L.S.

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

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou nástrojových upínačů. Je v ní pojednáno o základních typech a možnostech upínání upínače ve vřetenu stroje. Upínače jsou hodnoceny z konstrukčního tak i funkčního hlediska. Dále se zabývá rozdělením a popisem jednotlivých typů mechanismů upnutí nástroje v upínači, jejich konstrukcí a použitím.

Klíčová slova

Upínač, nástroj, vřeteno

Abstract

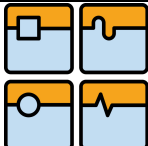
This bachelor's thesis deals with problems of tool holders. The thesis covers the standard types and potencies holding of toolholders in spindle machine. The toolholders are ranked from konstrukction and function direction. Further deals with division and description of some types of mechanism tooling tool in toolholders, their construction and using.

Key worlds

Toolholder, tool, spindle

Bibliografická citace mé práce:

HUŇKA, R. Rešerše nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 46s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Pavlík

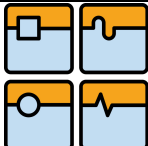
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Rešerše nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů“ vypracoval samostatně, za použití pramenů, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

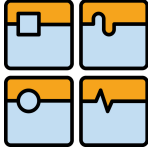
V Brně dne 23.5.2010

.....
Radek Huňka

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce Ing. Janu Pavlíkovi za odborné vedení, cenné rady, připomínky a nápady, které mi byly poskytnuty při zpracování bakalářské práce.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Obsah

1. Úvod a cíl práce	13
2. Základní názvosloví	13
3. Možnosti dělení upínačů	14
4. Rozdělení nástrojových upínačů	14
4.1. Silový způsob upnutí	15
4.1.1. Nesamosvorné kužele	15
4.1.1.1. Strmost kužele 7/24	15
4.1.1.1.1. ISO upínače	17
4.1.1.1.2. MAS BT upínače	20
4.1.1.1.3. CAT upínače	22
4.1.1.1.4. Upínací systém BIG- PLUS	23
4.1.1.2. Strmost kužele 1/10	24
4.1.1.2.1. HSK upínače	25
4.1.1.2.2. KM upínače	28
4.1.1.3. Kužel R8	29
4.1.2. Samosvorné kužele	30
4.1.2.1. Kužel MORSE	30
4.2. Tvarový způsob upnutí	31
4.2.1 Upínání polygonem- systém CAPTO	31
4.3. Možnosti redukce upínačů	34
5. Upínače pro malé frézovací nástroje s válcovým dříkem	35
5.1. Mechanické upínání	35
5.1.1. Kleštinové upínače	35
5.1.2. Polygonální upínače	36
5.1.3 Upínače Weldon a Whistle Notch	38
5.2. Hydromechanické upínače	38
5.3. Tepelné upínače	40
6. Závěr	42
Seznam použitých zdrojů	43
Seznam použitých obrázků	45
Seznam použitých grafů	45
Seznam použitých zkratk a symbolů	46

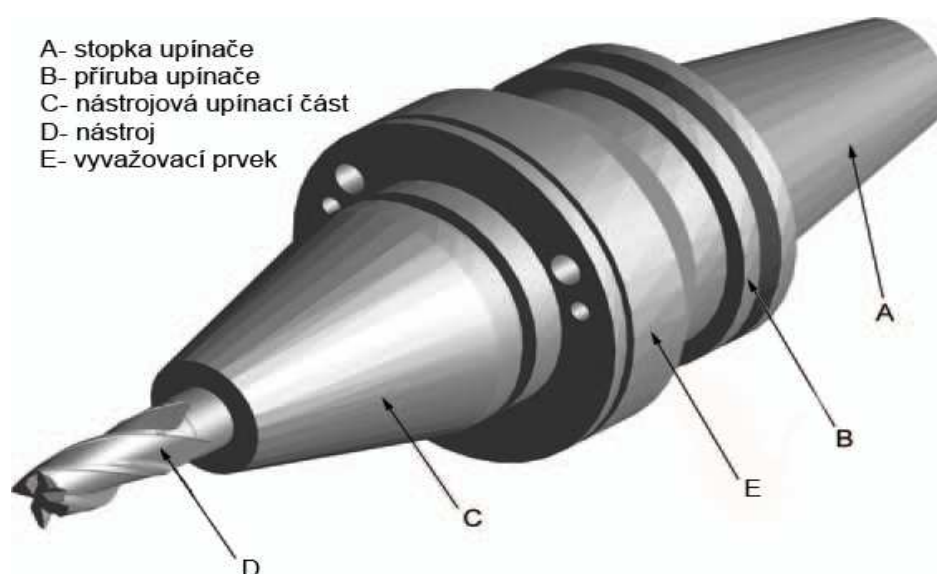
1. Úvod a cíl práce

Pro bakalářskou práci bylo vybráno téma „Rešerše nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů“. Problematika této práce je aktuální po celou dobu existence rozvinutějšího obrábění pomocí frézování. V dřívějších dobách existovalo jen několik typizovaných upínačů, ale postupem času se díky vyšším požadavkům (zejména na přesnost, rychlost a modernizaci výroby) sortiment upínačů rozšířil až do takové podoby, kdy se touto problematikou zabývá nespočet nadnárodních firem investujících velké finanční prostředky do vývoje a produkce co nejkvalitnější a nejširší nabídky.

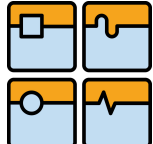
Výběr správného upínače výrazně ovlivní budoucí výsledky celého obráběcího procesu. Nejdůležitějšími požadavky na upínač jsou: dostatečná upínací síla i při vysokých otáčkách, přesnost upnutí (např. obvodové házení) nástroje, jednoduchá obsluha a v neposlední řadě hodnota vyvážení upínače. Kromě toho mohou upínače plnit i ochrannou funkci například tím, že některé z nich mohou svojí konstrukcí tlumit vibrace vznikající při obráběcím procesu.

V práci jsou popsány a vyobrazeny nejpoužívanější upínače, jejich vlastnosti, výhody a nevýhody. V návaznosti na to jsou uvedeny typické příklady frézek od nejvýznamnějších výrobců a jejich volba způsobů upnutí nástroje do vřetena stroje. To vše by mělo vést ke snadnější orientaci v problematice nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů.

2. Základní názvosloví



Obr. 1. Teoretický nástrojový upínač [1]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 14
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

3. Možnosti dělení upínačů

Upínače se mohou dělit do rozličných skupin, které nám určují jednotlivé vlastnosti a specifikace. Jednotlivé dělení na tyto skupiny není striktně určující, poněvadž se jednotlivá dělení prolínají. Například upínač může být samosvorný a mít dlouhý kužel a nebo nesamosvorný a mít také dlouhý kužel.

Podle délky kužele:

- dlouhý,
- krátký.

Podle vyvození upínací síly:

- samosvorné,
- nesamosvorné.

Podle strmosti kužele:

- 7/24,
- 1/10,
- 19/1 - 20/1,
- R8 kužel,
- jiné.

Podle tvaru stopky:

- kuželové,
- polygonální,
- jiné.

4. Rozdělení nástrojových upínačů

Pro jasnější a snadnější orientaci v problému upínacích jednotek je velice výhodné si rozdělit upínač, jako strojní součást, na dvě části. První část upínače se skládá z upínací stopky, která se vkládá do dutiny vřetena stroje, kde se ustavuje a zajišťuje. Za druhou část můžeme považovat oblast, kde se upevňuje nástroj určený k obrábění či odměřování vyráběných výrobků.

Stopky nástrojových upínačů existují ve velkém množství typů a jejich variací. Všechny však pracují na principu dostatečného vyvození upínací síly, která může být získána několika způsoby. Pro jednoduchost se může rozdělit do dvou skupin, odkud je jejich členění názorné a přehledné.

4.1. Silový způsob upnutí

Přenos pohybu mezi vřetenem a držákem se zajišťuje již dříve zmíněnou, stopkou upínače. Pro silové upínání nástrojových držáků se téměř výhradně používají kuželové stopky. Vzhledem k tomu, že jsou používány samosvorné i nesamosvorné kužele je i vyvození třecí síly odlišné. U samosvorného kužele je třecí síla dána jeho tvarem (strmostí), avšak u nesamosvorného kužele musí být navíc mechanismus, který vyvodí požadovanou sílu na plochy držáku a dutiny vřetene stroje.

Upínání pomocí kuželové plochy patří ke starším způsobům upínání. Navzdory tomu je stále nejpoužívanějším na celém světě a zřejmě i v budoucnu nadále bude i přes rozšiřující se jiné způsoby upínání (nekuželové). Přispívá k tomu fakt, že se stále inovují staré mechanismy, čímž sice vzrůstá složitost upínače, ale má širší použití a mnohem lepší vlastnosti než dříve. Výroba kužele je relativně jednoduchá a jeho upínání není nikterak složité, což je pro strojařské firmy velikou výhodou a úsporou času při procesu obrábění. Dělení v této oblasti se může pojmout dle samosvornosti kužele.

4.1.1. Nesamosvorné kužele

Upínače, které nejsou samosvorné mají velmi mnoho provedení. Jelikož nesamosvorné kužele mají větší variační rozpětí strmosti úhlů, mají i samotné upínače rozdílné strmosti, čímž pokrývají mnohem větší variabilitu možností operací, na které mohou být použity. Pro detailnější pochopení a rozdělení se mohou dále nesamosvorné upínače dělit dle strmosti.

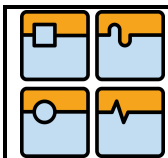
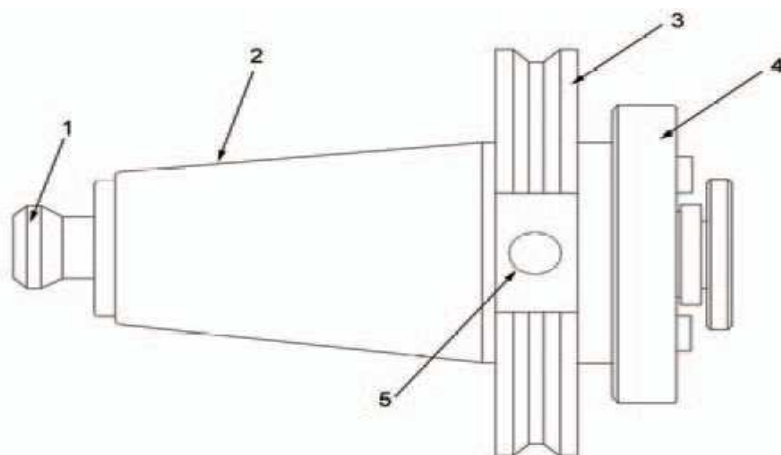
4.1.1.1. Strmost kužele 7/24

Upínání kužely s touto strmostí je velice oblíbené a rozšířené pro svoji nenáročnost na údržbu, upínání a samozřejmě i pro jeho cenu. Jednou z hlavních charakteristik tohoto kužele je jeho nesamosvornost. Jedná se o takzvaný dlouhý kužel, z čehož plynou jeho výborné vlastnosti při upnutí vzhledem k jeho jednoduchosti. Velice dobře dokáže vystředit upínač s malým osovým házením při konvenčním obrábění, což je jeden z důležitých požadavků.

Kužel je vyráběn hned v několika velikostech, které jsou značeny 30, 40, 50 atd. Upínače se označují právě dle tohoto čísla (ISO, BT, CAT-30, 40, 50 atd.) Čím vyšší číslo u označení, tím větší a mohutnější upínač je.

Použití na stroji dle velikosti [1]:

- 60 Velmi velké stroje,
- 50 Střední stroje,
- 40 Malé stroje,
- 30 Velmi malé stroje.

**Všeobecné části a konstrukční provedení držáku s kuželem 7/24:**

Obr. 2. Konstrukční provedení upínače 7/24 [1]

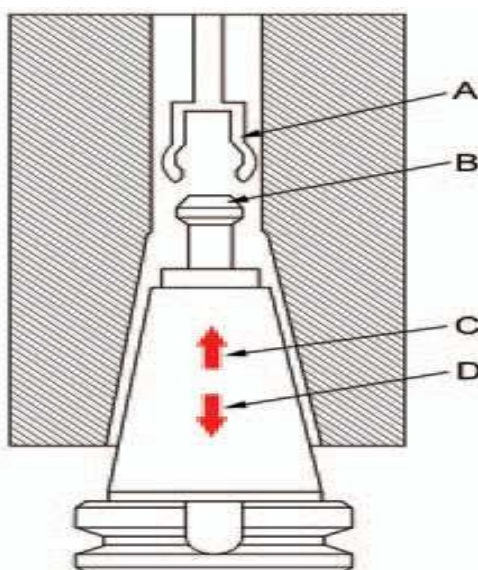
Upínací čep (1)- umožňuje spolu s kleštinou, do které zapadá, přitažení a dosednutí upínače do dutiny vřetene (Obr. 3). Čepy jsou vyráběny v různých typech a velikostech. Nejsou nutně vzájemně zaměnitelné- záleží na výrobcí a typu stroje.

Styková plocha kužele (2)- může mít různé délky a parametry (BT, ISO, CAT atd.) (Obr. 2., Obr. 3.)

Příruba (3)- její tvar je dán způsobem výměny upínače (strojní, ruční), (Obr. 2.)

Adapter (4)- upínací prvek pro nástroje (Obr. 2.)

Drážka pro unášecí kameny (5)- tvar a rozměry dle typu upínače (Obr. 2.)



Obr. 3. Příklad uchycení upínacího čepu [1]

Upínacích jednotek osazené tímto kuželem je několik. Každá země, jakou je například i Česká republika, má dané své normy, podle kterých se upínače vyrábějí. Jejich vlastnosti, výhody a nevýhody se liší. Nejvýznamnějšími zástupci upínačů s touto stopkou jsou:

- ISO upínače,
- MAS BT upínače,
- CAT upínače,
- Upínací systém BIG- PLUS.

4.1.1.1.1. ISO upínače

Tento typ upínačů je velmi rozšířen v evropských zemích, kde jsou používány již několik desítek let. V dnešní době se v Evropě i ve světě nejvíce používají upínače dle německých norem DIN (DIN 2080, DIN 69 871). Těmto předpisům odpovídají i některé české normy (ČSN 220434). V důsledku vstoupení do Evropské unie se normy přetransformávají do sjednocené podoby, čímž je usnadněna orientace v této problematice.

Samotné ISO upínače mají několik provedení závislých na stroji, pro který jsou určeny, na způsobu výměny nástroje nebo například na možnostech chlazení.

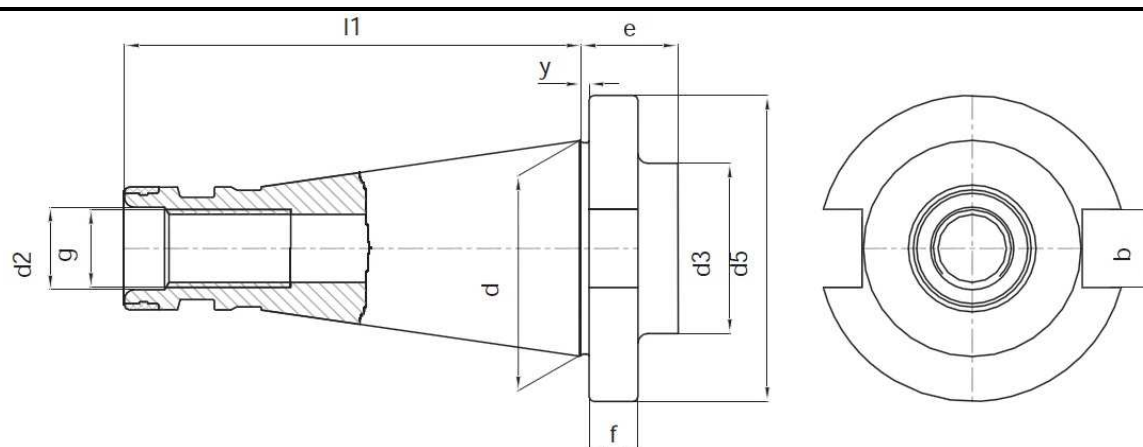
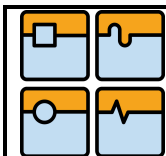
Nástrojové upínače ISO jsou určeny pro manuální výměnu i pro strojní výměnu, která se hlavně využívá u frézovacích center a multifunkčních strojů. S tím je spojeno konstrukční provedení upínače.

Upínač, který je určen pro ruční výměnu není opatřen na přírubě drážkou pro strojní uchycení, z čehož je zřejmé o jaké provedení se jedná.

U ručně vyměnitelných upínačů:

- problémem u těchto upínačů je bezpečnost při výměně. Obsluha stroje musí zasahovat do prostoru, který je určen pro obrábění. Vzhledem k výskytu řezných kapalin a třísek z obrábění hrozí obsluze poranění. Vlivem špatné manipulace nebo znečištěním upínače řeznými kapalinami může dojít i k vyklouznutí a následnému poškození nástroje. Chladicí systém není implementován přímo do upínače. Chladicí kapalina je přiváděna k upínači, potažmo i k nástroji, z externího zdroje. Chlazení se tedy provádí přímým ostřikem chladicí kapalinou.

Samozřejmě existuje také velmi nesporná výhoda, která v dnešní době stojí na prvním místě, a to je cena pořizovaného upínače (Obr. 4.). Díky velké jednoduchosti jsou pořizovací náklady na nízké hodnotě vzhledem k ostatním typům upínačů. Používá se hlavně v kusové a speciální výrobě (Obr. 5.).



ISO	d	l1	d2	g	y	d5	f	d3	e	b
30	31,75	68,4	13	M12	1,6	50	8	36	18,6	16,1
40	44,5	93,4	17	M16	1,6	63	10	50	22,6	16,1
50	69,85	126,8	26	M24	3,2	97,5	12	78	31,2	25,7

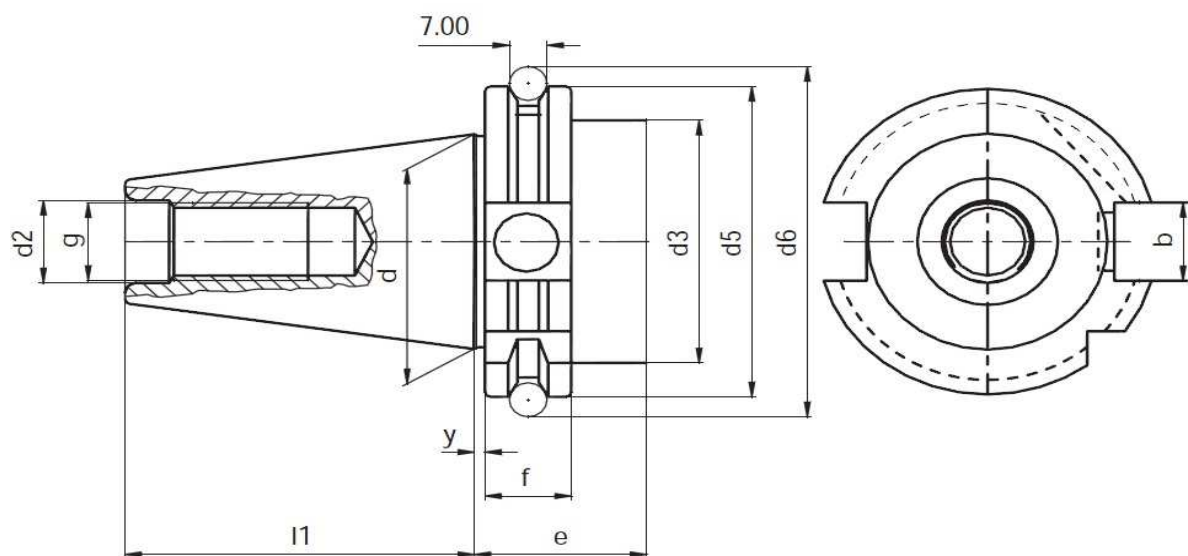
Obr. 4. Konstrukční provedení ISO upínače pro ruční výměnu [2]



Obr. 5. Opti UF 100 DPA – univerzální frézka s ručně vyměnitelnými upínači ISO [3]

U strojně vyměnitelných upínačů:

- tyto upínače jsou v dnešní době upřednostňovány (Obr. 6.). Obsluha stroje nemusí zasahovat do pracovního prostoru stroje při výměně upínače. Všechny procesy výměny držáku při obrábění probíhají automaticky ze zásobníku nástrojů, který obsahuje každý stroj s automatickou výměnou (Obr 7.). Upínače jsou vyráběny jak s vnitřním ústrojím pro chlazen, tak i bez něj. U vnitřního přívodu chladicí kapaliny jsou kanálky vyrobeny přímo v hlavě upínače. Chlazení probíhá buď ostřikem z trysek přímo z upínače a nebo je chladicí emulze přiváděna středem upínače k nástroji, ve kterém jsou taktéž chladicí kanálky. Cena tohoto upínače vzrůstá s jeho složitostí, právě díky již zmiňovaným chladicím kanálkům.



ISO	d	l1	d2	g	y	d5	f	d3	d6	e	b
30	31,75	47,8	13	M12	3,2	50	15,9	45	59,3	35	16,1
40	44,45	68,4	17	M16	3,2	63,55	15,9	50	72,3	35	16,1
50	69,85	101,75	25	M24	3,2	97,5	15,9	80	107,25	35	25,7

Obr. 6. Konstrukční provedení ISO upínače pro strojní výměnu [2]

Vzhledem k tomu, že nástrojové upínače tohoto typu mají funkční styk pouze na kuželové části, nepoužívají se pro vysokorychlostní obrábění, ale využívají se spíše u konvenčních způsobů obrábění. Tomu odpovídá i rozsah otáček, ve kterých jsou schopny pracovat. Jejich maximální otáčky závisí na příslušném vyvážení každého upínače, které je dáno výrobcem. Každá firma vyvažuje svoje produktové řady upínačů na specifické otáčky, kterým odpovídá určité garantované osově házení, které by upínač neměl překročit. Otáčky se pohybují okolo 4000 -12000 ot./min., což je u běžného obrábění standardní hodnota. Například firma Kintek, s.r.l. nabízí svoje upínače ve stupni jakosti vyvážení G 6,3 při 12 000 ot./min. nebo firma Pilana, s.r.o. vyrábí upínače G 6,3 při 8000 ot./min. Upínače jsou povrchově kalené z důvodu malého opotřebení a poškrábání upínače, aby byla zajištěna po celou dobu jeho využití ve výrobě stálá přesnost daná výrobcem.



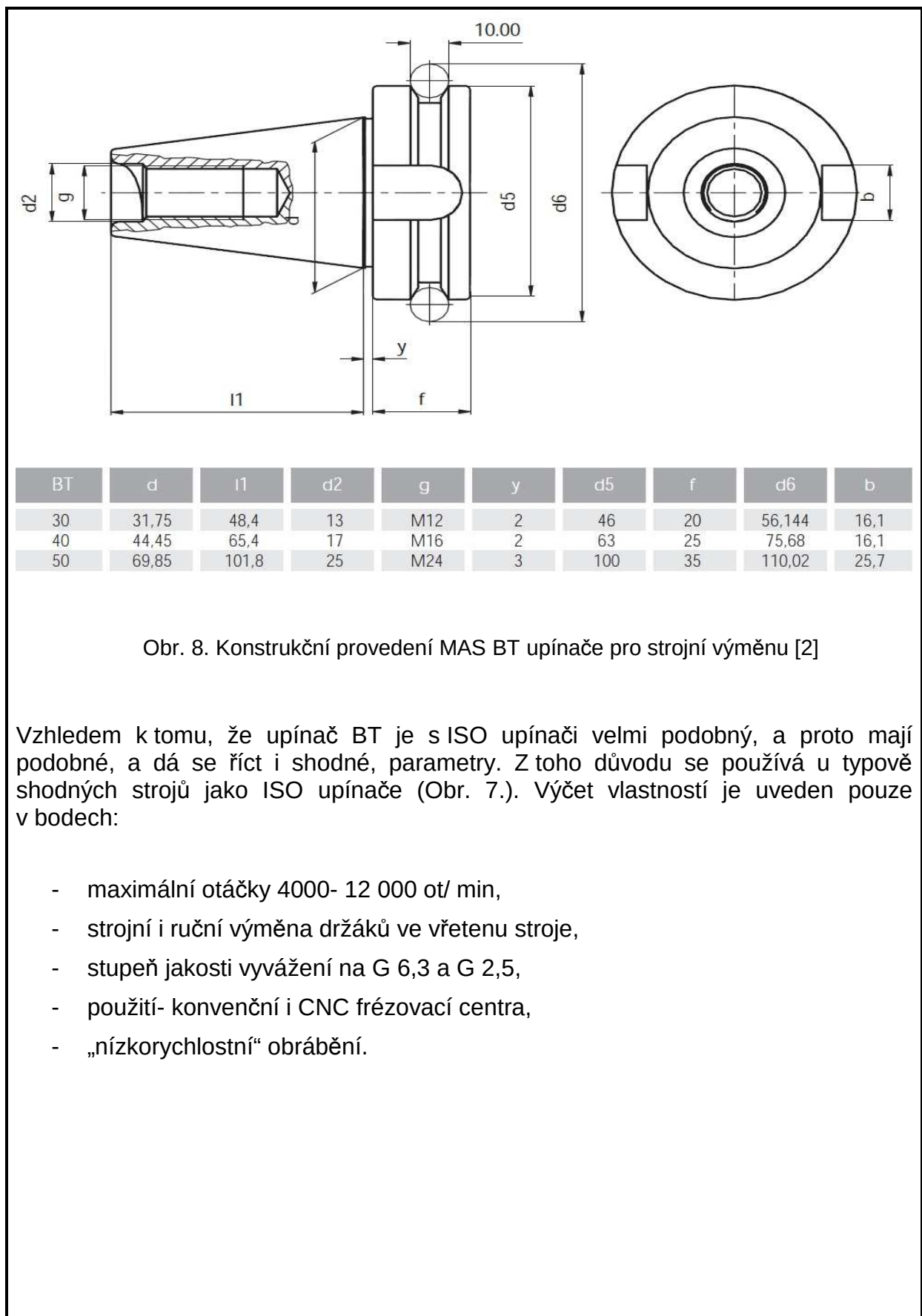
Obr. 7. DMC 635 V- frézovací centrum s automatickou výměnou nástrojů typu ISO [4]

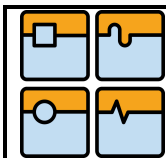
4.1.1.1.2. MAS BT upínače

Nástrojové upínače MAS 403 BT byly vyvíjeny a též i normovány v Japonsku dle normy JIS B 6339 (Obr. 8.). Z tohoto důvodu je zřejmé, že upínač se používal hlavně v zemích východní Asie. Upínač je oblíben i na evropském kontinentu, kde je ve velkém měřítku rozšířen. Tyto upínače se ale používají po celém světě, byť v menším měřítku, a to zejména díky japonským firmám zabývajících se vývojem a distribucí CNC frézovacích center jako je například firma MAZAK, MORI - SEIKY atd.

V porovnání s nástrojovými držáky typu ISO se zdá, že jsou si velmi podobné. Dělí je však několik odlišností zejména v rozměrových charakteristikách.

BT upínače mají oproti ISO delší kuželovou část. Další rozdíl můžeme pozorovat v přírubě s drážkou pro strojní výměnu držáku do vřetene stroje. Drážka je širší a též i hlubší ve srovnání s upínači ISO. V přírubě můžeme najít i další odlišnost a tou je drážka pro unášecí kameny. BT upínače ji nemají vyfrézovanou skrz celou přírubu, ale jen do její části. Je to dáno tím, že BT upínače mají celou přírubovou část větších rozměrů a není zapotřebí mít tak dlouhou drážku pro unášecí kameny.





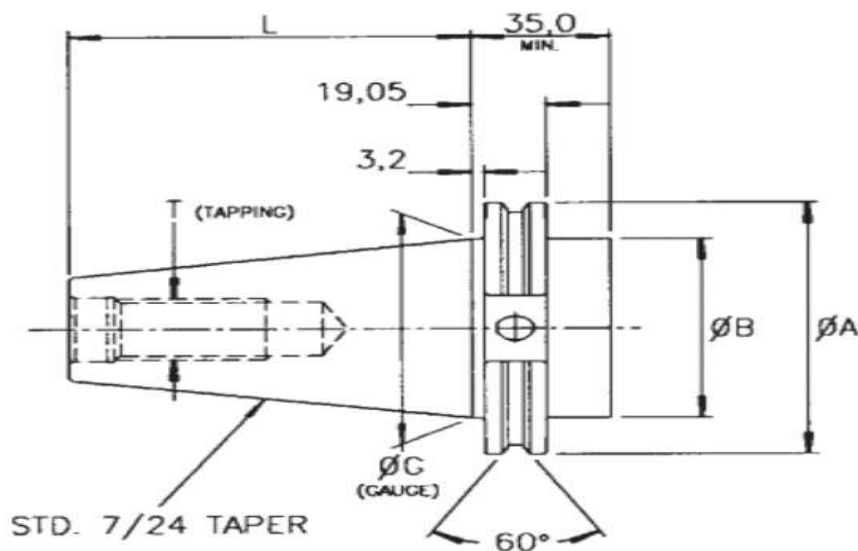
4.1.1.1.3. CAT upínače

Nástrojové upínače CAT byly vyvinuty na severoamerickém kontinentu podle norem ANSI (American National Standards Institute). Z toho plyne, že se upínač používá hlavně na americkém kontinentu a v menší míře i ve východní Asii. Na evropském trhu CAT upínače nejsou téměř používány. Jelikož se jedná o normu ANSI, která je udávána v palcích, musí se buď to hodnoty uvádět v přepočtu a nebo je následně přepočítávat na metrické délky.

Dle obrázku je zřejmé, že CAT upínače nejsou nikterak odlišné od držáků ISO či BT (Obr. 9.). Jedná se skutečně o „kosmetické“ odchylky, které nijak neovlivňují vlastnosti upínače. Používá se u typově shodných strojů, které používají ISO nebo BT upínače (Obr. 7.).

Pro informativnost je uvedeno několik bodů:

- maximální otáčky 4000- 12 000 ot/ min,
- strojní i ruční výměna držáků ve vřetenu stroje,
- stupeň jakosti vyvážení na G 6,3 a G 2,5,
- použití- konvenční i CNC frézovací centra,
- „nízkorychlostní“ obrábění.

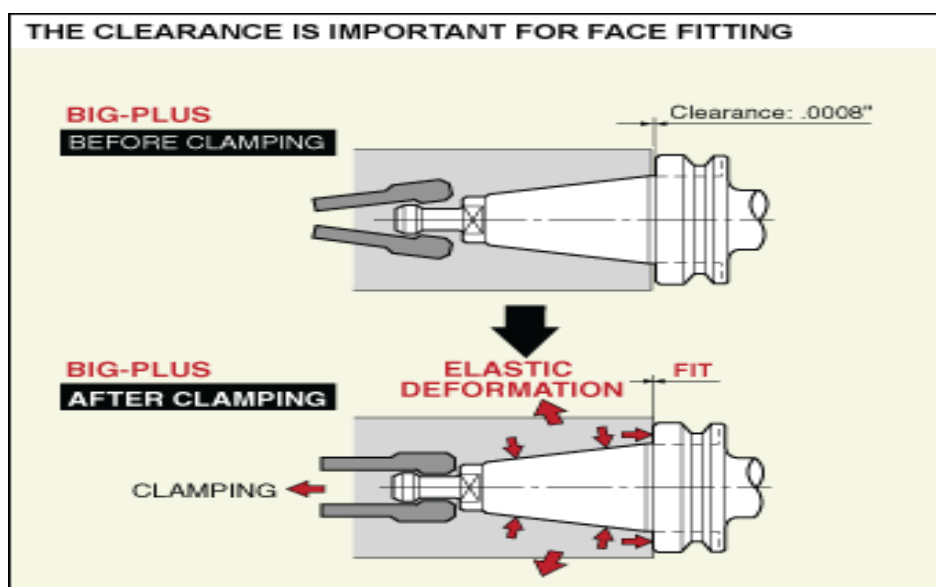


CAT/ANSI B5.50					
Taper	A	B	G	L	T
CV40	63.50	44.45	44.45	68.25	M16
CV50	96.38	69.85	69.85	101.60	M24

Obr. 9. Konstrukční provedení CAT upínače [5]

4.1.1.1.4. Upínací systém BIG- PLUS

Jedná se o netypickou skupinu upínačů, které využívají stopku 7/24 (ISO, BT, CAT). Nástrojové držáky BIG-PLUS se vyznačují dvojitým kontaktem, který se nachází v místě mezi stopkou upínače a dutinou vřetene stroje a poté mezi čelem vřetena stroje a přírubou upínače. Dvojitého kontaktu v BIG-PLUS systémech lze dosáhnout eliminací mezery mezi čelem vřetena stroje a přírubou upínače pomocí přesného vybroušení a tolerování obou částí.



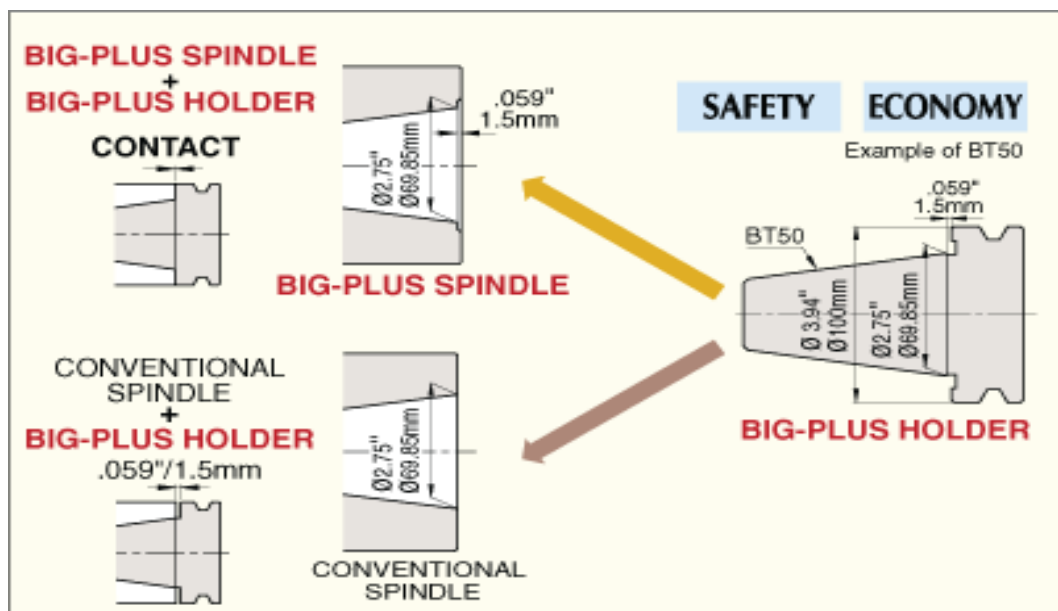
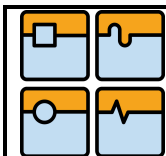
Obr. 10. Působící síly na BIG- PLUS upínač [6]

Statická únosnost (tuhost) v ohybu mezi BIG- PLUS ISO- 50 a ISO- 50 při uvažování rozhraní třech sil je tuhost v ohybu o 40%- 60% větší při využití BIG- PLUS systému než při konvenčních ISO rozhraních (Obr. 10.). Totéž platí i pro dynamickou únosnost v ohybu i pro dynamickou únosnost v krutu. [7]

Při vyvození vyšší upínací síly se již poté tuhost držáku nijak významně nemění.

Zajímavostí je, že podobné charakteristiky jako u BIG-PLUS upínačů se dosáhne použitím distančních mezikroužků mezi upínačem a vřetenem stroje. Mezikroužky musí mít přesné rozměry a musí být přesně usazeny. Toto konstrukční provedení má podobné vlastnosti jako BIG-PLUS, ale má za následek poněkud menší statické charakteristiky. Tento systém se však nepoužívá a pokud ano tak ve velmi omezené míře. [7]

Nevýhodou BIG- PLUS systému je, že každý upínač je přiřazen jen k určenému vřetenu stroje a nemůže být zaměňován, což značně snižuje variabilitu systému (Obr. 11.).



Obr. 11. Ukázka kompatibility BIG- PLUS systému [6]

Cena upínače vzhledem ke konvenčním je také vyšší z důvodu velmi přesného vyvážení a opracování držáku.

BIG-PLUS upínače mohou pracovat v mnohem vyšších otáčkách než konvenční 7/24 (ISO, BT, CAT). Jeho maximální otáčky se pohybují okolo 30 000 - 40 000 ot./min., což jsou velmi vysoké hodnoty. Samozřejmě výši maximálních otáček určuje výrobce, druh a rozměr používaného upínače. Tento upínací systém je dodáván pouze pro strojní výměnu vzhledem k použití v CNC centrech.

4.1.1.2. Strmost kužele 1/10

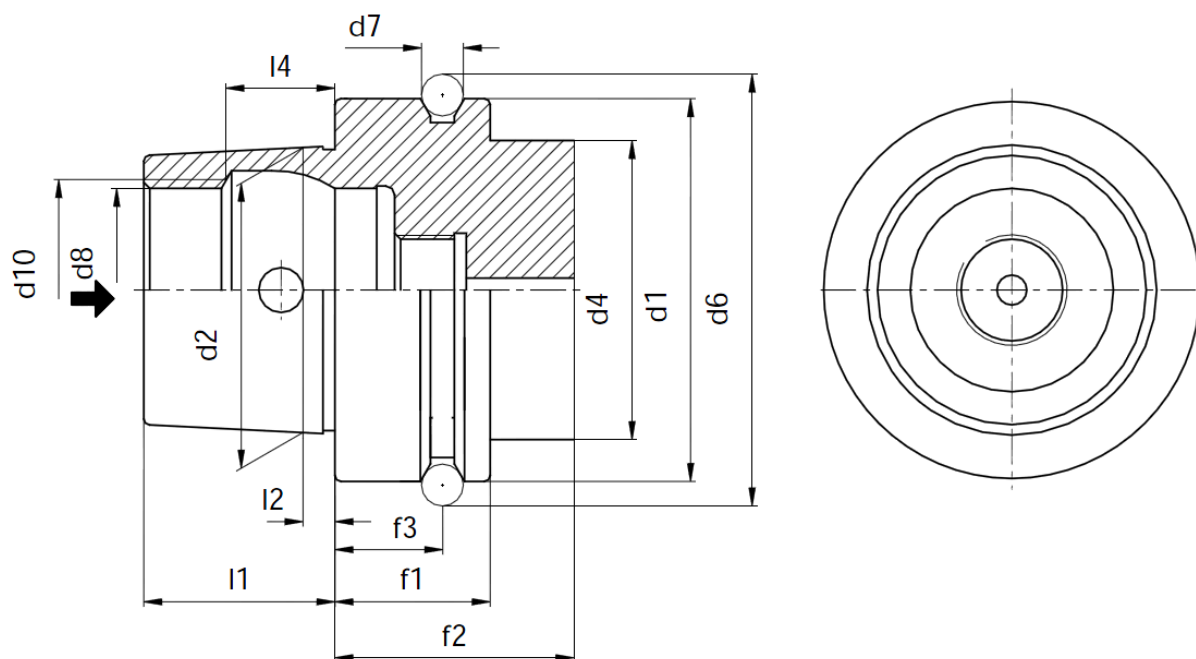
Upínání touto stopkou nebylo, do „relativně“ nedávné doby, mnoho používané. Nyní se však díky novým produktům stává stále více oblíbenější.

Kužel s touto strmostí je nesamosvorný (stejně jako 7/24). Jedná se o takzvaný krátký kužel, ale i přes to má výborné středící vlastnosti. Upínače s touto stopkou jsou vyráběné v několika velikostech a typech.

4.1.1.2.1. HSK upínače

HSK upínače byly vyvinuty v Německé spolkové republice (Obr. 12.). Zkratka HSK znamená „Hohl Schaft Kegel“ nebo „Hollow Taper Shank“, což můžeme volně přeložit jako dutý upínač. Jde o novější upínací systém, který se používá hlavně na evropském kontinentu. V jiných částech světa, zejména v Americe, se drží výrobci spíše standardních 7/24 (ISO, BT, CAT) upínačů, ale už i tam si HSK začíná získávat místo na trhu. Tento fakt podtrhuje i skutečnost, že většina strojů vyvážených z Evropy má HSK dutinu ve vřetenu stroje.

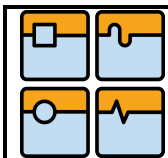
Upínací rozhraní HSK bylo vyvinuto v průběhu několika let skupinou odborníků zabývajících se komplexně problematikou upínačů a obrábění. Kdežto upínače se stopkou 7/24 (ISO, BT, CAT) se vyvíjely v průběhu let, kdy později došlo k jejich standardizaci.



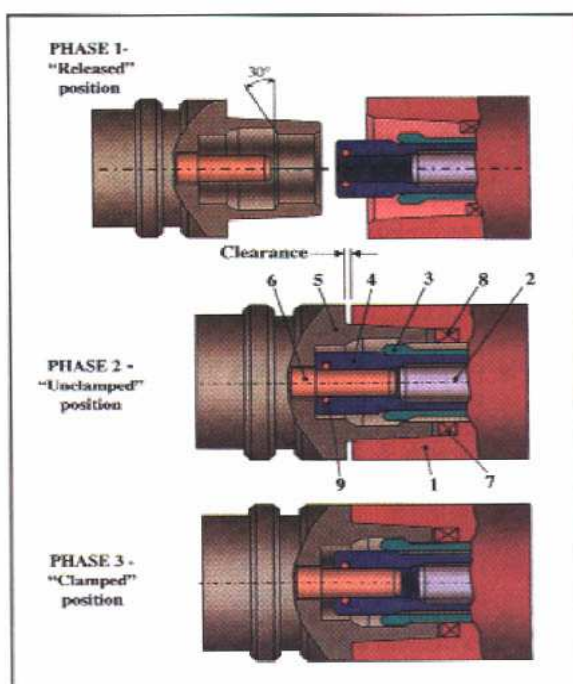
Obr. 12. Konstrukční provedení HSK upínače [2]

Upínací systém HSK má 6 typů – A, B, C, D, E, F a 35 velikostí, z čehož lze usoudit dobrou variabilitu a pokrytí možností frézování.

HSK stopky byly vyvinuty pro tři různé kategorie aplikací. Typy E a F jsou určeny pro nízký točivý moment a velmi vysoké otáčky vřetena, které obsahují ATC (Automatic Tool Changer). Typy A a C slouží k aplikacím vyžadující malý kroučící moment a střední až vysoké otáčky vřetena. Typ A je určen pro automatickou výměnu a typ C pro manuální výměnu upínače. Typy B a D jsou navrženy pro aplikace s vysokým točivým momentem a středními až vysokými otáčkami vřetena. Typ B je určen pro automatickou výměnu a typ D pro manuální výměnu upínače. [8]



Na rozdíl od konvenčních upínačů 7/24 (ISO, BT, CAT) je HSK stopka dutá a upínací mechanismus pracuje zevnitř upínače. Mechanismus ve vřetenu stroje vždy obsahuje dvě kleštiny, které jsou v sobě zaklesnuty. Při vsunutí upínače do vřetene stroje se kleština (1) vsune do dříku, který je obsažený v upínači. Radiálním pohybem kleštiny (1) po dříku se roztáhne kleština (2), která se zaklesne do upínače a způsobí mírnou elastickou deformaci po jeho obvodu. Upínač je vtažen a silně upnut ve vřetenu stroje (Obr. 13.).



Obr. 13. Mechanismus upnutí HSK upínače [9]

Díky pevnému kontaktu mezi HSK upínačem a vřetenem zůstává stejná axiální poloha a to i při vrtání a frézování, které vyvíjejí nejsilnější síly v z-ose. Díky pevnějšímu upnutí jsou HSK upínače výrazně odolnější vůči silám vytahující upínač z vřetene stroje než u konvenčních rozhraní.

Pokud jde o tuhost v krutu mají HSK rozhraní srovnatelné parametry s upínači se stopkou 7/24(ISO, BT, CAT). Stejně je to i s radiální přesností v házení. Avšak u axiální nepřesnosti upnutí je mnohokrát lepší upínací systém HSK, což má vliv na opakovatelnost obráběcích cyklů při stejné přesnosti.

Systém HSK má též nespornou výhodu v minimalizaci škod způsobené kolizí nástroje nebo upínače např. s obráběným materiálem. Vzhledem k tomu, že stopka upínačů 7/24 (ISO, BT, CAT) je z velmi pevné oceli, většina zatížení a nárazů (poškození) z kolize jde přímo do vřetene stroje a potažmo i do mechanismu stroje. HSK díky svému dříku v dutině upínače působí jako pojistka při nárazu. Při nárazu nástroje se upínač vypojí z kleštiny v dutině vřetene stroje a tím chrání jeho

mechanické části, čím se sníží náklady na opravu a následně i na prostoje stroje (Obr.14).

V případě opotřebení je renovace upínače značně složitější a náročnější než u konvenčních 7/24 (ISO, BT, CAT). Přebroušení vyžaduje vysoce kvalifikovanou obsluhu, velmi přesné brousící stroje a měřicí zařízení, což se projevuje mnohem vyššími náklady. [8]

HSK upínače se používají hlavně pro vysokorychlostní obrábění od 12 000 - 40 000 ot./min. Z čehož plyne, že upínač musí být velmi přesně vyvážen. Problémy mohou nastat dokonce při asymetrii chladicích kanálků nebo při zanesení upínače nečistotami. Z tohoto důvodu se při vysokých rychlostech spíše používá externího chlazení.

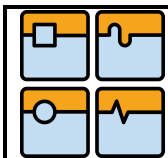
Přesnosti a tolerance HSK držáku jsou přísnější než u konvenčních 7/24 (ISO, BT, CAT). Jedním z důvodů je to, že síla upínacího mechanismu se zvyšuje, pokud je mezera mezi držákem a vřetenem stroje co nejmenší. V důsledku minimální vůle u HSK rozhraní vyžaduje mnohem větší důslednost a pozornost na čistotu upínacích ploch. HSK držáky jsou také citlivější na opotřebení než jiné druhy upínačů. To znamená, že uživatelé musí mít svoje vlastní speciální měřicí přístroje, nebo využívat externích servisních středisek pro kontrolu držáku.

Všechno toto přispívá negativnímu projevu na ceně upínače. V porovnání se standardními 7/24 (ISO, BT, CAT) je cena o mnoho vyšší.

HSK systém je vhodný i pro modulární systémy. Vzhledem k vynikající tuhosti a přesnosti tohoto rozhraní při použití upínacích soustav, které obsahují redukce, mohou být výsledky srovnatelné s těmi, kterých bylo dosaženo při použití pevných adapterů.



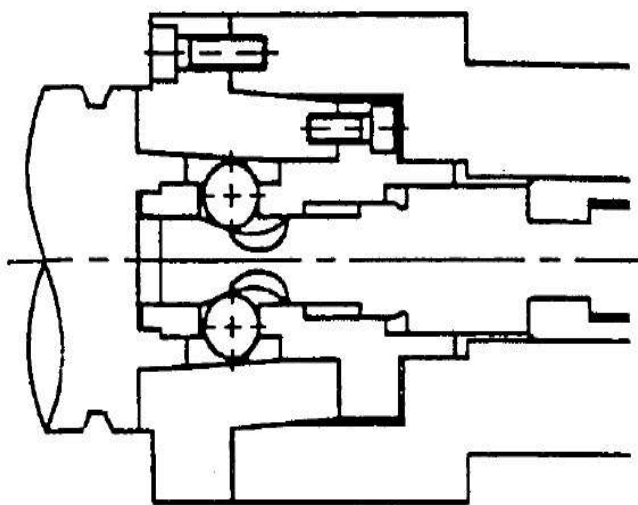
Obr. 14. DMU 60 duoBLOCK- 5-osé obráběcí centrum s HSK vřetenem [4]



4.1.1.2.2. KM upínače

Jedná se o systém podobný HSK, který využívá upínání zevnitř držáku. Krátký upínač řeší problém s dosažením současného kontaktu na čele a na kuželové ploše upínače zavedením určitých konstrukčních výhod jako je velmi přesná výroba a velká axiální síla při upínání. Krátká kuželová stopka KM upínačů poskytuje přesnou radiální polohu. Současně s tím kontakt na čele upínače zajišťuje přesnou axiální polohu jako u HSK systému. Hodnoty rozměrů KM upínačů jsou téměř shodné s HSK držáky, ovšem délka stopky u KM systému je o 20 % delší. [7] [10]

KM systém využívá značného kontaktu na přírubě (čele) upínače, což odpovídá HSK-B držáku. KM upínače mají značně rozdílný systém vnitřního vyvození upínací síly (Obr.15.). Využívá se mechanismu na principu zapadávání kuliček jak je vidět z obrázku. Kuličky mají stejnou funkci jako u HSK upínačů kleštiny, které nám vyvozují upínací sílu. Materiál KM upínačů musí mít díky vysokým upínacím silám (vyšších než u HSK) velmi velkou tuhost a odolnost vůči deformaci.



Obr. 15. Princip mechanismu KM upínače [10]

KM upínače jsou navrženy tak, aby dosahovaly vyšších upínacích sil než u HSK, to má za následek vyšší pevnost v ohybu. Vzhledem k vysoké síle upnutí, které je dosahováno, musí této skutečnosti také odpovídat čistota povrchu. Na KM upínače jsou kladeny velké nároky na údržbu, stejné nebo dokonce větší než u HSK upínačů. [7] [10]

Jak se jeví z poznatků, které jsou uvedeny, systémy KM a HSK oproti jinému mechanismu upnutí mají téměř stejné vlastnosti. KM upínače se používají v parametrově shodných strojích jako HSK (Obr.14).

Další shodné údaje jsou uvedeny jen v bodech:

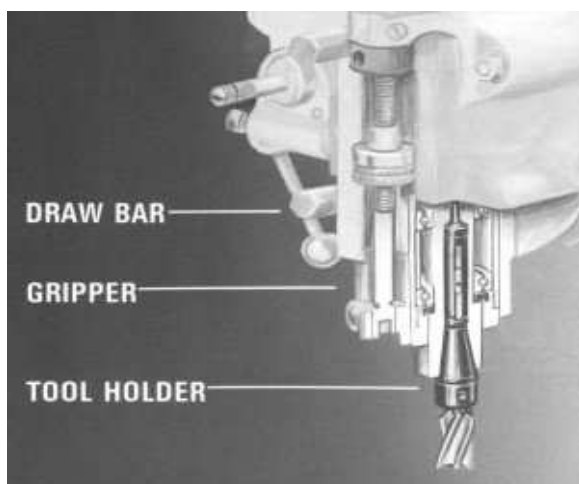
- ochranné vlastnosti vřetena při kolizi,
- vysoké požadavky na vyvážení a přesnost,
- použití u vysokorychlostního obrábění,
- citlivost na opotřebení,
- vyšší cena upínacího systému,
- modulární systém,
- použití u frézování i soustružení.

2.1.1.3. Kužel R8

Tento typ kužele a potažmo i upínače (Obr. 17.), byl navržen v USA firmou Bridgeport Machines Inc. Kužel R8 není taktéž samosvorný (úhel kužele je 16 stupňů a 51 minut), a proto se využívá dalších mechanismů pro ustavení upínače v dutině vřetena stroje tak, aby nedošlo např. k jeho vypadnutí (Obr. 16). Zajištění se provádí ustavovacím šroubem, který prochází vřetenem k horní části stroje. V tomto případě se jedná o ruční výměnu, která je velmi jednoduchá. Strojní výměna se používá jen ve speciálních případech. Tento typ upínače se nejvíce používá na severoamerickém kontinentu. V evropských zemích se používá jen výjimečně.

Upínač se stopkou R8 je, co do použitelnosti, srovnáván s MORSE držáky. Jeho tuhost je obdobná, velikostně si jsou také relativně podobné. Maximální otáčky u R8 upínačů se pohybují kolem 8000 ot./min. Využívá se pro menší frézky a pro malý úběr materiálu v podobě třísky.

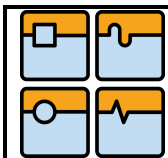
Charakteristický příklad frézovacího stroje je uveden na Obr. 19.



Obr. 16. Schéma uložení upínače R8 ve vřetenu [11]



Obr. 17. R8 upínač [12]



4.1.2. Samosvorné kužele

Jak už bylo řečeno, samosvorné kužele mají, díky svému tvaru, schopnost vyvolat ve styku s negativem své plochy velkou třecí sílu, která zabraňuje kuželu v pohybu. Samosvorné kužele mají strmost okolo 1/20.

4.1.2.1. Kužel MORSE

U frézování je tento typ upínačů v dnešní době již zastaralý (Obr. 18.). Upínače s tímto kuželem mají mnoho nevýhod, které znemožňují použití v automatizované výrobě. Typickou vlastností Morse kužele je jeho samosvornost, což je bezesporu výhoda z důvodu nepotřebnosti dalších složitých upínacích mechanismů. Tato vlastnost sebou přináší ale jednu velikou nevýhodu. Upnutí nástrojových držáků s Morse kuželem je sice velmi jednoduché, ale jejich vyjmutí vyžaduje doslova mechanické vyražení ze vřetene stroje. Frézky jsou opatřeny šroubem, který pojišťuje nástroj proti vytažení a zároveň slouží i pro vytlačení (vyražení) nástroje z vřetena stroje (Obr. 19.). Tento mechanismus vyjmutí upínače není pro vřeteno nijak dobrý. Při vyrážení vznikají rázy, ořesy a obsluha stroje se nemusí také přesně „trefit“ na správné místo, což vše vede k poškozování vřetene stroje. Jak už bylo uvedeno, upínač se musí ručně vyrážet a to vede k nemožnosti použití automatické výměny upínače. Držák nemá vnitřní chladicí kanálky a tudíž chlazení probíhá z externího zdroje.

Upínače s kuželem Morse nemají také velkou tuhost. Vzhledem k jejich štíhlosti a délce se nedají použít na „hrubé“ obrábění při odběru velké třísky. Upínače s tímto kuželem ale své místo ve výrobě úplně neztratily. Využívají se hlavně při vrtání a nebo při použití redukce z jiných typů upínačů (7/24, 1/10) u frézování, kde je například možnost usadit vrtací hlavu.

Morse upínače mají několik velikostí a to podle druhu obrábění, které se jím provádí. Jeho značení se provádí pomocí znaků MK a číslem velikosti např. 2 (MK 2). Velikosti jdou přitom chronologicky za sebou od nejmenšího po největší od MK 1- MK 7.



Obr. 18. MORSE upínač [12]

Obr. 19. CNC frézka KX3 MORSE/R8 vřetenem [13]

4.2. Tvarový způsob upnutí

Princip upínání tvarovým způsobem je na první pohled odlišný od silového způsobu upínání. Hlavní roli tu sice stále tvoří třecí síla, ale její vyvození se liší od předešlého způsobu. Za hlavní charakteristiku tohoto upínání můžeme brát tvarovou plochu upínače, která se sama o sobě podílí na vyvozování upínací síly a ve spojení s dalším upínacím prvkem jde o velmi silné spojení. Narozdíl od silového způsobu upínání, kde tvar stopky sloužil pouze k vystředění upínače (neplatí u samosvorných upínačů). Stopka u tvarového způsobu upínání se upíná do vřetene, které má přesný tvar negativu stopky upínače.

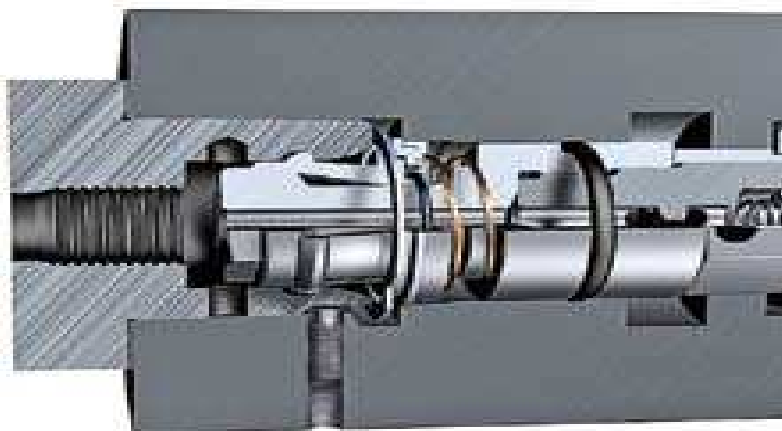
Negativum v tomto případě je pořizovací částka. Tvarové plochy jsou všeobecně složitěji vyrobitelné. Nejčastějším případem tvarového upínání je polygonní kužel, z čehož je zřejmé, že i výroba stopky upínače představuje vyšší náklady a tím i vyšší cenu pořízení.

Toto upínání je rozšířené po celém světě a stává se velmi populárním ačkoliv se jedná, ve srovnání s jinými typy upínačů, o nově zavedený systém.

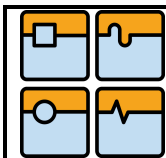
4.2.1 Upínání polygonem- systém CAPTO

Polygonální modulový systém CAPTO byl vyvinut v roce 1990 firmou Sandvik Coromant. V roce 2008 byl systém CAPTO zařazen do jednotných norem ISO. [14]

Stopka CAPTO systémů je tvořena trojstranným polygonem, který má kónický profil se strmostí 1/20. Tento systém má také dvojí kontakt - jak na polygonální stopce tak i na čele vřetena a příruby. Upínací respektive třecí síla je vyvozována mechanismem zevnitř stopky upínače podobným způsobem jako u HSK upínačů, ale k eliminaci prokluzu upínače pomáhá polygonální tvar stopky (Obr. 20.).

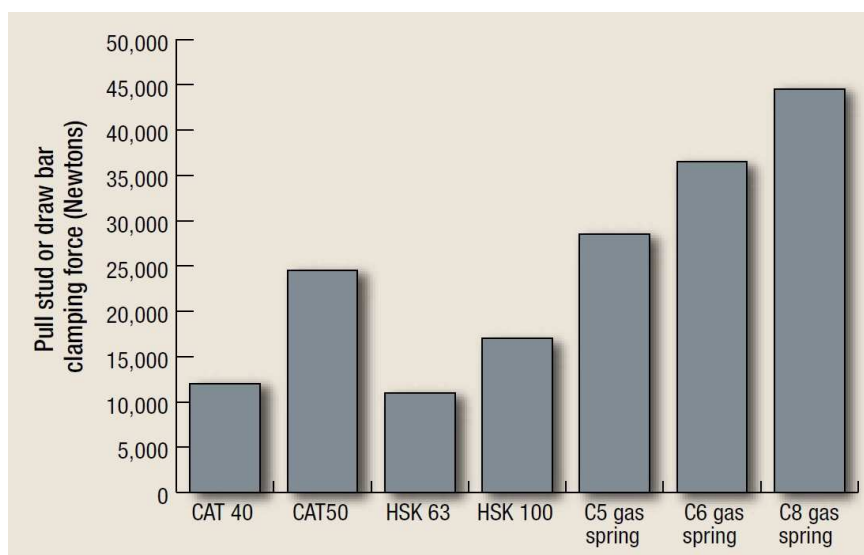


Obr. 20. Mechanismus upínání CAPTO upínačů [15]



Nástrojové držáky jsou vyráběné v několika velikostech, které se značí písmenem C a příslušným velikostním číslem. Číslo udávající rozměry upínače jde lineárně od nejmenšího k největšímu a to od 3 - 10. Značení tudíž je C3 - C10 z čehož C7 a C9 nejsou nabízeny. Pro informaci se může uvést velikosti stopek držáků a jejich průměry přírub - C3 – 32 mm, C4 – 40 mm, C5 – 50 mm, C6 – 63 mm, C8 – 80 mm a C8x – 100 mm. Velikost C10 má shodně s C8 průměr příruby 100 mm. [14]

CAPTO systémy mají díky vysoké upínací síle a tvarové stopce upínače vysokou tuhost v ohybu, celkovou stabilitu i přenos točivého momentu (Graf 1.). Při využití systému upínání s plynovými pružinami se upínací síla znatelně zvyšuje. Také nástroje mohou být kratší díky integraci do upínače a s tím je i spojený větší prostor uvnitř stroje. Do upínačů mohou být zabudovány antivibrační systémy u delších upínačů, což velmi přispívá ke zlepšení povrchu a komplexně vlastností při obrábění. U adaptérů pro přechod ze strmého (7/24) nebo HSK (1/10) kužele na CAPTO systém se prodlužování nástavce upínají pomocí středového šroubu. Díky tomuto propojení lze využívat i ostatní upínače jako modulární systémy se stopkou CAPTO. Pokud stroj není vybaven automatickou výměnou nástroje je základní adapter stále upnut ve vřetenu stroje a mění se jen CAPTO upínače s řeznými nástroji. Jak bylo výše uvedeno CAPTO systémy se vyznačují svojí modulárností. Mohou se použít jak u soustružení tak i u frézování. Největší použití je samozřejmě u multifunkčních CNC obráběcích center. Vzhledem k velké tuhosti a síle upnutí se upínače se stopkou CAPTO hodí pro vysokorychlostní obrábění a to až do 40 000 ot./min. Tato hodnota maximálních otáček odpovídá BIG-PLUS systému. Ten ale nemá takové možnosti modulace a variability a co do síly upnutí je na tom hůře.



Graf 1. Graf upínacích sil CAPTO upínačů s plynovými pružinami [14]

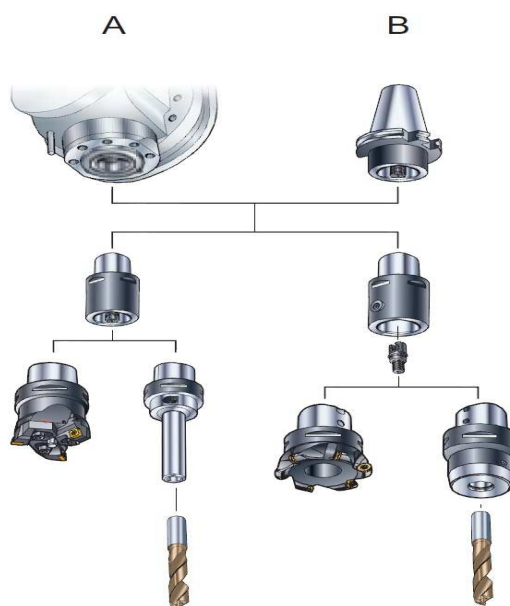
Pokud je systém CAPTO zaveden do celé výroby, nabízí podstatné snížení inventáře potřebných nástrojů. V soustružnických a obráběcích centrech umožňuje použití jednotného standardního systému modulárních nástrojů pro různé druhy operací.

Nevýhodou tohoto systému je však vysoká cena a pro využití celkového potenciálu modulového systému CAPTO je zapotřebí více strojů s tímto druhem upínání.

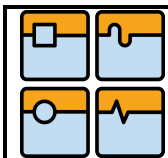
Je také důležité zmínit, že výhradní právo pro tento modulový systém měla donedávna firma Sandvik Coromant. Po skončení doby platnosti patentu se nyní výrobou tohoto systému zabývá hned několik významných firem jako například fa. SECO. V roce 2008 byl podíl na trhu v prodejnosti multifunkčních center (Obr. 21.) s modulovými systémy v polovině případů s CAPTO systémem (Obr. 22.), 25% s BIG- PLUS upínači, 15% s HSK upínači a 10% s KM upínači. Můžeme předpokládat, že i do budoucna má CAPTO systém velký potenciál ve využití.



Obr. 21. INTEGREX 100-IV S multifunkční obráběcí centrum se vřetenem CAPTO [16]



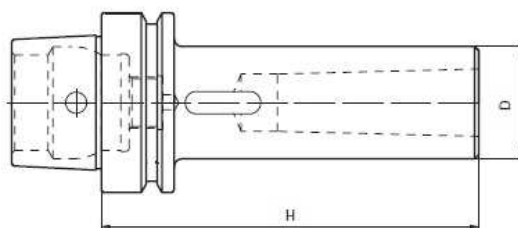
Obr. 22. Rozhraní nástrojového systému CAPTO [15]



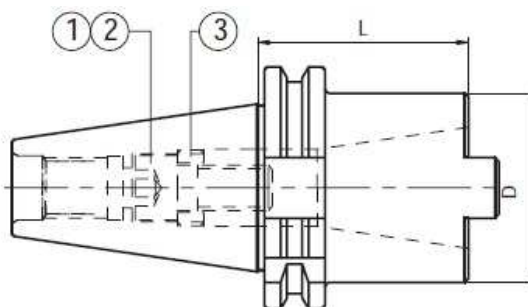
4.3. Možnosti redukce upínačů

Všechny typy upínačů jsou vyráběny i v redukcích. To znamená, že například ISO 40 upínač, který zapadá do ISO dutiny stroje obsahuje v sobě dutinu např. pro BT 40. Stejný princip je použit například i pro HSK s redukcí na ISO atd. Existují také redukce na stejný typ upínače, ale s rozdílnou velikostí např. ISO 50, ISO 30. Samozřejmě upínač může obsahovat redukci na jinou stopku upínače, pokud je to konstrukčně možné. Např. upínač s MORSE kuželem nemůže mít redukci na HSK či ISO. Pokud je na upínač ustaven další upínací prvek, ovlivní to negativně vlastnosti systému. Jedná se zejména o vibrace (složitější a méně dokonalé vyvážení), tuhost upínače (větší délka „upínače“) a požadavky na přesnost výroby.

Příklady redukcí : HSK/ ISO, HSK/ BT, ISO/ MORSE, ISO/ ISO, BT/ ISO, CAT/ CAT, CAPTO/ ISO



Obr. 23. HSK upínač s redukcí na MORSE dutinu [2]



Obr. 24. ISO upínač s redukcí na ISO dutinu [2]

5. Upínače pro malé frézovací nástroje s válcovým dříkem

Vzhledem k rostoucím požadavkům na produkty vyráběné frézovací metodou (např. výroba vstřikovacích forem) se vyvíjejí nové metody upínání nástrojů v upínači. Zejména při upínání malých frézovacích nástrojů s válcovou stopkou technologie v poslední době značně pokročila. Nástroje mohou mít menší průměry, vyšší otáčky a hlavně vyšší přesnosti.

Část upínače, ve které se ustavuje a upíná nástroj byla definována již v úvodu práce (v bodě 4. Rozdělení nástrojových upínačů). Upínač má několik možností spojení s nástrojem. Frézovací nástroje s válcovou stopkou jsou totiž vyráběny v několika variantách, které mohou mít rozdílné způsoby upínání. Z čehož plyne, že i nástrojové upínače mají několik variant provedení dutiny, do které se nástroj upíná. S tím je spojen i mechanismus upnutí nástroje v upínači.

Nejrozšířenější dělení upínačů z hlediska mechanismu upínání nástroje:

- Mechanické upínače,
- Hydromechanické upínače,
- Tepelné upínače.

5.1. Mechanické upínání

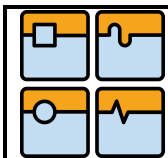
U tohoto způsobu upínání nám upínací sílu vyvozují pouze jednotlivé mechanické prvky bez dalších vnitřních upínacích systémů. Princip upínání se liší podle druhu upínaného nástroje.

5.1.1. Kleštinové upínače

Upínání pomocí tohoto mechanismu je velmi rozšířené. Jedná se o jednoduchý princip sevření nástroje v upínači, který vyvodí potřebnou třecí sílu pro upnutí nástroje v kleštině a potažmo i v celém upínači.

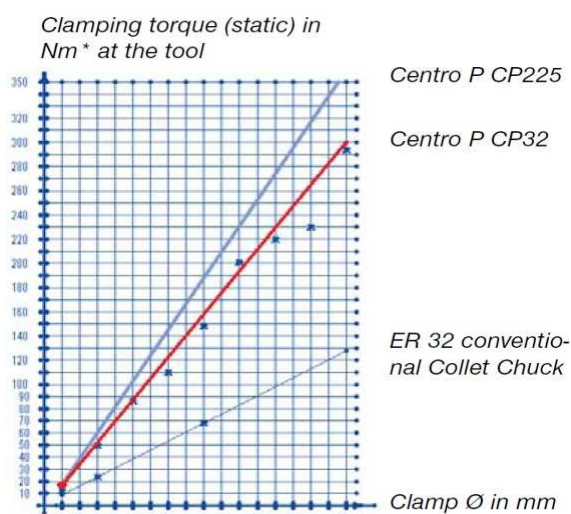
Kleštiny jsou v upínači pouze vsunuty a díky svému kuželovému tvaru mají výborné středící vlastnosti. Po ustavení nástroje se kleština stahuje pomocí vnějšího prstence, který zašroubováním stahuje kleštinu a upíná tím nástroj. U tohoto mechanismu se zároveň kleština zajišťuje v upínači.

Kleštiny pokrývají velmi velký rozsah použitelnosti. Uplatňují se jak pro velmi malé nástroje tak i pro nástroje větších rozměrů, které se používají pro přesné frézování tak i při úběru velkých třísek (hrubování). Kleštiny lze v mnoha případech v upínacích měnit za různé velikosti tak, aby odpovídaly požadavkům nástroje. Kleštiny mohou také, v určitém omezeném rozsahu, být použity pro více průměrů válcových stopek.



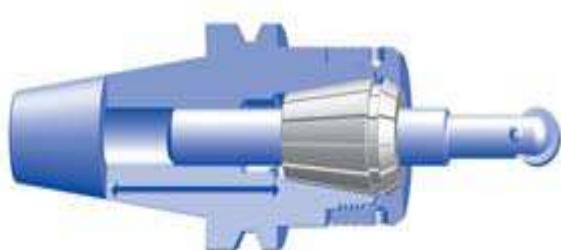
Dosažitelná přesnost se liší použitím různých typů kleštín. U standardních upínačů s kleštinami se obvodové házení nástroje pohybuje okolo 0,01 mm. Na trhu jsou ovšem i kleštiny s mnohem větší přesností.

Například upínače Centro P s použitím příslušných kleštín mají velmi malé obvodové házení nástroje a to až 0,003 mm (Obr. 25.). Jejich velmi velkou výhodou je možnost nastavení délky nástroje. Upínače Centro P jsou v upínači opatřeny dutinou, do které je možno nástroj podle potřeby zasunout. Tyto upínače mají lepší rozložení sil a až o 100 % vyšší upínací sílu než u konvenčních kleštín (Obr. 26.) . Díky tomu je nástroj upevněn s větší tuhostí a přesností. [17]

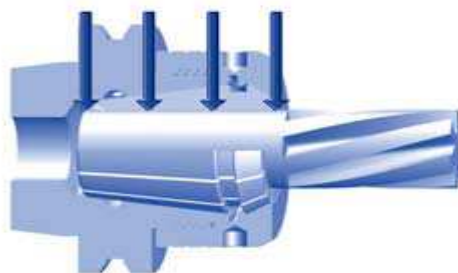


* Clamping torque of the clamping nut 105 Nm, tool shank hardened, ground (Rz 2.5) and free of grease

Graf. 2. Závislosti točivého momentu na průměru kleštiny [17]



Obr. 25. CENTRO- P upínač s nástrojem [17]



Obr. 26. Rozložení sil v CENTRO- P upínači [17]

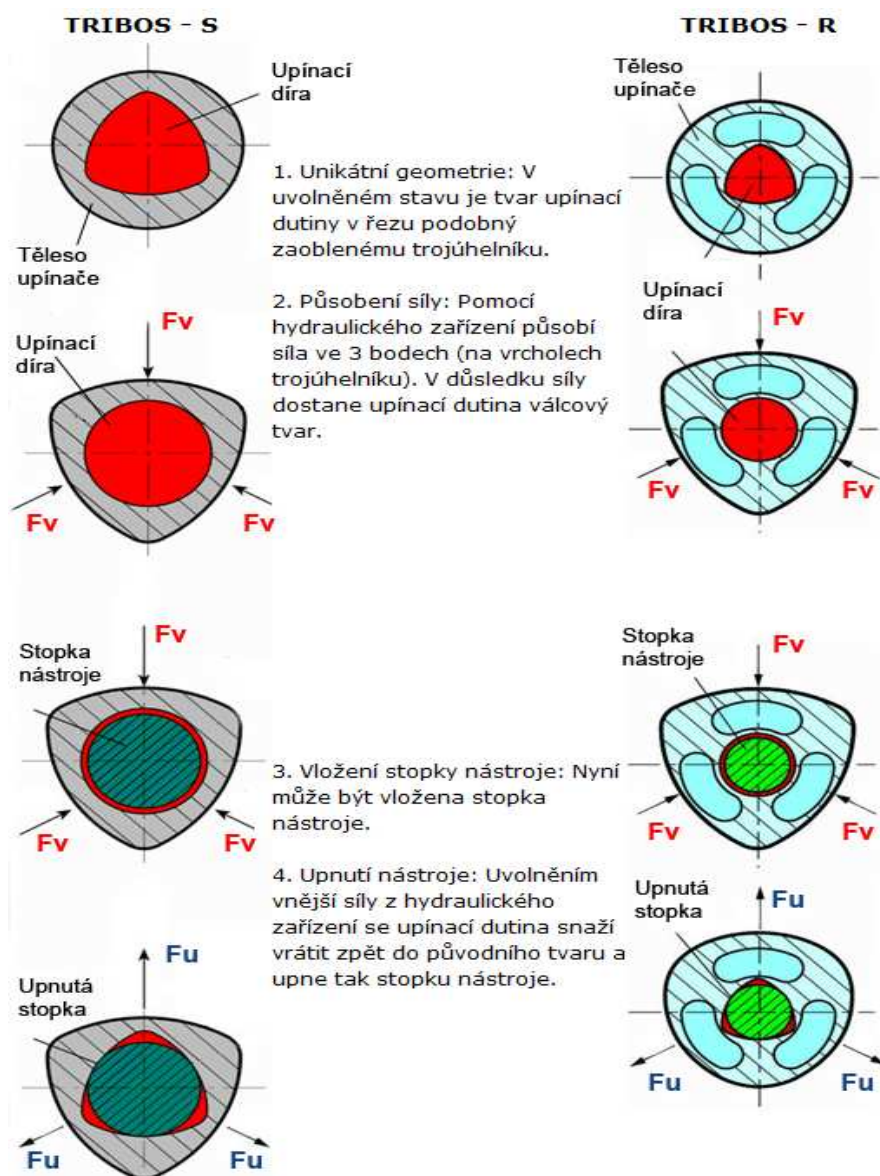
5.1.2. Polygonální upínače

U polygonálního principu upínání se využívá elastických vlastností tělesa upínače. V nedeformovaném stavu má dutina upínače přibližně polygonální tvar. Působením vnějších zatěžovacích sil od hydraulického upínacího zařízení se polygonální průřez, vlivem elastické deformace, změní na kruhový.

Po ustavení nástroje v dutině upínače a uvolnění sil, které způsobují deformaci, se dutina upínače dostává zpět do svého polygonálního tvaru. Díky kontaktu mezi

válcovým tvarem nástroje a polygonálním tvarem dutiny upínače vznikají upínací síly potřebné pro pevné upnutí stopky nástroje. Jedná se o upínání nástrojů bez dalších segmentů, které by byly mezi upínačem a nástrojem. Absence takového členu zvyšuje tuhost upnutí, přesnost, možnost vyšších otáček a vyšší opakovatelnost upnutí při dodržení stejných přesností u obvodového házení nástroje.

Mechanické opotřebení upínače a potažmo i nástroje jsou minimální, což se pozitivně projevuje na jejich životnosti. Obvodové házení nástroje se pohybuje až kolem 0,003 mm. Nevýhodou tohoto upínání je nutnost použití zařízení, které vyvolává deformační sílu. Tento systém upínání používá například firma Schunk ve svých upínacích TRIBOS-S a TRIBOS-R (Obr. 27.).



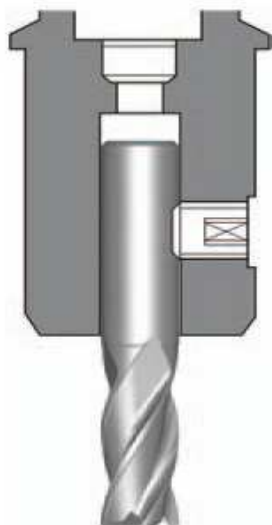
Obr. 27. Princip funkce polygonálního systému TRIBOS firmy Schunk [18]

5.1.3 Upínače Weldon a Whistle Notch

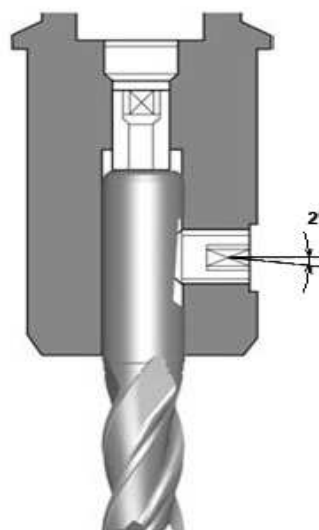
Pro upínače Weldon a Whistle Notch jsou určeny frézy s válcovou stopkou, které mají na válcové ploše vyfrézovanou drážku (i více drážek) pro upnutí (Obr. 28., 29.). Tyto upínače se vyznačují velkou jednoduchostí a nenáročností na údržbu. Dutina upínače má kruhový průřez, který odpovídá přesně průřezu nástroje. Nevýhodou je, že každý upínač je určen jen pro jeden průměr stopky nástroje - na rozdíl od kleštín, které jsou v tomto ohledu variabilnější. Nástroj se v upínači po jeho zasunutí upevňuje čepem se závitem, který přesně dosedá na vyfrézovanou plošku na stopce nástroje. Nástroje se mohou dle potřeby v upínači ustavovat na různou délku díky čepu, který může být implementován do upínače tak, že se opírá o čelo nástroje.

Rozdíl mezi Weldon a Whistle Notch držáky je ve vyuhlování čepu, kterým upínáme nástroj. Zatím co Weldon držáky mají osu čepu kolmou na osu nástroje, Whistle Notch upínače mají čep pod úhlem 2° od kolmosti na osu nástroje.

Mírná asymetrie držáku a nástroje vytváří nevyváženost upínače, která se musí následně dovažovat. Obvodové házení nástroje při použití těchto upínačů je kolem 0,010 mm. Cena těchto upínačů je nízká ve srovnání s jinými typy upínačů.



Obr. 28. Nástrojový upínač Weldon [1]



Obr. 29. Nástrojový upínač Whistle Notch [1]

5.2. Hydromechanické upínače

Tento typ upínačů pracuje na principu hydromechanického upínání, který využívá vlastností kapalin. Kapalina sama o sobě nemá upínací funkci, ale slouží jako mezičlen, který vyvozuje upínací sílu a nebo posouvá nástrojový upínací člen.

Hydromechanické upínání má díky asymetrické konstrukci složitější vyvažování. Upínače jsou ve všeobecném pohledu složité, vzhledem k použití kapalného média. Jsou vyšší požadavky na těsnost upínače, což se negativně projevuje na jeho ceně, která je vyšší než u ostatních typů upínačů. Jako negativní vlastnost se jeví i nemožnost regulace délky nástroje zasunutím do upínače. Hydraulické upínače mají

velmi dobrou hodnotu obvodové házivosti a to až 0,002 - 0,005 mm. Tuhost upínacího systému je díky velké upínací síle také na vysoké úrovni. Vzhledem k použití kapaliny mají hydro-upínače dobré vlastnosti při tlumení vibrací při procesu obrábění. Velkou výhodou je také možnost upnutí kleštín do dutiny upínače tak i nástrojů se stopkami Weldon a Whistle Notch.

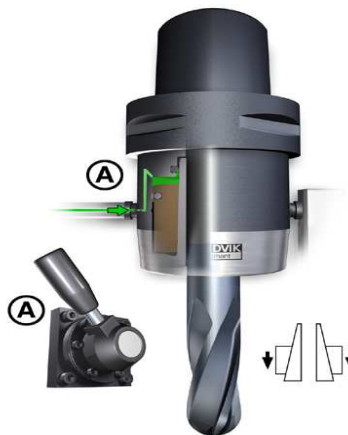
Hydromechanické upínače existují v mnoha typech provedení. Každý výrobce má svůj systém upínacího mechanismu. Jako příklad mohou uvést upínače CoroGrip od firmy Sandvik Coromant a systému Tendo firmy Schunk.

Upínače CoroGrip:

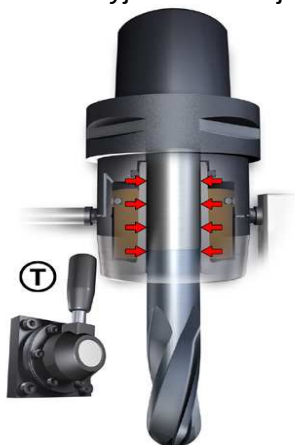
Využívají kapaliny pouze jako člena k posunutí „upínacích čelistí“. Kapalina se po upnutí nástroje z upínače odčerpává, aby nebyl upínací mechanismus pod stálým tlakem. Díky samosvornosti čelisti je nástroj pevně upnut v držáku. Nevýhodou tohoto systému je potřeba upínacího hydraulického zařízení, které nám nástroj v držáku ustavuje (Obr.30.). [19]



Páka ventilu je v pozici T pro vkládání a vyjmutí nástroje



Páka ventilu v pozici A uvolňuje kapalinu a probíhá sevření nástroje



Páka ventilu v pozici T, když je nástroj sevřen



Páka ventilu v pozici B pro odčerpání kapaliny

Obr. 30. Princip upínání upínače CoroGrip od firmy Sandvik Coromant [20]

Upínače Tendo:

Hydromechanické upínače Tendo pracují na principu deformace vnitřní stěny upínací díry, na kterou působící kapalina vyvozuje hydraulický tlak, daný posuvem pístu a ručně ovládaného upínacího šroubu. Díky spirálové drážce jsou odváděny nečistoty a zbytky oleje vytlačených ze stykových ploch, což má za následek zvýšení pevnosti a spolehlivosti upnutí. U Tendo upínačů je zaručeno obvodové házení nástroje menší nebo rovna 0,003 mm (Obr. 31.). [19]



Obr. 31. Upínací systém Tendo od firmy Schunk [21]

5.3. Tepelné upínače

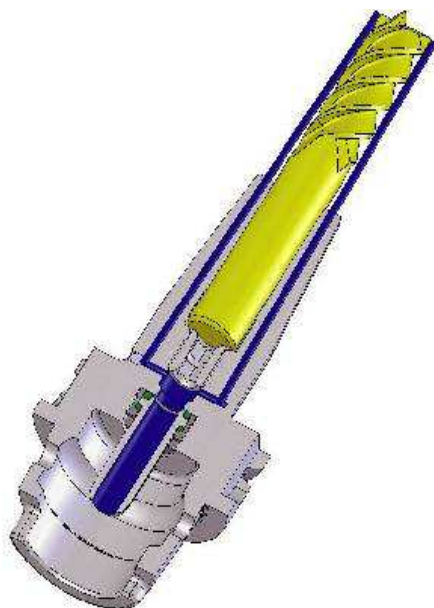
S rozšiřováním vysokovýkonného a zejména vysokorychlostního obrábění (HSC) získává stále větší význam upínání nástrojů v tepelně smrštitelných upínačích. K výhodám tohoto způsobu upínání patří zejména vysoká přesnost a tuhost upnutí, přenos velkých kroutících momentů a možnost použití vysokých otáček vřetena obráběcího stroje, což v praxi umožňuje velké úběry materiálu a zaručuje vysokou trvanlivost nástroje a kvalitu obrobené plochy (tvar, rozměry, drsnost povrchu). [22]

Princip smršťování upínací techniky je založen na změně objemu materiálu, úměrné změně teploty. Při indukčním ohřevu upínače na teplotu 250 až 300 °C se v důsledku zvýšení teploty zvětší průměr upínací díry (řádově v setinách mm), do které pak lze bez problémů vložit nástroj s válcovou stopkou. Při upínání nevznikají žádné problémy, protože nástroj je ještě studený, čímž je zaručen požadovaný rozdíl průměrů. Po ochlazení působí na stopku nástroje po celé délce upnutí vysoký a rovnoměrný radiální upínací tlak, dosažené upínací síly jsou přitom větší než u upínací techniky, která je založená na mechanickém nebo hydraulickém principu. [22]

Při uvolňování nástroje se při ohřevu upínače ohřívá také nástroj. Nástroj i upínač se rozšíří a uvolnění je umožněno rozdílným součinitelem délkové roztažnosti upínače a nástroje (upínač se musí roztahovat více než nástroj).

K velkým výhodám tepelných upínačů patří jejich jednoduchá konstrukce, s ní související nízké výrobní náklady a také skutečnost, že v nich mohou být upínány i nástroje, jejichž stopka má vyfrézovanou upínací plošku (např. Weldon, Whistle Notch). Jednoduchá konstrukce bez jakýchkoliv upínacích elementů umožňuje velmi přesné vyvážení upínačů již ve stádiu výroby a dané parametry zůstanou zachovány i po upnutí nástroje (Obr. 32.). [22]

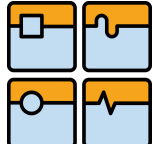
Nevýhodou tepelných upínačů je potřeba ohřívacího zařízení, které ohřívá upínač respektive upínač s nástrojem (Obr.33.). Určitou nevýhodou je také použití upínače jen pro jeden konkrétní průměr nástroje, což vede k nutnosti použití velkého množství upínačů.



Obr. 32. Řez Tepelným upínačem [23]



Obr. 33. Thermo zařízení [23]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 42
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

6. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá tématem nástrojových upínačů v oblasti frézování. Práce byla rozdělena do několika kapitol, které by měly zjednodušit orientaci v problému nástrojových upínačů.

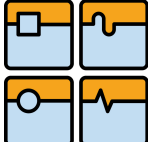
První část se věnuje stručnému úvodu do problematiky a základnímu názvosloví upínací jednotky tak, aby bylo pochopení daného tématu co nejjednodušší a čtenář neměl pozdější problémy v orientaci v textu.

Druhá část se již věnuje přímo nástrojovým upínačům jakožto strojní součásti. Jejich rozdělení je koncipováno tak, aby bylo co nejpřehlednější a bylo zřejmé hned v úvodu o jaký upínač se jedná. V úvaze prvotního rozdělení se vycházelo ze způsobu vyvození upínací síly a v návaznosti na to bylo provedeno detailní dělení nástrojových upínačů s ukázkou konstrukčního provedení. U každého z typů upínačů je také uveden i konkrétní model frézovacího stroje (frézky) z důvodu přesné představy v jakých oblastech se mohou použít.

Ve třetí části se řeší problematika upínačů pro malé frézovací nástroje s válcovým dříkem. Jelikož je toto téma v přímé návaznosti na předchozí část vycházelo se i z již získaných informací.

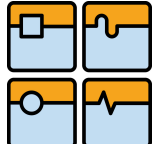
Metodika dělení upínačů pro nástroje s válcovou stopkou byla určena třemi základními skupinami, které je pojato z hlediska mechanismu upínání. Určujícím parametrem byl tedy rozdílný princip vyvození síly, která upíná nástroj v dutině upínače. V posloupnosti na to byly, již zmiňované, tři základní skupiny rozčleněny na přesnější charakteristiku upínání. U jednotlivých typů mechanismů byly uvedeny příklady upínačů a jejich vlastností.

Ze získaných poznatků problematiky nástrojových rozhraní a upínačů pro malé frézovací nástroje s válcovým dříkem lze usoudit, že výběr správného upínače je velmi důležitým prvkem pro přesnou, rychlou, efektivní a ekonomickou výrobu. Neopomenutelným bodem jsou i velké pořizovací náklady při volbě kompletního upínacího systému. Snahou této práce je čtenáře seznámit podrobněji s problematikou upínání a upínačů konkrétně. V případě potřeby ho nasměrovat a dát podněty pro další detailnější studium problematiky.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 43
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Seznam použitých zdrojů

- [1] Toolholding. In *General hints on tool holders* [online]. : , 2008 [cit. 2010-05-22]. Dostupné z WWW: [http://www.dormertools.com/sandvik/2531/internet/s003592.nsf/Alldocs/Product*2DMachiningSolutions*2DPDF*2ATH*2DPDFen/\\$file/10Toolholding.pdf](http://www.dormertools.com/sandvik/2531/internet/s003592.nsf/Alldocs/Product*2DMachiningSolutions*2DPDF*2ATH*2DPDFen/$file/10Toolholding.pdf)
- [2] Toolholders. In *Kintek Completo* [online]. : , 2009 [cit. 2010-05-22]. Dostupné z WWW: http://www.tgs.cz/cs/download/kintek_completo.pdf
- [3] *První hanácká BOW* [online]. [cit. 2010-05-22]. Kovoobrábění. Dostupné z WWW: <http://www.bow.cz/produkt/3336103dpa-univerzalni-frezka-opti-uf-100-dpa/>
- [4] *Gildemeister* [online]. [cit. 2010-05-22]. Milling- Technology. Dostupné z WWW: <http://www.gildemeister.com/en,milling,dmu>
- [5] *Toolholder BT DV CAT HSK Shank Standard* [online]. [cit. 2010-05-22]. Coventry. Dostupné z WWW: <http://www.scribd.com/doc/7800441/Toolholder-BT-DV-CAT-HSK-Shank-Standard#fullscreen:on>
- [6] *Big- plustooling* [online]. [cit. 2010-05-22]. Big- Kaiser. Dostupné z WWW: <http://www.bigplustooling.com/benefits.html>
- [7] STEPHENSON, David A. ; AGAPIOU, John S. *Metal cutting theory and practice* . United States of America : CRC Press, 2006. 833 s.
- [8] *Hsk-world* [online]. [cit. 2010-05-22]. HSK: Characteristics And Capabilities. Dostupné z WWW: http://www.hskworld.com/articles/Characteristics_and_capabilities/characteristics_and_capabilities.htm
- [9] The Secrets of HSK. *Cutting Tool Engineering Magazine* [online]. 2006, 6, [cit. 2010-05-22]. Dostupný z WWW: http://www.hskworld.com/articles/hsk_secrets/hsk_secrets.htm
- [10] MAEDA, Osamu. *Expert spindle design system* [online]. Kobe : B.A.S., 1996. 185 s. Diplomová práce. Kobe University. Dostupné z WWW: https://circle.ubc.ca/bitstream/handle/2429/14534/ubc_2003-628.pdf?sequence=1
- [11] *Allexperts* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. Machine taper: Encyclopedia. Dostupné z WWW: http://en.allexperts.com/e/m/ma/machine_taper.htm
- [12] *MariTool* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. MariTool. Dostupné z WWW: http://www.maritool.com/Tool-Holders-R8-Shank/c23_29/index.html
- [13] *Sieg* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. SIEG CNC technologie a obráběcí stroje. Dostupné z WWW: <http://www.sieg.cz/cnc-frezky/cnc-frezka-kx3/>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 44
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- [14] *Ctemag* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. Polygon Power. Dostupné z WWW: <<http://www.ctemag.com/pdf/2009/0901-Toolholders.pdf>>
- [15] *Sandvik Coromant* [online]. 2008 [cit. 2010-05-22]. Coromant Capto. Dostupné z WWW: <http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/downloads/catalogue/CZE/Capto_2008.pdf>
- [16] *Misan* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. Obráběcí stroje a nástroje. Dostupné z WWW: <<http://www.misan.cz/mazak/katalog-detail/igx100ivs-integrex-100-iv-s/>>
- [17] *Mega-power* [online]. 2009 [cit. 2010-05-22]. Collet Chucks Centro P. Dostupné z WWW: <http://www.mega-power.com.hk/download/centrop_en.pdf>
- [18] *Winter-servis* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. Tribos - silově deformační upínač. Dostupné z WWW: <http://www.winter-servis.cz/index.php?page=schunk/n_tribos>
- [19] Upínání rotačních nástrojů. *MM průmyslové spektrum*. 2004, Speciální vydání, s. 73-74. ISSN 1212-2572
- [20] *Sandvik Coromant* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. Milling. Dostupné z WWW: <http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/downloads/tech_guide/ENG/MTG_D.pdf>
- [21] *Winter-servis* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. Tendo hydro-deformační upínače. Dostupné z WWW: <http://www.winter-servis.cz/index.php?page=schunk/n_tendo>
- [22] Upínání rotačních nástrojů. *MM průmyslové spektrum*. 2004, Speciální vydání, s. 72-73. ISSN 1212-2572
- [23] *HSK* [online]. 2010 [cit. 2010-05-22]. ThermoGrip. Dostupné z WWW: <<http://hsk.com/thermo.htm>>

Seznam použitých obrázků

Obr. 1. Teoretický nástrojový upínač.....	13
Obr. 2. Konstrukční provedení upínače 7/24	16
Obr. 3. Příklad uchycení upínacího čepu	16
Obr. 4. Konstrukční provedení ISO upínače pro ruční výměnu	18
Obr. 5. Opti UF 100 DPA – universální frézka s ručně vyměnitelnými upínači ISO... 18	
Obr. 6. Konstrukční provedení ISO upínače pro strojní výměnu	19
Obr. 7. DMC 635 V-frézovací centrum s automatickou výměnou nástrojů typu ISO.. 20	
Obr. 8. Konstrukční provedení MAS BT upínače pro strojní výměnu	21
Obr. 9. Konstrukční provedení CAT upínače.....	22
Obr. 10. Působící síly na BIG- PLUS upínač	23
Obr. 11. Ukázka kompatibility BIG- PLUS systému.....	24
Obr. 12. Konstrukční provedení HSK upínače	25
Obr. 13. Mechanismus upnutí HSK upínače	26
Obr. 14. DMU 60 duoBLOCK- 5-osé obráběcí centrum s HSK vřetenem	27
Obr. 15. Princip mechanismu KM upínače	28
Obr. 16. Schéma uložení upínače R8 ve vřetenu	29
Obr. 17. R8 upínač.....	29
Obr. 18. MORSE upínač	29
Obr. 19. CNC frézka KX3 MORSE/R8 vřetenem	30
Obr. 20. Mechanismus upínání CAPTO upínačů	31
Obr. 21. INTEGRIX 100-IV S multifunkční obráběcí centrum se vřetenem CAPTO. 33	
Obr. 22. Rozhraní nástrojového systému CAPTO.....	33
Obr. 23. HSK upínač s redukcí na MORSE dutinu.....	34
Obr. 24. ISO upínač s redukcí na ISO dutinu	34
Obr. 25. CENTRO- P upínač s nástrojem	25
Obr. 26. Rozložení sil v CENTRO- P upínači.....	36
Obr. 27. Princip funkce polygonálního systému TRIBOS firmy Schunk	37
Obr. 28. Nástrojový upínač Weldon	38
Obr. 29. Nástrojový upínač Whistle Notch	38
Obr. 30. Princip upínání upínače CoroGrip od firmy Sandvik Coromant	39
Obr. 31. Upínací systém Tendo od firmy Schunk.....	40
Obr. 32. Řez Tepelným upínačem	41
Obr. 33. Termo zařízení	41

Seznam použitých grafů

Graf 1. Graf upínacích sil CAPTO upínačů s plynovými pružinami.....	32
Graf 2. Závislosti točivého momentu na průměru kleštiny.....	36

Seznam použitých zkratk a symbolů

např.	například
tj.	to je
Obr.	obrázek
ot/min	počet otáček za 1 minutu
Fv	deformační síla
Fu	upínací síla
mm	milimetr
°C	Celsi úv stupeň
ČSN	Česká státní norma
DIN	Deutsche Industrie-Norm
ISO	International Organization for Standardization
ANSI	American National Standards Institute
ATC	Automatic Tool Changer
G 6,3	přesnost vyvážení
CNC	Computer numerical control