



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

UPÍNÁNÍ OBROBKŮ

CLAMPING OF PARTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTORPRÁCE

AUTHOR

Josef Martinec

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Dokoupil, CSc.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Josef Martinec**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce: **Ing. Vladimír Dokoupil, CSc.**
Akademický rok: 2019/20

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:

Upínání obrobků

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

K soustavě obráběcí stroj–nástroj–obrobek nezbytně patří zařízení pro upnutí obrobku, která se vyznačují velkou rozmanitostí a lze je dělit podle řady kritérií.

Cíle bakalářské práce:

Popis současného stavu vědy a techniky u řešené problematiky.

Systémový rozbor řešené problematiky.

Vlastní závěry a/nebo doporučení pro další rozvoj řešené problematiky.

Seznam doporučené literatury:

MAREK, Jiří. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. Praha: MM publishing, 2014. ISBN 978-80-2- 0-6780-1.vydání.

CHVÁLA, Břetislav a Josef VOTAVA. Přípravky. Praha: SNTL; Alfa, 1988, 275 s.

BORSKÝ, Václav. Obráběcí stroje. 2. vyd. Brno: Nakladatelství VUT, 1992. ISBN 80-214-0470-1.

MM Průmyslové spektrum. Praha: Vogel Publishing, 1997. ISSN 1212-2572.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na popis druhů a způsobů upínání obrobků v soudobé praxi. Velká míra prostoru je věnována přípravkům. V práci jsou také zahrnuty méně, či více používané upínače, s nimiž se lze setkat v praxi. V závěru se nachází vyhodnocení zmíněných druhů upínání a výhled jejich využití do budoucnosti.

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on the description of types and ways of clamping parts in contemporary praxis. A large part is focused on preparations. Thesis also covers both common and uncommon clamping devices used in praxis. The conclusion evaluates mentioned types of clamping and prospect of use in the future.

KLÍČOVÁ SLOVA

Druhy upínání, rotační obrobky, nerotační obrobky, přípravky.

KEYWORDS

Types of clamping, rotating workpieces, non-rotating workpieces, preparations.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MARTINEC, Josef. *Upínání obrobků*, Brno, 2020, 41 s., Dostupné také z:

<https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/123896>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Vladimír Dokoupil.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval tímto své rodině za podporu během studia. Dále za cenné rady při tvorbě vedoucímu práce Ing. Vladimíru Dokoupilovi, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Vladimíra Dokoupila, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. června 2020

.....

Martinec Josef

Obsah

ÚVOD.....	7
1 OBECNÉ POŽADAVKY A ZÁSADY	8
1.1 Zásady ustavování obrobku	8
1.2 Rozdělení upínání dle způsobu vyvození upnutí	9
2 UPÍNÁNÍ OBROBKŮ NEROTAČNÍHO TYPU... 10	
2.1 Strojní svěráky	10
2.2 Upínací mechanismy a jejich prvky.....	11
2.2.1 Klíny	11
2.2.2 Upínací šrouby, matice, podložky	11
2.2.3 Výstředníky	12
2.2.4 Vačky.....	13
3 ZPŮSOB UPÍNÁNÍ ZERO POINT	14
4 UPÍNÁNÍ OBROBKŮ ROTAČNÍHO TYPU	16
4.1 Používané prvky u soustružení	16
4.1.1 Lící desky	16
4.1.2 Kleštinové upínače.....	17
4.1.3 Čelistová sklíčidla s různými mechanismy	17
4.1.4 Upínací trny pevné.....	18
4.1.5 Rozpínací trny.....	19
4.2 Upnutí mezi hroty	19
4.2.1 Upnutí za pomoci koníku.....	20
4.3 Pomocné příslušenství pro zajištění správné polohy	20
4.3.1 Unášecí srdce	20
4.3.2 Opěry pro podepření dlouhých obrobků.....	21
5 PŘÍPRAVKY	23
5.1 Definice a základní rozdělení přípravků	24
5.2 Volba materiálu.....	24
5.3 Rozdělení přípravků dle hledisek	24
5.3.1 Přípravky z hlediska použitelnosti.....	25
5.3.2 Přípravky z hlediska operačního určení.....	25
5.3.3 Přípravky z hlediska zdroje upínací síly	25
5.4 Skupinové přípravky	26
5.5 Stavebnicové přípravky	26
5.6 Přípravky k automatickým linkám.....	26
5.7 Montážní a svařovací přípravky	27
5.8 Vrtací přípravky	27
5.9 Vyvrtávací přípravky	28
5.10 Přípravky s plastickou látkou.....	28
5.11 Příslušenství sloužící ke správnému ustanovení	29
5.11.1 Pevné opěrky	29
5.11.2 Opěrné lišty.....	29

5.11.3 Opěrky boční	29
5.11.4 Opěrky prizmatické	30
5.11.5 Opěrky kuželové.....	30
5.11.6 Opěrky válcové.....	30
5.11.7 Středící čepy.....	30
5.11.8 Opěrky přestavitelné.....	30
5.11.9 Opěrky pomocné samostavitelné.....	30

6 ROZDĚLENÍ UPÍNÁNÍ DLE ZPŮSOBU VYVOZENÍ UPÍNAČÍ SÍLY.....31

6.1 Hydraulické upínání	31
6.2 Pneumatické upínání.....	32
6.3 Vakuové (podtlakové) upínání	32
6.4 Upnutí magnetickými silami	33
6.4.1 Typy magnetických upínačů	34
6.5 Upínání mrazem	35

7 ZÁVĚR.....37

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....38

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A OBRÁZKŮ.....40

9.1 Seznam zkratk a symbolů	40
9.2 Seznam obrázků.....	40

10 SEZNAM PŘÍLOH.....41

I. Hydraulický upínač.....	41
----------------------------	----

ÚVOD

Základní myšlenka všech konstruktérů a všech osob, od dob prvních lidí, je ta, jak si usnadnit práci. Jakým způsobem docílit toho, abychom se s rostoucí efektivitou a zmenšující se námahou dopracovali ke stejnému výsledku.

Novodobou cestou je používání konvenčních a následně plně automatizovaných obráběcích center, protože s rostoucí kvalitou obráběných dílců, roste úměrně i následná přesnost v celé výrobě.

Proto je nutná potřeba prostředku, který bude držet obrobek v požadované poloze vůči nástroji. To lze zajistit širokou škálou upínačů, přípravků a dalších více, či méně sofistikovaných prvků sloužících pro upnutí obráběných dílců.

Součástí je třeba držet ve správné vzájemné poloze již při výrobě, taktéž i při následné montáži pro zajištění předepsaných tolerancí (např. osových) do doby, než budou součástky pevně ustaveny.

Způsob upínání musíme brát v potaz už při navrhování součástky, kdy je třeba vyhodnotit, zda jsme schopni daný kus (obrobek) vůbec upnout a zda naše zamýšlená koncepce uspořádání tvarových prvků na obrobku je vůbec technicky uskutečnitelná. Můžeme vymýšlet sebelepší vylepšení, ale pokud nebude umožněn způsob, jak tento typ obrobku upnout tak, aby bylo zabezpečeno vše nutné k přesnému obrobení, je celý cyklus špatný. V takovém případě je lepší se z výrobních a ekonomických důvodů opět vrátit k „horšímu“, pro nás „méně dokonalému“ výrobku, než abychom jej nahradili něčím, co bude příliš složité a nákladné na výrobu.

Dalším faktorem pro uvažování je hromadnost výroby daného kusu a požadovaná kvalita nutná (předepsaná), kterou po nás zákazník požaduje. V kusové výrobě se setkáváme s osvědčenými upínacími prostředky. V malosériové a hromadné výrobě se používají méně, či více komplikovaná upínací zařízení. Na univerzálních strojích v produkční výrobě používáme přípravky pro upínání čistě mechanického rázu, nebo v kombinaci s hydraulicky ovládanými funkcemi. U jednoúčelových obráběcích strojů je upínač obrobku součástí stroje.

Pro rozlišení způsobu obrábění a přiřazení optimálního stroje, kde bude vlastní obrábění prováděno, je nutné zvážit, zda je lepší, aby obrobek byl upnut pevně (nehybně), nebo zda bude upnut např. ve sklíčidlech a bude rotovat. Hlavním kritériem pro rozdělení je vlastní tvar obrobku a hmotnost.

Zvětšení produktivity práce je způsobeno vylepšením výrobních metod, strojů na obrábění a nástrojů, ale i dalších prostředků potřebných pro výrobu. Produktivita se měří dle počtu kusů vyrobených za určitý čas (hodinu, směnu, rok, atd.).

1 OBECNÉ POŽADAVKY A ZÁSADY

Při každém ustavování součásti je nutné dodržovat níže uvedená základní pravidla a nepsané zvyklosti. Pouze tak bude docílena požadovaná přesnost. Případným zanedbáním těchto bodů může dojít k nepřesnosti při obrábění, případně k prodloužení doby na zhotovení požadované série dílů.

- Upnutí obrobku by mělo umožnit prováděné technologické operace
- Upínací prvky nesmí přijít do kontaktu s nástroji
- Upínacích prvků musí být co nejméně
- Možnost dotáhnutí, či povolení v průběhu obrábění
- Co nejrychlejší upínání
- Upínací plochy a prvky jsou tepelně zpracované (kalené)
- Při použití samosvornosti nutnost dodržet bezpečnost
- Přesné a dostatečně tuhé upnutí při zaručené bezpečnosti
- Nutnost řešení odchodu třísek při obrábění kvůli nezachycování o upínací a dosedací plochy
- Řeznou sílu směřovat do pevných opěrných ploch
- Jednoduchá obsluha bez speciálního příslušenství
- Rotující přípravky s obrobkem musí být dynamicky vyvážené
- Při upnutí hydraulickým je nutné do obvodu začlenit kontrolní a bezpečnostní prvky.[1]

1.1 Zásady ustavování obrobku

S ohledem na vysokou přesnost obrábění musí být zvolen způsob upínání zaručující minimální nepřesnost ustavení. Je nutno dodržovat zásadu o slučování použitelných prvků základen, vycházet při obrábění pokud možno k jedné ustavovací základně, protože při střídání základen vzniká do ustavování chyba.

Výchozí základnu je nutno volit tak, aby bylo docíleno rovnoměrného rozdělení přídatku na obrábění a i vzájemných poloh ploch již obrobených a ještě neobrobených. U dílů, kde nelze dodržet toto ustanovení se vytvoří nové pomocné základny např. středící důlky, pomocné nálitky atd.[2]

1.2 Rozdělení upínání dle způsobu vyvození upnutí

Každé upínání lze dělit dle ovládací síly na několik druhů. Je však snaha všechny operace automatizovat a převést celý cyklus, v místech kde to lze, na plně mechanizovaný.

- a) Manuálně-mechanické
- b) Manuálně-hydraulické
- c) Elektromechanické
- d) Kombinované
- e) Zcela mechanizované[1]

2 UPÍNÁNÍ OBROBKŮ NEROTAČNÍHO TYPU

Obráběcí centra pro nerotační součásti tvoří cca 58% produkce a jejich dělení je na součásti ploché (deskovité) a skříňovité. U plochých je lepší obrábět nástroji orientovanými svisle a u skříňovitých vodorovně. Obrobek je zde upnut na otočném stole.

Způsob upínání je ovlivněn zejména hmotností, počtem vyráběných kusů a technologií výroby. Dalším faktorem ovlivňujícím způsob upínání je to, zda se jedná o obrobek tlustostěnný nebo tenkostěnný.

Malosériová a kusová výroba používá univerzální upínací prostředky (svěráky, upínky apod.). Svěráky jsou nejpoužívanější prostředek pro nerotační obrobky, kde je obrobek upnut mezi dvě navzájem rovnoběžné čelisti a upínací síla je vyvozena šroubovým mechanismem. Nosná část je vyrobena z oceli, nebo duralu. Pro hromadnou a sériovou výrobu používáme stavebnicové prvky, kde se upínací části snažíme vybírat z normalizovaných a standardizovaných dílů. U některých tvarů a rozměrů si ale s těmito upínkami nevystačíme a je nutno část upínače vyrobít pro daný typ obrobku. Tento upínač lze umístit přímo na obráběcí stroj (jednouúčelové stroje), nebo je umístěn na paletu, nebo nosnou desku. Upínač je mechanický, nebo v kombinaci s hydraulickými funkcemi. U konstrukčního řešení upínače se rozhoduje, zda je přípravek stále připojen na hydraulický obvod, nebo je hydraulika využívána jen u ustanovování. Při použití druhé možnosti musí upínač zahrnovat hydraulické zámky a hydraulický akumulátor.[1]

2.1 Strojní svěráky

Strojní svěráky Obr. 1) jsou nejrozšířenější upínací zařízení pro obrobky menších rozměrů na frézkách, hoblovkách, vrtačkách a dalších strojích.

Obrobek je upnut sevřením čelistí za pomoci šroubu a ruční klikou, nebo případně výstředníkem a pákou, či za pomoci tlakového vzduchu. Charakteristická velikost svěráku je dána šířkou a výškou upínacích čelistí a velikostí jejich rozevření. Varianty strojních svěráků jsou otočné, sklopné, nebo s možností změny úhlu vzhledem k vřetenu. U strojních svěráků otočných lze ustanovit obrobek v libovolné poloze v prostoru. Některé svěráky jsou vybaveny točnicí, která zajišťuje otáčení.

Při snaze o snížení doby potřebné pro upínání obrobků je snaha o mechanizaci upínacích elementů. Tímto krokem je odstraněna tělesná námaha obsluhy při upínání, jakož i docíleno vysokých upínacích sil. Jednou z variant je pneumatický svěrák s vloženým pákovým zesilovacím mechanismem. U tohoto případu ho však lze použít pouze pro malý zdvih. Pro velké upínací síly můžeme použít hydraulický strojní svěrák.[2]

Strojní svěráky jsou normalizovány dle ČSN 24 3104 a ČSN 24 3169. Vložky čelistí i jejich uchycení, dorazy, točnice jsou též normalizovány.



Obr. 1) *Pneumaticky ovládaný strojní svěrák[3]*

2.2 Upínací mechanismy a jejich prvky

Upínací mechanismy známe dvojího typu. Prvním typem jsou jednoduché upínací mechanismy tj. klíny, šrouby, výstředníky a páky. Druhým typem jsou upínací mechanismy složené z dvou i více mechanismů jednoduchých, např. šroub-páka, šroub-klín.

Všechny upínací mechanismy jsou složeny z hlavního vodícího članku, kde působí upínací síla a jednoho nebo více článků vedlejších (upínky, upínací čelisti, rozdělovače tlaku), které následně přenášejí upínací sílu na obrobek.

Dle počtu těchto článků můžeme tyto mechanismy dělit na jednočláňkové, dvoučláňkové a mnohačláňkové. Několikačláňkové mechanismy mohou upínat obrobek současně na více místech jednoho obrobku, nebo případně lze upnout několik obrobků současně v jednom přípravku.

2.2.1 Klíny

Klíny mají malé rozměry, jednoduchou konstrukci a lze jimi měnit směr upínací síly vůči síle působící. Pro zajištění samosvornosti u jednostranných klínů je nutná podmínka úhlu $\alpha \leq 5^\circ 43'$ a pro dvoustranné klíny je podmínka úhlu $\alpha \leq 11^\circ 26'$. S ohledem na bezpečnost upínání je volen u přípravků s upínacími klíny úhel $\alpha = 1$ až 3° .

2.2.2 Upínací šrouby, matice, podložky

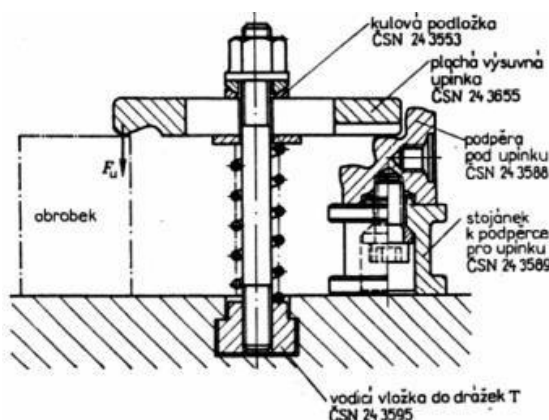
Upínací šrouby, matice a podložky jsou nejrozšířenější upínací prvky díky své jednoduché konstrukci a všestrannému použití. Dosahuje se zde velké upínací síly při malé ovládací síle a samosvornosti. Jsou nevhodné pro velké zdvihy, kdy je upínání časově náročné. Při upnutí působí šroub přímo na obrobek, nebo je vložen nějaký spojovací mezikus např. upínka. Pro zabránění vzniku otláčené plochy obrobku používáme přitlačné opěrky, které jsou vloženy mezi šroub a obrobek. Lze jimi měnit působíště, velikost a směr síly. Upínací šrouby, matice a podložky jsou normovány dle ČSN.

Upínací šrouby slouží pro zajištění správné polohy a zabránění pohybu obrobku v průběhu obrábění vlivem řezných odporů. Upínání šrouby se hodí pro malé součástky, ale i tam, kde vlivem obrábění dochází k velkým rázům.

Upínací matice jsou použity pro případ, kdy šroub vytváří pevnou, sklopnou, nebo přitlačnou součást přípravku.

Podložky slouží pro zvětšení stykové plochy mezi obrobkem a hlavou matice, případně šroubu.

Upínky Obr. 2) nachází použití pro přenos upínací síly nebo lze tuto sílu právě upínkou rozdělit. Upínka je dvouramenná páka, která je vložena mezi upínací prvek a obrobek. Upínka usnadňuje manipulaci s obráběným dílcem. Upínka nachází využití k upínání obráběného předmětu a používá se buď samostatně, nebo jí lze použít i jako součást přípravku. Upínkou lze změnit velikost i směr upínací síly. Tento fakt je mnohdy využit k tomu, aby se upínací síla přenesla do nejvýhodnějšího místa. [2]

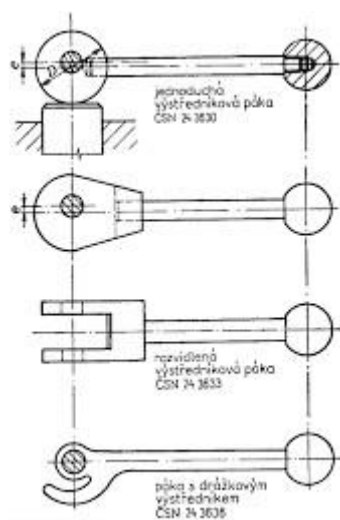


Obr. 2) Upínka[4]

2.2.3 Výstředníky

Výhodou výstředníků Obr. 3) je rychlejší působení oproti šroubům, ale zas oproti šroubům mají menší zdvih, proto jsou spíše vhodné pro upínání obrobků s malými rozměrovými úchylkami. U výstředníků je největší možný zdvih určen dvojitou výstředností. Ta je dosažena při otočení kolem osy o 180°. Opět zde musí být dodržena podmínka samosvornosti v upínací poloze.

Činná část výstředníku je vyrobena z cementační oceli a je tepelně zpracována na 58 až 62 HRC. Páky jsou z konstrukční oceli, koule z plastické hmoty. Pro zvětšení zdvihu lze výstředník seříznout. Následně může zdvih dosahovat 14 až 45 mm. [2]



Obr. 3) Výstředník[4]

2.2.4 Vačky

Rozdíl mezi vačkami Obr. 4) a výstředníky je v obrysové křivce (funkční plocha), která je tvořena Archimédovou spirálou, nebo šroubovitou plochou. Nevýhodou upínání pomocí vaček je malý zdvih.[2]



Obr. 4) Vačka[6]

3 ZPŮSOB UPÍNÁNÍ ZERO POINT

Velmi efektivní a progresivní způsob upínání je upínání za pomoci polohovací a zpevňovací jednotky. Tyto jednotky jsou včleněny do upínacího základu v pracovním prostoru stroje, na který je potom upínána, polohována a zpevňována upínací deska (nosná paleta) s polotovarem obrobku. Je to tzv. upínání „nulového bodu“.

Společná vlastnost všech systému nulového bodu je, že díky tomuto systému lze ustavit polohu obráběného dílce ve třech na sebe kolmých směrech. Součástí jsou i upínací jednotky, díky kterým se zabráňuje v pohybu obrobku a též rotaci upínací nosné palety. V momentě zasunutí upínacího čepu se kužel, který slouží pro upnutí, deformuje v rozsahu daným svou „pružností“. Takto je dosaženo opakovaného upnutí s přesností 2,5 mikronu.

Tento typ upínání je termosymetrický, tzn. všechny tepelné účinky vznikající v průběhu obrábění jsou anulovány vzhledem ke středu upínacích bodů a to za pomoci kuželových čepů. U kruhové palety je tedy vždy střed zachován na ose rotace.[7]

Jedním z míst, kde se systém definovaného nulového bodu používá, je upínání pomocí upínacích věží Obr. 5). Je to systém, kdy lze přesně upnout několik dílů najednou a opakovaně obrábět díly v přesně určené poloze.



Obr. 5) Upínací věž[8]

Tento systém upínání a následné obrábění má následující výhody:

- Vysoká přesnost díky užití principu HSK kužele
- Pouze jeden typ upínacího čepu
- Termosymetrická konstrukce
- Jednoduchá montáž, díky které je dosaženo vysoké přesnosti při opakovatelném upnutí
- Upínání je dosaženo bez samosvornosti, takže dojde-li k poruše, lze pomocí šroubů oddělat upínací prvky
- Upínaný prvek lze vložit bez natáčení a hledání optimální polohy pro upnutí
- Pneumatický upínací systém má nízkou zástavbovou výšku, zaručuje velmi vysokou upínací sílu a pro uvolnění postačí dílenský tlak vzduchu
- Je dosaženo vysoké spolehlivosti[7]

4 UPÍNÁNÍ OBROBKŮ ROTAČNÍHO TYPU

U soustružení je hlavní řezný pohyb rotační a koná ho vřeteno s obrobkem. Při konstrukci je kladen velký důraz na statickou tuhost uložení rotující činné části (vřetena, upínací desky). Na tomto uložení závisí ve velkém měřítku přesnost práce. [7]

U obrábění nevyvážených dílců je potřeba staticky i dynamicky zajistit vyváženost k ose otáčení při obrábění. To je zajištěno zkouškou pomocí vyvažovacího zařízení, které při roztočení tělesa určí, kam a do jaké vzdálenosti je nutno umístit vyvažovací protizávaží. Toto protizávaží následně umístí na upínací desku (přípravek) obsluha.

4.1 Používané prvky u soustružení

Volba upínacího prvku je především závislá na geometrickém tvaru a technologickém postupu jak bude díl vyráběn. Pro volbu upnutí můžeme volit z následujících upínačů.

- Lícní desky
- Kleštinové upínače
- Čelist'ová sklíčidla s různými mechanismy
- Upínací a rozpínací trny[1]

4.1.1 Lícní desky

Jedním z nejvíce používaných, a i vzhledem k výrobní náročnosti nejjednodušších upínání, je upínání za pomoci lícní desky. Upínají se takto díly válcového a také obecného tvaru, které jsou určeny na soustružení, nebo případně na vrtání a to nejčastěji v kusové výrobě. Díly se zde upínají za pomoci upínacích úhelníků. Rozdíl oproti klasickým sklíčidlům je ten, že každá čelist se posouvá nezávisle na druhé a lze takto upnout nesymetrické díly. Tento posuv je konán za pomoci šroubu se čtyřhrannou dírou pro nástrčný klíč.

Upínání je možné buď za vnější, nebo i vnitřní povrch součásti. Lícní desky Obr. 6) jsou připevněny k přírubě vřetena pomocí šroubů, nebo jsou našroubovány přímo na vřeteno.[2]

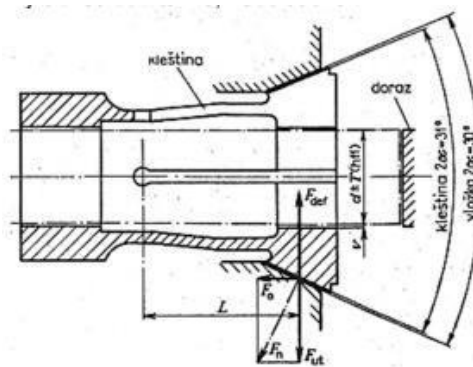
Velká míra pozornosti je zde věnována vyvažování, protože každá odchylka způsobuje při velkých otáčkách chvění a od toho se odvíjí i nepřesnosti při výrobě. Vyvažuje se zde za pomoci závaží, které se umístí na protější stranu, (od nevývahy), do žeber kotouče.



Obr. 6) Lící deska[10]

4.1.2 Kleštinové upínače

Kleštiny upínají obrobek za vnější povrch. Slouží pro upnutí tyčového materiálu kruhového, čtvercového, nebo šestihranného profilu, kde je přesně obrobená vnější plocha. Vrcholový úhel vnitřního kužele objímky je 30° a vrcholový úhel kleštiny Obr. 7) je větší jak $30^\circ 30'$. Použití nachází především v sériové a hromadné výrobě. Výhoda při používání kleštin je, že při upínání nepoškozují již obrobený povrch součásti. Naopak nevýhodou je nutnost velké škály kleštin pro širší rozptyl použitých průměrů. [2]



Obr. 7) Kleština[3]

4.1.3 Čelist'ová sklíčidla s různými mechanismy

Nejčastějším upínacím prostředkem pro rotační součásti jsou sklíčidla určená prvořadě pro horizontální a vertikální soustružnické stroje. Nejmenší počet segmentů kleštin jsou tři a s každým dalším segmentem je kleština více poddajná a lépe obrobek zachycuje. Mezi speciální upínače patří i indexovací sklíčidla, která dovolují otočení obrobku o 90° (180°) a v dané poloze ho lze zajistit. Délka obrobku je omezena vnitřním průměrem nosného tělesa, ale díky tomu lze obrobit obrobek z více stran na jedno upnutí.

Sklíčidla slouží pro upínání krátkých rotačních obrobků v kusové, ale i hromadné výrobě. Sklíčidla rozdělujeme podle počtu čelistí na dvoučelist'ová, tříčelist'ová atp. Podle způsobu přestavování čelistí rozdělujeme na sklíčidla s nezávisle přestavitelnými čelistmi (lícni a upínací desky), anebo sklíčidla univerzální, kde čelisti se přestavují (dotahují) vždy současně. Při použití upínacího hrotu v koníku nebo pomocí lunet, lze obrábět i dlouhé a těžké obrobky.[2]

Univerzální sklíčidla

Univerzální sklíčidla slouží pro upínání vnějších i vnitřních průměrů. Upnutí je buď ruční, nástrčným klíčem, nebo pomocí přídavného pneumatického a hydraulického válce, čímž se zvyšuje stupeň automatizace výroby. Zrychluje se výroba a snižuje se lidská námaha a chybovost při upínání. Jedno upnutí je jako druhé.

- a) **Pneumatická sklíčidla** - mají užití v sériové výrobě, kdy je upínací síla dosáhnuta táhlem přes dutinu vřetena pomocí pneumatického válce.[2]
- b) **Hydraulická sklíčidla typ AP** – jsou vyráběna bez středového otvoru v průměrech od 170 do 400 mm v tříčelistovém provedení. Takto vyrobená sklíčidla jsou svojí konstrukcí určena k upnutí přírubových dílů u středních a velkých sérií výroby. Mohou být s palcovým, nebo případně metrickým zoubkováním na základních upínacích čelistích. [11]

Jedním z českých výrobců zabývajících se hydraulickými sklíčovými Obr. 8) je firma VABEX.

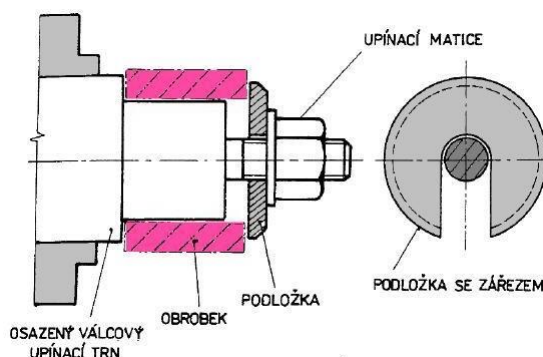


Obr. 8) Hydraulické sklíčidlo VKC-14[12]

4.1.4 Upínací trny pevné

Upínací trny pevné, jsou kuželové trny Obr. 9), které jsou používány pro upnutí obrobku, který má vyrobený přesný otvor v (H6, H7), kam jsou nalisovány. Délka trnu je maximálně 1,5-ti násobek průměru. Trn je vyroben v kuželovitosti 1:1300 až 1:2500 a je tepelně zpracován (kalen) a broušen. Tyto trny se používají pouze pro malý odběr třísek při dokončování. Při hrubování nemůžou být z hlediska bezpečnosti použity kvůli bezpečnému přenosu kroutícího momentu.

Nevýhodou je doba nutná pro nalisování na trn a skutečnost, že každý obrobek s jinou tolerancí díry bude mít ve směru osy na trnu jinou polohu.[2]



Obr. 9) Upínací trn pevný[13]

4.1.5 Rozpínací trny

Rozpínací trny slouží pro rychlé a snadné upínání obrobku, který má díru. Slouží k ustanovení a následnému upnutí obrobku, ale s rozdílem oproti trnům pevným dosahujeme menší přesnosti. K upnutí obrobku můžeme použít různé druhy rozpínacích trnů:

- Rozpínací trh se šroubem** – nachází použití v místech, kde jsou úchytky malé a vůle mezi trnem a dírou je dostatečně malá.
- Rozpínací trn s pouzdem** – upínání je dosaženo dotahováním matice na kuželu trnu. Pouzdro se zde rozpíná a obrobek je upnut. Kuželovitost trnu a pouzdra je v poměru 1:10. Tento druh rozpínacího trnu je nejpoužívanější. Obr. 10)
- Rozpínací pouzdro se dvěma kuželi** – upínání je dosaženo tahem tyče, který působí na rozřízlé pouzdro, čímž ho rozvírá a upíná tak obrobek na něm připevněný. Trny v tomto případě nemohou být samosvorné.
- Kombinace rozpínacích trnů** – slouží pro upnutí dlouhých obrobků. U těchto obrobků dochází k upínání na díru o přesnosti IT6 až IT8 s délkou dvojnásobku průměru díry.[2]



Obr. 10) Rozpínací trn[14]

4.2 Upnutí mezi hroty

Upnutí mezi hroty se používá při broušení na hrotových bruskách, kde je součást upnuta mezi hroty, nebo ve sklíčidlech. Obrobky se otáčejí rychlostí 0,25 až 1,2 m/s. Brousící kotouč se otáčí opačným směrem vysokou rychlostí 20 až 40 m/s.

Horní část posuvného stolu dosahuje natočení na obě strany 5° až 10°, umožňující broušení dlouhých kuželů. Vřeteník lze natočit o 90°, což umožňuje broušení kuželů a čelních ploch podélným posuvem na obrobci umístěných ve sklíčidlech.

Při broušení mezi neotočnými hroty je vřeteník zajištěno proti otáčení kolíkem. Obrobek je unášen pomocí kolíku v unášecí desce. V uložení mezi neotočnými hroty dosahujeme větší přesnosti.

Brusky pro bezhroté broušení vnější i vnitřní válcové plochy, kuželové i tvarové obrobek, prochází mezi brousícím a podávacím kotoučem otáčejícím se ve stejném smyslu a opírajícím se o pravítko skloněné o úhel $\varphi = 30^\circ - 45^\circ$. Pro unášení obrobku musí obrobek dosahovat tření mezi podávacím kotoučem a obrobkem větší, než obvodová síla mezi obrobkem a brousícím kotoučem. Výhodou takového upnutí je nižší namáhání obrobku na

ohyb a krut. Díky možnosti broušení širokými kotouči zapichovacím způsobem, nejsou na obrobku potřeba žádné upínací ani středící důlky.[9]

4.2.1 Upnutí za pomoci koníku

Upnutí za pomoci koníku slouží k upínání obrobku mezi hroty a skládá se z tělesa, hrotové objímky a upínacího hrotu, který je vestavěn do otočné pinoly. Tuhost hrotové objímky má vliv na tuhost vřetena.

U velkých soustruhů je odpružení pinoly koníku provedeno mechanickými pružinami nebo hydraulicky, z důvodu zamezení deformace obrobku vlivem axiálních sil. [7]

4.3 Pomocné příslušenství pro zajištění správné polohy

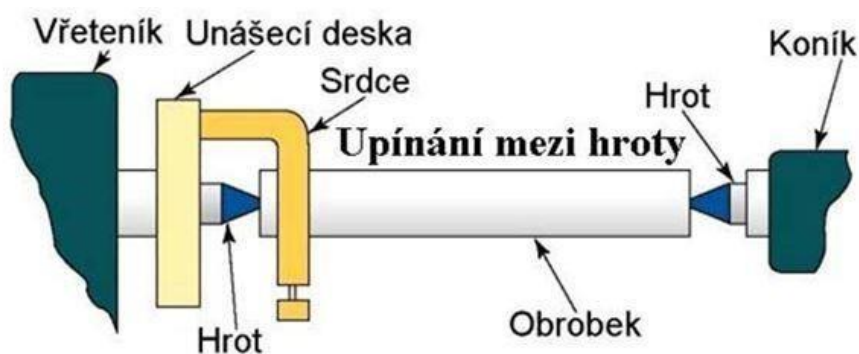
4.3.1 Unášecí srdce

Unášecí srdce zajišťuje přenos krouticího momentu u součástí, které jsou uloženy mezi hroty při soustružení, nebo broušení.

Unášení je zajištěno pomocí tzv. srdce viz Obr. 11) které je vloženo na tyčový obrobek a s ním je vytvořeno spojení pomocí šroubu. Tento šroub jej přitlačuje ke dvěma protilehlým šikmým plochám.

Tyč vložená do srdce je unášena třením. Součinitel tření je volen v rozmezí $f = 0,15$ až $0,2$ a úhel α je u soustružení 60 až 90° . Tyč s připevněným srdcem se následně vloží mezi hroty. Vlastní unášení vzniká v moment, kdy se opře kolík vsazený do drážky na unášecím kotouči upnutém na vřeteni o rameno u srdce.

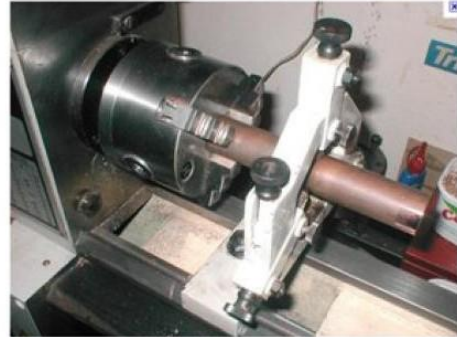
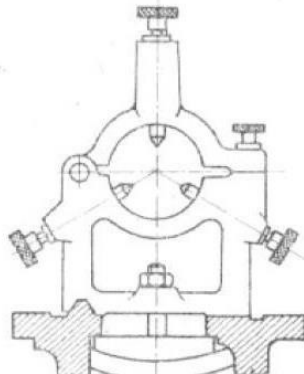
Nevýhodou je možnost vyskočení ramena srdce z unášecího důlku, nebo případné porušení souososti a též rychlé opotřebování důlku a hrotu.[15]



Obr. 11) Upnutí mezi hroty za pomoci unášecího srdce[16]

4.3.2 Opěry pro podepření dlouhých obrobků

- a) Opěry pevné (pevné lunety)- Obr. 12) jsou určeny pro dlouhé obrobky se štíhlostním poměrem $L/D > 10$ při upínání mezi hroty, nebo místo koníku při obrábění dutin.[9]



Obr. 12) a) Pevné opěry – schéma, b) Pevné opěry v praxi[17]

- b) Opěry posuvné (posuvné lunety)- Obr. 13) se používají pro dlouhé štíhlé obrobky. K přidržení dochází v těsné blízkosti nástroje na obrobené části. Unášivá opěra je uložena na podélných saních supportu, což jí umožňuje zachování polohy vůči nástroji.[9]



Obr. 13) Posuvné opěry [17]

- c) Podvalky Obr. 14) nacházejí využití pro podepření dlouhých a těžkých obrobků, u kterých je průměr obrobku větší jak průměr největší průchozí opěry. Podvalek se ke stroji nijak neupevňuje, pouze se umístí do vhodného místa. [9]



Obr. 14) Podvalek[18]

5 PŘÍPRAVKY

Při volbě technologie upínání obrobku bereme největší ohled na přesnost, kvalitu a opracování povrchu s přihlédnutím k celkovému času doby obrábění u dané série dílů. Při výrobě přípravku na míru se musí zohlednit spojení mezi strojem a přípravkem a též mezi přípravkem a obrobkem. Náročnost a realizace tohoto upínače jde ruku v ruce s tvarovou složitostí obráběného prvku. Dalším kritériem je stupeň automatizace upínání.

Používání přípravků by mělo vést ke zvýšení jakosti výroby a zvýšení produktivity. Navrhovaný přípravek je rentabilní, pokud suma nákladů na jeho výrobu a údržbu je nižší, jak dosažené úspory při jeho zavedení. Součinitel hospodárnosti musí být větší než jedna.

Při ustanovování obrobku je nutno vycházet z určitých ploch. Tyto plochy mají specifický vztah k ploše obráběné. Poloha těžiště v prostoru je plně určena šesti stupni volnosti - tři posuvy a tři rotace. Tyto stupně je nutno při konstrukci přípravku anulovat. Plochy obrobku, které jsou v kontaktu s ustavovacími plochami přípravku, jsou plochy výchozí. Ustavovací plocha, která zamezuje třem stupňům volnosti, je plocha hlavní ustavovací. Plocha, jež vylučuje dva stupně volnosti, je opěrná plocha (pro opření obrobku) a plocha, co vylučuje jeden stupeň, je plocha dorazová. Při navrhování se snažíme volit největší plochu obrobku jako hlavní základnu a nejdelší plochu jako plochu opěrnou. Pak je zajištěno nejspolehlivější ustanovení obrobku. Pro ustanovení přípravku se používají normalizované válcové opěrky, lišty a příložky. Opěrky lze dělit na pevné, přestavitelné a pomocné.

Upínací zařízení slouží k ustanovení polohy s ohledem na působení řezných sil. Je nutné zajistit stálou polohu při obrábění a upínací síly musí být dostatečně velké pro dosažení stavu, kdy se obrobek při obrábění neuvolní, nebo nedeformuje. Volbu způsobu upínání je nutno volit s ohledem na čas, který musí být co nejkratší.

Upínací síla by měla působit co nejblíže obráběné ploše proti pevným dorazům. Pro docílení bezpečného upnutí je násobena vypočtená síla koeficientem $k=1,5$ až 3 a to dle druhu obrábění. Pro hrubování volíme číslo větší tj. tři a pro dokončování hodnotu menší.

Při výpočtu těchto sil je potřeba přihlédnout k velikosti, směru, smyslu a působišti sil, které danou součást ustavují a upevňují. Upínací síly vycházejí co největší, avšak svojí velikostí nesmí způsobit deformaci obráběné součásti.[2]

Naší snahou je hledat takové obrobky, kde je možnost zavést společný přípravek (univerzální přípravek) a tím zvýšit hospodárnost. Možnou cestou jak tohoto lze dosáhnout, je tvarovým číslováním výkresů. V tomto řešení jsou nejprve rozděleny všechny díly na druhy např. hřídele, pouzdra, ozubená kola. Pak jsou určeny u těchto podskupin technologické podmínky, polotovary. Následně jsou hledány podobnosti ve vlastnostech (přesnost, jakost povrchu, poloha obráběných ploch, atp.). Z každé podskupiny je vybrán nejsložitější obrobek, který má veškeré geometrické prvky všech obrobků ve své skupině. Pokud některé prvky nemá, tak se určené odlišnosti zakreslí do nového modelu vycházejícího z nejsložitějšího dílu a tím vzniká nový a komplexní obrobek, se kterým se dále pracuje ve výrobě.

5.1 Definice a základní rozdělení přípravků

Přípravek lze definovat jako pomocné zařízení určené pro:

- přesně definované ustanovení a nehybné uchycení součástí při jejich obrábění,
- vzájemné přidržování součástí při jejich sestavování v celek,
- vedení nástroje do místa řezu,
- kontrolu správnosti rozměrů obrobku,
- jako rýsovací přípravky.

Rozdělení přípravků z hlediska oblasti použití je následující:

- Skupinové přípravky
- Stavebnicové přípravky
- Přípravky k automatickým linkám
- Montážní a svařovací přípravky
- Vrtací přípravky
- Vyvrtávací přípravky
- Přípravky s plastickou látkou

5.2 Volba materiálu

Jeden z nejdůležitějších bodů při návrhu přípravku je správná volba materiálu. Tato volba je závislá na níže zmíněných bodech:

- Namáhání, opotřebování,
- Tvar a funkce přípravku,
- Nejmenší stupeň obrobení přípravku,
- Počet kusů přípravku, které se budou vyrábět,
- Pracovní prostředí, kde bude přípravek plnit funkci,
- Přesnost přípravku,
- Cena a výrobní možnosti nástrojárny,
- Hmotnost přípravku. [15]

5.3 Rozdělení přípravků dle hledisek

Každý přípravek lze dělit dle místa a způsobu uplatnění. Dalším faktorem je způsob, jak je vyvozena síla na upnutí. Případně zda obsluha musí vlastní silou obrobek upnout, nebo je upínání mechanizováno. Toto ukazuje následující rozdělení.

5.3.1 Přípravky z hlediska použitelnosti

- Univerzální přípravky – používají se pro upínání různých druhů obrobku stejného typu, ale různých rozměrů, občas s použitím speciálních doplňků (speciálních čelistí).
- Skupinové přípravky – celý přípravek nebo jeho část je společná pro skupinu součástí. Přípravek se skládá ze stálých a vyměnitelných nebo případně seřiditelných součástí. Při přechodu na jiný obráběcí tvar se zamění vyměnitelné součásti.
- Stavebnicové přípravky – jsou sestavené čistě z normalizovaných dílů.
- Speciální přípravky – slouží pouze pro specifickou operaci pro jednoúčelové upínací zařízení, kde lze obrobek upnout lépe, než v univerzálním přípravku.[2]

5.3.2 Přípravky z hlediska operačního určení

- Přípravek určený k upnutí obrobku a případnému vedení nástroje do místa řezu
- Montážní přípravek sloužící k přidržování součásti při sestavování v celek
- Kontrolní přípravek sloužící pro stanovení rozměrové a geometrické správnosti vyráběného dílu
- Rýsovací přípravek sloužící pouze pro orýsování tvarů před obráběním[2]

5.3.3 Přípravky z hlediska zdroje upínací síly

- Přípravky s ručním upínáním – jsou koncipovány tak, aby byla fyzická námaha dělníka co nejmenší a doba potřebná pro výměru co nejkratší.
- Přípravky s mechanickým upínáním – upnutí je možné vyvolat několika druhy:
 - Stlačeným vzduchem (pneumatické)
 - Tlakovou kapalinou (hydraulické)
 - Elektromotorický magnetickým polem (pouze feromagnetické materiály)
 - Podtlakem
 - Hmotou s pamětí
 - Kombinací těchto druhů[2]

Rozdělení stylu upnutí

- Bez stálého působení** vnější upínací síly, zde je deformace přímo úměrná velikosti upínací síly. Součást se při omačkání může uvolnit (šroub a matice, klínové a výstředníkové přípravky). Jedná se většinou o manuální dotažení před obráběním a případně dotažení v průběhu obrábění.
- Stálá** upínací síla je nezávislá na uvolnění upínacího zařízení, zde se jedná především o upínání za pomoci pneumatického a hydraulického ústrojí atd.

5.4 Skupinové přípravky

Skupinové přípravky se používají pro upínání tvarově a technologicky podobných obrobků v určité škále velikostí. Skupinové přípravky jsou složeny ze stálých, seřiditelných, případně vyměnitelných jednotek. Za stálé součásti jsou v tomto případě myšleny těleso přípravku, upínací mechanismus a jeho upínací jednotka. Za vyměnitelné a seřiditelné součásti jsou považovány ustavovací a vodící elementy i upínací elementy.[15]

5.5 Stavebnicové přípravky

Stavebnicové přípravky jsou založeny na principu spojování určitých komponentů stavebnice za pomoci šroubů s T hlavou, nebo případně závrtnými šrouby. Stavebnicové přípravky lze dělit do několika skupin dle účelu využití

- Součásti základové, kam náleží základové desky a úhelníky.
- Součásti opěrné, zde lze začlenit čtvercové a obdélníkové podložky, opěrky, lišty, úhelníky atp. Z těchto součástí a za pomoci základových částí, se při montáži sestaví rám přípravku a opěrné plochy v potřebných výškách do základny.
- Součásti ustavovací jsou ustavovací čepy, kolíky, středící pouzdra, středící čepy a kroužky. Tyto komponenty slouží k zajišťování přesné vzájemné polohy všech dílců stavebnicového přípravku, ale také ustavují (středí) obrobek.
- Součásti vodící jsou ramena vrtacích pouzder a včetně, držáky ramen, hřídele a vrtací pouzdra.
- Součásti upínací, sem patří upínky ploché, zahnuté, prodloužené, obloukové, kloubové, ale také výstředníky.
- Součásti spojovací jsou šrouby různých druhů, matice různých druhů a různé podložky.[15]

5.6 Přípravky k automatickým linkám

Přípravky k automatickým linkám jsou děleny dle uložení obrobku:

- Linky bez upínací desky – využívají se pro součásti, kde samotný tvar zajišťuje přepravu a přesné ustanovení. Takový přípravek je stacionární. Příkladem mohou být škríňovité obrobky, na kterých se provádí více druhů obrábění, třeba i současně.
- Linky s upínací deskou – jedná se o technologické palety opatřené T drážkami nebo závitovými dírami, ve kterých se obrobek upíná na prvním místě linky a dále již pokračuje upnutý. Toto upnutí je vhodné pro obrobky, které nelze dopravovat samostatně.

Tyto desky můžeme rozdělit do dvou skupin:

- Upínací desky, na kterých se pouze ustavuje – upnutí součásti spolu s upínací deskou se realizuje pomocí upínacích přípravků v jednotlivých stanicích.
- Upínací desky, na kterých se součást ustavuje i upíná – v upínacích jednotkách stanic se ustavuje a upíná pouze upínací deska.[2]

5.7 Montážní a svařovací přípravky

Svou konstrukcí usnadňují držet díly ve správné poloze při spojování dílů v celek montáží, nebo při svařování.

5.8 Vrtací přípravky

Důležité při vrtání více děr za pomoci vrtacích přípravků (Obr. 15) je, aby byla zajištěna předepsaná poloha s určitou přesností. Tímto nahrazením vylučujeme čas nutný pro orýsování a značení děr. Tyto přípravky se používají již při menších sériích a je možné při větším počtu děr vrtat buď postupně, nebo větším počtem vrtacích hlav souběžně, čímž zvýšíme efektivitu.



Obr. 15) Indexovací vrtací kotouč [19]

Vrtací přípravky můžeme rozdělit na dva druhy:

- Vrtací šablony, kde se přípravek připevní nebo položí na obrobek.
- Vrtací přípravek, do kterého vkládáme nebo upevňujeme obrobek.

Při návrhu je třeba brát velký důraz na těleso a všechny ostatní součásti s ohledem na odvod třísek, přívod řezné kapaliny a dostupnost ploch pro čištění. Vrtací pouzdra jsou součástí přípravků a slouží k vedení nástroje a určují přesnou polohu děr.

Působí-li na obrobek velké řezné síly, je celý přípravek upnut na stole obráběcího stroje, avšak když obrobek zachycuje pouze malé síly, je použito opěrných dorazů, aby kroutící moment byl zachycen a obsluha jej v této poloze přidržuje.[2]

Správná osová vzdálenost je závislá na:

- Dodržení předepsané vzdálenosti výchozí díry od základní plochy.
- Dodržení správné rozteče děr přípravku.
- Vůli mezi vrtacím pouzdrem a vložkou (při výměnných pouzdrech).
- Vůli mezi vrtákem a vrtacím pouzdrem.[15]

Vrtací pouzdra určují polohu vrtaných děr. Vedou nástroj a jsou normalizována dle ČSN 24 3706 AŽ 24 3714. Povrch musí být dostatečně tvrdý kvůli kontaktu s třískami a nástrojem.

Vrtací pouzdra se rozdělují:

- Pevná vrtací pouzdra (hladká, s nákrůžkem) - slouží k vedení vrtáku. Do tělesa daného přípravku jsou zalisována. Používají se pro vrtání děr jedním nástrojem, nebo k dosažení přesného vrtání.
- Nástrčná vrtací pouzdra - slouží k vedení vrtáku, výhrubníků, nebo výstružníků při vrtání děr s tolerancí (H6, H7, H8). Jedná se o postupné obrábění několika nástroji.
- Pevná vodící pouzdra - slouží k vedení nástrčných pouzder. Tato pouzdra jsou zalisovaná a pro zajištění správné polohy mají pojišťovací výstupek, který má sklon 10°.
- Vrtací pouzdra speciální- uplatní se všude tam, kde nelze použít normalizovaná vrtací pouzdra.[2]

5.9 Vyvrtávací přípravky

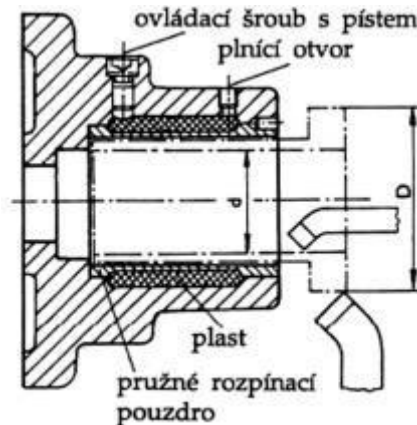
Jsou použity u velkých obrobků, kde je na jedné ose více děr. Obrábí se soustružnickým nožem, který je upevněn na vyvrtávací tyči. Obrobek je upnut na stole pomocí přípravku.

Vrtací šablony jsou určeny pro malý počet podobných obrobků a jsou to desky se správně umístěnými vrtacími pouzdry, které se ustaví a přichytí na obrobek, nebo se upevní pomocí upínacích šroubů. Při vrtání se pro správné zajištění polohy proti pootočení použije kolík.

Vrtací kostky jsou nejjednodušší vrtací přípravky, kde jsou zalisována vrtací, nebo vodící pouzdra.[2]

5.10 Přípravky s plastickou látkou

Tyto přípravky slouží k odstranění nedokonalého styku mezi trnem (kleštinou) a ke zvětšení přesnosti. Obr. 16) Příkladem může být hydraulický olejový rozpínací trn, u kterého je upínací pouzdro rozpínáno za pomoci tlaku oleje. Díky rovnoměrnému rozpínání ve všech směrech dochází k souměrnému upnutí. Používá se pro obrobky, kde je důležité zaručit souosost povrchu s dírou. Jako plastická látka se používá polyvinylchlorid, který je nestlačitelný a šíření tlaku probíhá rovnoměrně dle Pascalova zákona. Vlastnosti plastické látky se časem nemění a pro její utěsnění stačí malá vůle mezi pístem a válcem, a to i při velkém tlaku 30 MPa.



Obr. 16) Přípravek s plastickou látkou[3]

Při konstrukci tohoto přípravku musí být vždy v nejvyšším místě přípravku umístěn odvědušňovací otvor, který je po naplnění přípravku uzavřen šroubem. Plastická látka je plněna otvorem pro píst. Plastická látka je ohřata v glycerinové lázni (lze použít i minerální oleje nebo parafin) na teplotu 150 až 160° C (teplota tavení 110 až 120° C a následně se jí naplní přípravek, který je také zahřát na teplotu 140 až 150°C.

Hlavní nevýhodou tohoto přípravku jsou dosažené malé zdvihy a též je nutné vracet píst do zpětné polohy, protože plastická hmota i po uvolnění šroubu stále drží obrobek. Toto vrácení do počáteční polohy je realizováno za pomoci pružin.[15]

5.11 Příslušenství sloužící ke správnému ustanovení

Jsou to části přípravku, díky kterým lze správně ustanovit obrobek ať už za obrys, nebo pomocí čepů.

5.11.1 Pevné opěrky

Pevné opěrky slouží pro jednoznačné opření plochy obrobku v přípravku vzhledem k nástroji. Opěrné plochy se brousí, kalí na 60 až 62 HRC pro menší rozměry z uhlíkové nástrojové oceli. U větších rozměrů používáme cementační ocel, kterou cementujeme a opět kalíme, tentokrát však na 58 až 62 HRC. Opěrné plochy volíme co nejmenší a vzájemnou distanci s přihlédnutím k tuhosti obrobku co největší. Pevnou opěrkou je např. čep.

5.11.2 Opěrné lišty

Opěrné lišty jsou pro velké a těžké obrobky, nebo pro velké řezné odpory k jejich zachycení. Obrobená plocha je co nejpřesnější po celé délce a lišty volíme úzké a krátké.

5.11.3 Opěrky boční

Opěrky boční slouží pro směrové zajištění těžkých obrobků a jsou normalizovány. Tyto opěrky jsou opět kaleny na 35 až 40 HRC. Opěrky boční se dále dělí na pevné a posuvné. U pevných lze upnout na stůl do T drážky. U posuvných upínáme dlouhé obrobky přímo na stůl obráběcího stroje.

5.11.4 Opěrky prizmatické

Opěrky prizmatické slouží pro podepření a ustanovení válcových obrobků. Úhel sevření je 60,90 nebo 120°. Pomocí této opěrky zajišťujeme polohu obrobku výškově, ale i stranově. Při použití tohoto příslušenství je nutné zajistit polohu pomocí kolíku. Opěrka se do tělesa připevňuje za pomoci šroubů.

5.11.5 Opěrky kuželové

Opěrky kuželové mají opěrné hroty normalizované dle ČSN 24 3310 až ČSN 24 3322. Hrot je vyroben z nástrojové nebo cementační oceli a je kalen nebo cementován a kalen. Pro zvýšení otěruvzdornosti se vkládá do hrotu roubík ze SK. Úhel hrotu je 60° nebo 90° a s rostoucím úhlem hrotu roste i pevnost, avšak zvětšují se i osově síly. Vrchol je odlehčený. Hrot může být upnut ve vřetení stroje. Objímka koníku má Morse kužel 0 až 6 nebo metrický kužel.

5.11.6 Opěrky válcové

Válcové opěrky se používají pro uložení do přesných děr pomocí otočných válcových trnů a válcových vložek.

5.11.7 Středící čepy

Středící čepy slouží k ustanovení obrobku pomocí jedné nebo dvou děr. Jsou nalisovány přímo do tělesa přípravku a pojištěny šroubem, nebo mohou být zajištěné maticí.

5.11.8 Opěrky přestavitelné

Přestavitelné opěrky jsou pro různé koncepční varianty a lze je přestavovat a následně bezpečně pojistit obrobek proti působení řezných sil. Používají se pro ustavování velkých neobrobených ploch, kde po ustanovení do správné polohy se opěrky zajistí např. maticí.

5.11.9 Opěrky pomocné samostavitelné

Samostavitelné pomocné opěrky slouží pro opření obrobku při nebezpečí deformace vlivem působení sil od obrábění, které by zhoršily podmínky obrábění. Opěrky pomocné jsou pohyblivé z důvodu přizpůsobení své polohy poloze obrobku.[2]

6 ROZDĚLENÍ UPÍNÁNÍ DLE ZPŮSOBU VYVOZENÍ UPÍNACÍ SÍLY

Každý druh upínání má své výhody a rámec použití, který odpovídá požadavkům a požadované kvalitě ustanovení. Dle způsobu vyvození upínací síly může být upínání rozděleno na hydraulické, pneumatické, vakuové (podtlakem), upnutí magnetickými silami a upnutí mrazem.

6.1 Hydraulické upínání

Hydraulické upínání probíhá za použití tlakových kapalin. Taková zařízení jsou více složitá v porovnání s pneumatickým upínáním. Toto upnutí je vhodné pro větší rozměry a pro velké dávky, u kterých i větší pořizovací náklady nebudou tak podstatné oproti účelnosti. Při hydraulickém upínání působí stejnoměrná upínací síla a kapaliny dosahují menších rychlostí. Využití najde v místech, kde je potřeba velká upínací síla s rychlým, opakovatelným a spolehlivým ovládním.[2]

Při ručním upínání šrouby a upínkami nevíme velikost upínací síly a při každém upnutí je různá. U hydraulického upínání se dá upínací síla regulovat. Pro každé upnutí a u všech v okruhu použitých upínačů je upínací síla stejná a dá se kontrolovat. Upínací tlak v okruhu je nepřetržitý a stejnoměrný. Při obrábění se vyrovnávají vibrace a nárazy a zabraňuje se uvolňování obrobků.[20]

Při použití více upínačů naráz lze upínat buď všemi najednou, nebo postupně z určité pozice. Tímto je docíleno zmenšení času při upínání tzn. snížení vedlejších časů. [21]

U hydraulického obvodu je pro zajištění bezpečnosti nutné do obvodu začlenit hydraulické zámky. Tyto ochranné prvky zabrání v povolení upínače v případě poruchy. Jsou jednostranné, nebo dvoustranné a zabraňují v průtoku média.

Výhody hydraulického upínání:

- Díky vysokému tlaku kapaliny (oleje) je umožněno použití upínacích válců o malém průměru (20 až 60 mm).
- Pracovním prostředkem je zde olej, který současně maže všechny části hydraulického okruhu a zabraňuje nebezpečí koroze částí okruhu.
- Hydrauliku lze využít díky nestlačitelnosti oleje jak pro upnutí obrobku, tak k velmi přesnému přemísťování určitých částí obráběcích strojů a též částí přípravku, které jsou pohyblivé.[2]

Nevýhody hydraulického upínání:

- U přepouštěcího ventilu vznikají škrcením oleje ztráty a dochází k zahřátí oleje a s tím souvisejícímu zhoršování vlastností oleje.
- Větší pořizovací náklady, větší složitost a menší dopravovaná rychlost oproti pneumatickému upínání.[15]

6.2 Pneumatické upínání

Zdrojem energie u pneumatického upínání je stlačený vzduch. Tlak ve vedení se pohybuje v rozmezí 0,5 až 0,7 MPa. S přihlédnutím ke ztrátám tlaku ve vedení se pro výpočty uvažuje tlak v rozmezí 0,4 až 0,6 MPa. Při návrhu je třeba použít co nejmenší počet jednoduchých prvků, které přenášejí sílu od upínání na obrobek. Díky stlačitelnosti vzduchu může dojít k uvolnění upnutého obrobku. Z tohoto důvodu není toto upínání příliš bezpečné. Pneumatické upínání není také vhodné pro upínání, kde dochází k velkým rázům.[2]

Většina součástí lze použít jako jednočinné. Tyto součástky umožňují použít vzduchově-olejový kompresor. Tímto získáme u pneumatiky podobně velkou sílu jako u hydraulického systému. [20]

Výhody pneumatického upínání:

- Krátké vedlejší pracovní časy a vysoká produktivita práce
- Upínací síla působí permanentně
- Upínací síla je velmi velká i bez použití převodů
- Velikost upínací síly lze kontrolovat a přesně regulovat
- Umožňuje snadnou automatizaci upínání
- Pořizovací náklady jsou s porovnáním s hydraulikou poměrně nízké, zvláště tam, kde je rozveden tlakový vzduch
- Pneumatické upínání je bez ohledu na hmotnost obrobku vždy časově stejné a nezávislé na počtu upínacích prvků.[2]

6.3 Vakuové (podtlakové) upínání

Upínání pomocí podtlaku vzduchu se používá u tenkostěnných dílců náchylných na deformaci, nebo dílů vyráběných z hliníku a dalších neferomagnetických materiálů jako je např. dřevo, nebo umělohmotný materiál. Upínání je prováděno na speciální vakuové podložky.

Toto upínání je založeno na rozdílném tlaku vůči atmosférickému a zajišťuje ho zmíněný podtlak tj. tlakový rozdíl mezi obrobkem a upínací deskou. Obr. 17) Tento podtlak (vakuum) existuje tehdy, když je hustota počtu částic plynu nižší, než hustota počtu částic atmosféry na povrchu.

Upnutí vzniká přirozeným tlakem vzduchu, který tlačí obrobek rovnoměrně po celé ploše na upínací desku. K určení přídržné síly při vakuovém upnutí se vynásobí rozdíl tlaku s efektivní plochou.

Matriční upínací desky mají základní tělo z vysokopevnostního hliníku. Jsou vyráběny ve standardních rozměrech a mají různé velikosti mřížek. Plochu na upínání lze rozšířit vzájemným propojením více upínacích desek. V závislosti na tvaru obrobku a způsobu obrábění se volí tvar aktivní plochy s požadovanými rozměry mřížek. Pokud zvolíme jemnější mřížkování, tak lze volit u obrobku i komplikovanější tvary.

Těsnicí guma slouží pro vyrovnání nerovností povrchu obrobku, kde se drážky desky přizpůsobují potřebnému tvaru obrobku. Pro stabilizaci obrobku jsou použity mechanické

zarážky (lišty, čepy). Dalším příslušenstvím jsou vakuové nástavce, které slouží pro vyrovnání výškových rozdílů a zabraňují ničení základní desky. Díky celoplošnému upnutí je zamezeno vibracím a stopy po chvění nevznikají. Oproti magnetickému upínání je dosaženo menších upínacích sil.

K vytvoření podtlaku se využívají dva způsoby:

- Venturiho trysky - tento způsob je levnější, trysky jsou kompaktní, lehké. Opotřebení u nich je nízké, nezahřívají se a umožňují rychlé vytvoření vakua. Nevýhodami jsou omezený sací výkon, tudíž mohou být upnuty jen zcela těsné a relativně malé plochy. Provoz trysek je hlučný a případné nasátí kapaliny lze z Venturiho trysek složitě odstranit.
- Vakuové pumpy - mají integrovaný zásobník umožňující silný sací impuls a zabraňují náhlému poklesu vakua. Je možné, aby disponovaly celou řadou prvků pro monitorování systému a rozhraním k integraci do řídicího systému stroje. Jsou opatřeny speciální funkcí nouzového vypnutí, která chrání vakuovou pumpu před poškozením nasátými kapalinami, nebo jimi lze v případě náhlé ztráty upínací síly okamžitě zastavit stroj. Vakuová pumpa je aktivována pouze v případě, když hodnota vakua klesne pod 85 %, proto je její provoz obzvláště energeticky úsporný a tichý. V některých případech může být řídicí jednotka deaktivována a provoz pumpy je nepřetržitý.[22]



Obr. 17) Vakuová upínací deska[23]

6.4 Upnutí magnetickými silami

Magnetické pole mezi upínačem a obrobkem vzniká v okamžiku, kdy se vzájemná poloha magnetů změní (např. pomocí páky). Všechna těla magnetických upínačů jsou ukončena pólovou deskou, která chrání samotné magnety a cívky uvnitř upínače. Upínací nebo adhezní plocha vzniká v místě nad pólovou deskou. Pólová deska je složena z materiálu, který vede magnetismus (např. měkká ocel) a nemagnetických dělicích spár (např. z epoxidu).

Pro odebrání upnutých kusů z upínací plochy je nutné magnetický upínač vypnout. U některých legovaných materiálů je možnost, že budou mít zbytkový magnetismus. Pak je nutné provést demagnetizaci na speciálním odmagnetovacím zařízení.

Upínací síla je vytvořena v upínači působením magnetického pole od permanentních magnetů nebo stejnosměrným proudem v cívkách kolem magnetů. Upínací adhezivní síla vzniká v kolmém směru k upínací ploše a s rostoucí vzdáleností se zmenšuje. Další veličina působící na ploše upínače, je smyková síla. Tato síla je nutná k posunutí obrobku ve směru rovnoběžném s adhezivní silou. Smyková síla je přibližně 20 až 30 % celkové upínací adhezivní síly v závislosti na rovinnosti obrobku a vzduchové mezeře mezi upínačem a obrobkem.[24]

6.4.1 Typy magnetických upínačů

V současnosti existují tři typy magnetického upínání

- a) Permanentní magnetický upínač** – přívod elektrického proudu není nutný. Používá se nejčastěji pro deskové upínání. Pro upnutí nemagnetické součásti se použijí různé druhy čelistí spolu s magnetickou deskou (Obr. 18). Výhodou je, že se magnety nezahřívají. Upínač obsahuje permanentní neodymové magnety, které jsou uspořádány ve vícenásobných řadách. Tento upínač se ovládá ručně pomocí pákového ovladače. Při vypnutém stavu je magnetické pole uzavřené uvnitř upínače. V opačném stavu směřuje přes pólovou desku do upínaného obrobku.[25]

Každá čelist je dvoudílná. Jednotlivé díly jsou spojeny plochou pružinou. Upínací díl má řadu výřezů a je v uvolněném stavu odkloněn od ložné plochy o 5°. Obrobek uložený mezi čelistmi se i s nimi dotkne k dorazu stolu. Potom se přepne rukojeť magnetického stolu a obě části čelistí, jež byly dříve vykloněny o 5°, přilehnou magnetickou silou ke stolu. Tlakem, který vyvozují napružené díly naříznutých čelistí, se obrobek upne.[15]



Obr. 18) Magnetická upínací deska[23]

- b) **Elektromagnetický upínač** – využívá se především při broušení. Využit je zde stejnosměrný proud. Upínání je prováděno pomocí elektromagnetických desek, nebo elektromagnetických sklíčidel, kam lze upnout úzké ocelové kotouče a kroužky. Magnetické siločáry u upínání musí procházet obrobkem, avšak proti procházení mimo obrobek je v přírubě umístěna mosazná vložka o tloušťce 4 až 5 mm. Pokud je obrobek jemně obroušen na ložné ploše, upínací tlak dosahuje 1,2 až 1,5 MPa a součinitel tření f je 0,05 i nižší. Pokud však ložná plocha není jemně broušena, tak drsnost ovlivňuje rozsah vzduchové mezery, která způsobuje pokles upínacího tlaku.

Elektromagnetický upínač je závislý na vnějším zdroji energie, který když je odpojen, tak magnetické pole zaniká a magnetická síla následně poklesne. Z hlediska bezpečnosti toto upínání není vhodné, protože při výpadku zdroje energie se může obrobek utrhnout.

- c) **Elektropermanentní magnetický upínač** - zahrnuje plusy výše zmíněných dvou typů upínačů. Magnetický obvod tvoří permanentní magnety. Pro zapínání a vypínání magnetické desky slouží soustava cívek s řídicí elektronikou. Elektropermanentní magnetické upínače jsou bezpečné, protože při náhlém výpadku elektrické energie obrobek drží díky permanentnímu neodymovému magnetu, takže nehrozí odpadnutí obrobku. Elektrický proud slouží zde jen k zapnutí a vypnutí desky. Výhodou je to, že lze opačně orientovaným energetickým impulsem kompletně celý upínací systém, zahrnující i obrobek, odmagnetovat.[25]

Výhody upínání magnetickými silami:

- Velmi rychlé upnutí a přestavba
- Možnost obrábění až z 5 stran při jednom upnutí
- V případě poruchy dodávky energie je upínací síla stále konstantní
- Zvýšení bezpečnosti díky stavovému upozornění, které je nezávislé na elektrickém napájení
- Nejsou deformace způsobené nadměrným upnutím
- Možnost upnutí více obrobků naráz [26]

6.5 Upínání mrazem

Při upínání mrazem se nechá obrobek přimrznout k nosné desce. Je to dosaženo termoelektricky za pomoci polovodičů (Peltierův efekt) nebo za pomoci chladicího média.

Metoda je nevhodná v místech, kde při obrábění vzniká mnoho tepla a hrozí narušení ledové vrstvy. Při používání kvalitně naostřených nástrojů lze tento problém zmenšit. Přílnavost má hodnotu 2 N.mm^{-2} , což tvoří 10-ti až 20-ti násobek oproti užití vakuového upínání. Tloušťka ledového filmu je zanedbatelně malá. U nepravidelných ploch je možnost zamražení ve vodní lázni. Vhodnost upínání mrazem je pro všechny kovové materiály, většinu minerálních materiálů a některé plasty. Použití tohoto způsobu upnutí je vhodné u neforemných, křehkých dílů, které se dají těžko uchopit. Jedno z využití je v hodinářském průmyslu.

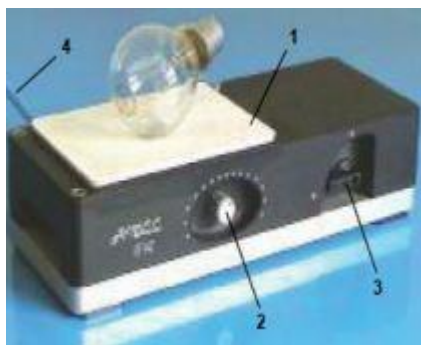
V případě kovového obrobku je jmenovitá přídržná síla mrazicího sklíčidla $150 \text{ N} / \text{cm}^2$. Což pro porovnání s magnetickým upínáním, kde je upínací síla $100 - 150 \text{ N} / \text{cm}^2$ nebo dokonce pro vakuové upínání $10 \text{ N} / \text{cm}^2$ je mnohem efektivnější.[27]

Popis funkce:

Chladicí médium proudí v uzavřeném obvodu. Plyn o nízké teplotě je veden za pomoci soustavy kanálků v pracovním stole a teplota se snižuje na cca $-8 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Pomocí rozprašovače vody je pracovní stůl i obrobek pokryt vodním filmem o malé tloušťce a po 15 až 60 sekundách obrobek k upínací desce přimrzne. Pro následné uvolnění obrobku se proces otáčí. Přístroj pracuje jako vodní čerpadlo, tudíž je dosaženo rychle bodu tání a obrobek je možné uvolnit. Regulace teploty je prováděna přes mrazicí sklíčidlo. Obr. 19) [27][28]

Výhody upínání mrazicí technologií:

- Upínání je dosaženo bez deformace a prasklin
- Upínání náchylných obrobků je možné bez tlaku
- Upínání je možné i u nejmenších obrobků
- Vysoká přídržná síla
- Možnost obrábění v pěti osách



Obr. 19) Mrazicí sklíčidlo [27]

(1) mraznička

(2) regulace teploty

(3) páky pro zmrazování nebo rozmrazování

(4) připojení stlačeného vzduchu

7 ZÁVĚR

V této práci jsem se snažil popsat rysy v současné době využívaných způsobů upínání obrobků. Jak obrobků rotačního typu, tak i nerotačního. Byly zmíněny i vlastní upínače, které nacházejí v praxi nejčastěji uplatnění. Dále byl čas věnován použití přípravků, které usnadňují obsluhu práci s ustavováním a kontrolou jednotlivých dílů při a po obrábění a též při sestavování. Neboť do celkové efektivity výroby se výrazně promítá i náročnost na obsluhu, kdy minimalizace časové vytíženosti nezbytné pro obsluhu zvyšuje celkovou efektivitu výroby.

Každý druh upínání je vhodný v určité oblasti použití, proto nelze říci, který z vyjmenovaných druhů je obecně ten nejlepší a který by se mohl používat univerzálně na všechny aplikace.

V budoucnu očekávám větší zájem v oblasti mrazicí techniky. Toto upínání je pro mnoho lidí dosud neznámým a lze tedy očekávat, že s tím, jak se bude tento způsob dostávat do podvědomí, zvýší se zájem o jeho použití v praxi.

Následně, nad rámec svého zadání, jsem vytvořil po domluvě s vedoucím práce jednoduchý upínač, který jsem vymodeloval v programu SOLIDWORKS 2020. V příloze jsou některé pohledy na tento upínač a je tam zahrnut i popis jeho funkce.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů III*. Praha: MM publishing, 2014, 684 s. ISBN 978-80-260-6780-1. vydání.
- [2] ZEMČÍK, Oskar. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003, 193 s. ISBN 80-214-2336-6.
- [3] NC pneumatický strojní svěrák 150mm , rozevření 160mm VMC-6P. *KOVONÁSTROJE* [online]. Bohuslavice u Zlína, 2005 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://www.kovonastroje.cz/Upinaci-nastroje/Sveraky/Strojni-sveraky/Pneumaticke-sveraky/NC-pneumaticky-strojni-sverak-150mm-rozevreni-160mm-VMC-6P.html>
- [4] FRANK, Augustin. *Strojírenská technologie 4 Výrobní pomůcky*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1978. 352 s. HLÁSEK, Pavel. *Strojírenská technologie 3*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1986. 264 s.
- [5] ŠPINLEROVÁ, Ing. Marie. *STŘEDNÍ ŠKOLA TECHNICKÁ OPAVA. TECHNOLOGIE*. Opava, 2007. Dostupné také z: <https://sst.opava.cz/technologie/technologie.pdf>
- [6] Upínače s plochou vačkou. *Halder* [online]. Germany, 2005 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://www.halder.com/cz/Produkty/Normovane-dily/Strojni-a-zajistovaci-prvky/Zajistovaci-prvky/Upinace-s-plochou-vackou/22260.0451>
- [7] Zero point - efektivní způsob upínání obrobků. *MMspektrum* [online]. 2018, 2018(1), 72 [cit. 2020-06-23]. Dostupné z: https://www.mmspektrum.com/clanek/zero-point-efektivni-zpusob-upinani-obrobku.html?fbclid=IwAR0oQuihB6roE_iEJU1qZCyX-AVT2Jdur-div3jN8CgkgXwEgbUOca9-pZg
- [8] Upínání v-tech na CNC centra. *Techmagazín* [online]. 2018, 29.11.2018, 1 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/47169?poslat-email>
- [9] BORSKÝ, Václav. *Obráběcí stroje*. 2. vyd. Brno: Nakladatelství VUT, 1992, 216 s. ISBN 80-214-0470-1.
- [10] Lícni deska LUD 160 - M3 s tvrdými reverzními čelistmi , Kovonastroje. *KOVONÁSTROJE* [online]. Bohuslavice u Zlína, 2005 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://www.kovonastroje.cz/Upinaci-nastroje/Univerzalni-sklicidla-a-prisl/Licni-desky/Licni-deska-LUD-160-M3-s-tvrdymi-reverznimi-celistmi-Kovonastroje.html>
- [11] Hydraulická sklíčidla Proofline. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2003, (2003 / 5), 31 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.mmspektrum.com/clanek/hydraulicka-sklicidla-proofline.html?fbclid=IwAR10g72vjfpj_9vrQr7n_Ss6b74swNczOIROsLU6zsy2DF8xM7eyb_xRiKag
- [12] Sklíčidla hydraulická, soustružnická, pro frézování-prodej, eshop. *Evropská databanka* [online]. [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://nabidky.edb.cz/Nabidka-61395-sklicidla-hydraulicka-soustruznicka-pro-frezovani-prodej-eshop>
- [13] Upínání obrobků na soustruhu. *ADOC.TIP* [online]. [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://adoc.tips/upinani-obrobk-na-soustruhu.html>
- [14] ROZPÍNACÍ TRNY. *Kitagawa Europe* [online]. Downton [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <https://www.kitagawa.global/cz/news/rozpinaci-trny>

- [15] CHVÁLA, Břetislav a Josef VOTAVA. *Přípravky*. Praha: SNTL;Alfa, 1988, 275 s.
- [16] ZELINKA, Zdeněk. *KONVENČNÍ SOUSTRUŽENÍ: Upínání obrobků na soustruhu* [online]. Svitavy, 2013 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: http://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Konvencnisoustruzeni/VY_32_INOVACE_OVZ_2_03.pdf. Prezentace. Střední odborné učiliště Svitavy.
- [17] Soustružení při složitém upnutí obrobku. *M.L.Geardesigns blog* [online]. 2015 [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: <http://mlgeardesigns.blog.cz/1503/soustruzeni-pri-slozitem-upnuti-obrobku>
- [18] PETROU, Jiří. *Upínací prostředky rotačních součástí – opěry, podvalky. Otevřená opěra soustruhu SR5*. Plzeň, 2016. Bakalářská práce. Západočeský univerzita v Plzni, fakulta strojní.
- [19] Indexové vrtací kotouče pro rotační součásti. *Norelem* [online]. Markgröningen: norelem [cit. 2020-06-23]. Dostupné z: <https://www.norelem.com/cz/cs/Produkty/Přehled-výrobků/Pružný-systém-normalizovaných-dílů/08000-Prvky-pro-vrtací-přípravky-Vrtací-přípravky-Vrtací-pouzdra/Vrtací-přípravky/08640-Indexové-vrtací-kotouče-pro-rotační-součásti.html?fbclid=IwAR1TJv6nUEF-ytEN8WvyXfJGxuJdehHmQx8hJ2id8kw842YptIpg6wqT9s0>
- [20] *DESTACO: Hydraulická upínací technika* [online]. Praha [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <https://dsczech.cz/hydraulicka-upinacia-technika>
- [21] *PROKON: Hydraulický upínací systém NAREX* [online]. Čáslav [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <http://www.prokon-caslav.cz/7972/hydraulicky-upinaci-system-narex/>
- [22] Vakuová upínací technika: ideální doplnění stávajících upínacích zařízení. *Technický týdeník* [online]. 2014 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/vakuova-upinaci-technika-idealni-doplneni-stavajicich-upinacich-zarizeni_26832.html
- [23] Vakuová upínací technika. *NAROS* [online]. , 1-16 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: http://www.naros.cz/katalog/Prospekt_Vakuum_CZ.pdf
- [24] Magnetické upínače - základní informace. *MagneticPortal.cz* [online]. 2011 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20140808055918/http://www.magneticportal.cz/magneticke-upinace/magneticke-upinace-obecne-informace>
- [25] Magnetické upínače ve strojírenství – které typy existují? *UNIMAGNET* [online]. 2018 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: https://www.unimagnet.cz/blog/magneticke-upinace-ve-strojirenstvi-ktete-typy-existuji-n245?fbclid=IwAR3qn3quNuq-AHaFEHEhD-8ullID0kLY_5mAAAnQGWX2qoNbpIjG8Fgfofwde
- [26] Magnetické upínání obrobků při frézování. *Infocube* [online]. Brno: infocube [cit. 2020-06-23]. Dostupné z: <https://infocube.cz/cs/magneticke-upinani-obrobku-pri-frezovani/?fbclid=IwAR1fxW43sl30gAagQrxoOaeZBo1ERP92ex04FHlNzevFYIrMtnvMcL7NQIE>
- [27] Gefrierspanntechnik. *Spreitzer* [online]. Gosheim [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.spreitzer.de/spanntechnik/gefrierspanntechnik/?fbclid=IwAR38eowzjxN9t7uZnx5nKxYyRnn-l95aLD6WgrH1isi2s-qivC7oMPoBfFU>
- [28] EKONOMICKÉ UPÍNÁNÍ OBROBKŮ. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2009, 090610(6,7), 52-53 [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: http://www.sktechnik.cz/dokumenty/clanky/clanek_triag.pdf?fbclid=IwAR38eowzjxN9t7uZnx5nKxYyRnn-l95aLD6WgrH1isi2s-qivC7oMPoBfFU

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A OBRÁZKŮ

9.1 Seznam zkratk a symbolů

α	[°]	označení úhlu u klínů
φ	[°]	úhel sklonu pravítka
k	[-]	bezpečnostní koeficient pro druh obrábění

9.2 Seznam obrázků

Obr. 1) Pneumaticky ovládaný strojní svěrák	11
Obr. 2) Upínka	12
Obr. 3) Výstředník	13
Obr. 4) Vačka	13
Obr. 5) Upínací věž	14
Obr. 6) Lícní deska	16
Obr. 7) Kleština	17
Obr. 8) Hydraulické sklíčidlo VKC-14	18
Obr. 9) Upínací trn pevný	18
Obr. 10) Rozpínací trn	19
Obr. 11) Upnutí mezi hroty za pomoci unášecího srdce	20
Obr. 12) Pevné opěry	21
Obr. 13) Posuvné opěry	21
Obr. 14) Podvalek	22
Obr. 15) Indexovací vrtací kotouč	27
Obr. 16) Přípravek s plastickou látkou	29
Obr. 17) Vakuová upínací deska	33
Obr. 18) Magnetická upínací deska	34
Obr. 19) Mrazící sklíčidlo	36

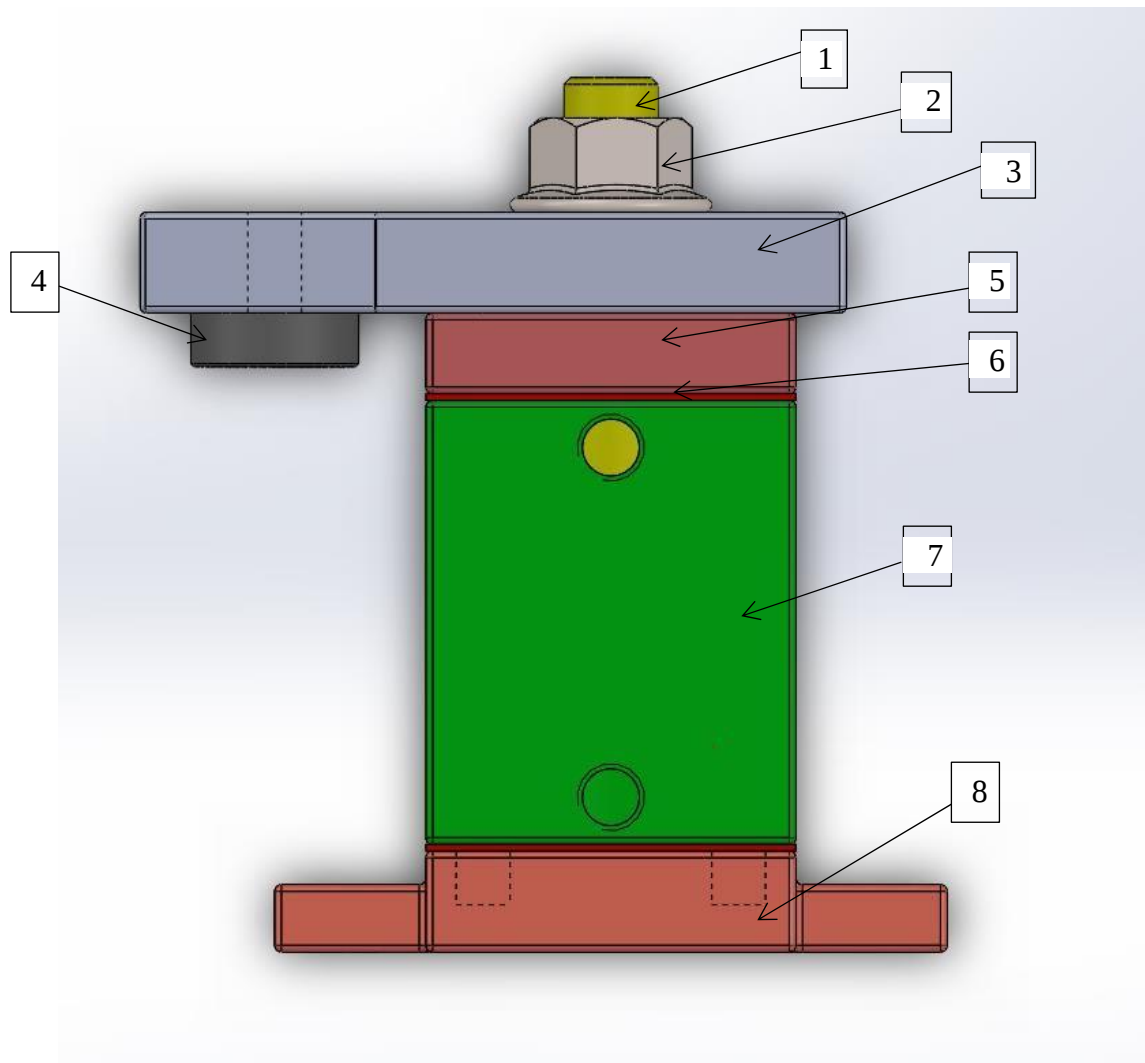
10 SEZNAM PŘÍLOH

I. Hydraulický upínač

HYDRAULICKÝ UPÍNAČ

Cílem bylo vymodelovat jednoduchý hydraulický upínač. Rozměry a konstrukce nejsou podloženy výpočty. Tento příklad upínače je nad rámec zadání a byl vytvořen pro doplnění rešeršní práce.

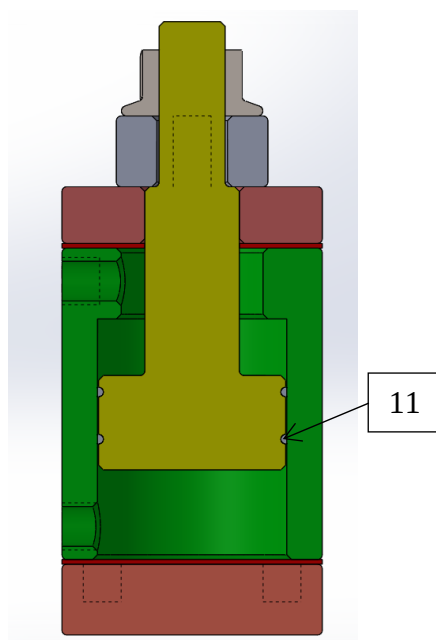
Přívod média je pomocí hydraulických hadic. Ty jsou napojeny pomocí koncovek, které jsou našroubovány do děr se závitem (zelená část), viz Obr. 1p).



Obr. 1p) Nárys upínače

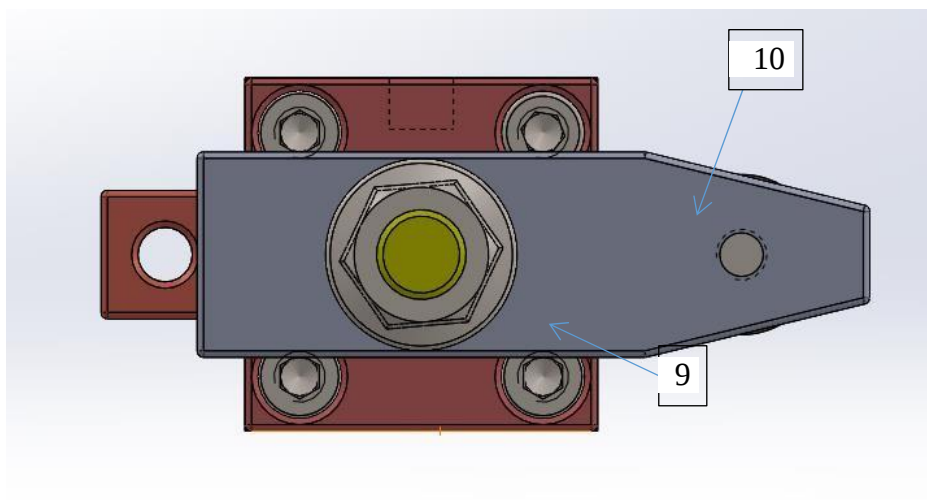
(1) válec, (2) matice, (3) deska, (4) kalená vložka, (5) vrchní díl, (6) těsnění, (7) střed, (8) podstava

Válec (1) dosahuje své horní polohy dosažením osazení středního dílu (7) na Obr. 2p). Dolní poloha je určena opřením desky (3) o vrchní díl (5). Mezi válcem (1) a středem (7) jsou dvě těsnění (11), která zajišťují nepropustnost média z horní části do dolní a naopak Obr. 2p).



Obr. 2p) Řez upínačem v místě přívodu a výtoku média

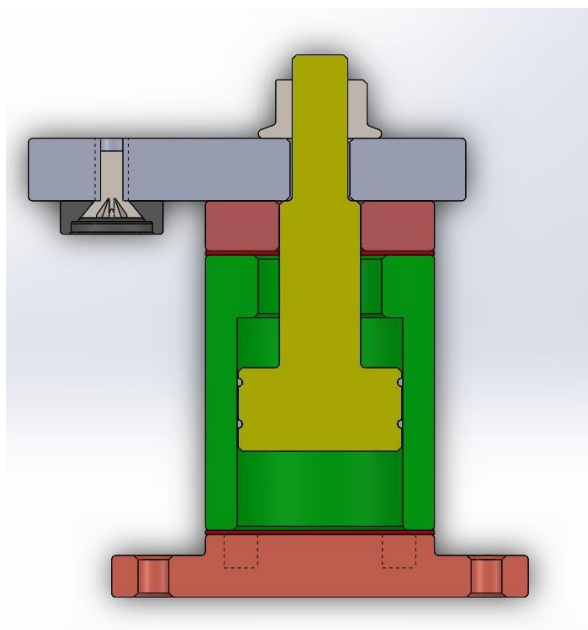
Přes celý upínač jsou vedeny čtyři šrouby s vnitřním šestihranem (9) viz Obr. 3p), které zajišťují soudržnost celého upínače a jsou zašroubovány do podstavy (8) viz Obr. 1p). Podstavu lze následně přichytit opět za pomoci šroubů k místu, kde bude upínač vykonávat svou funkci.



Obr. 3p) Pohled shora na upínač

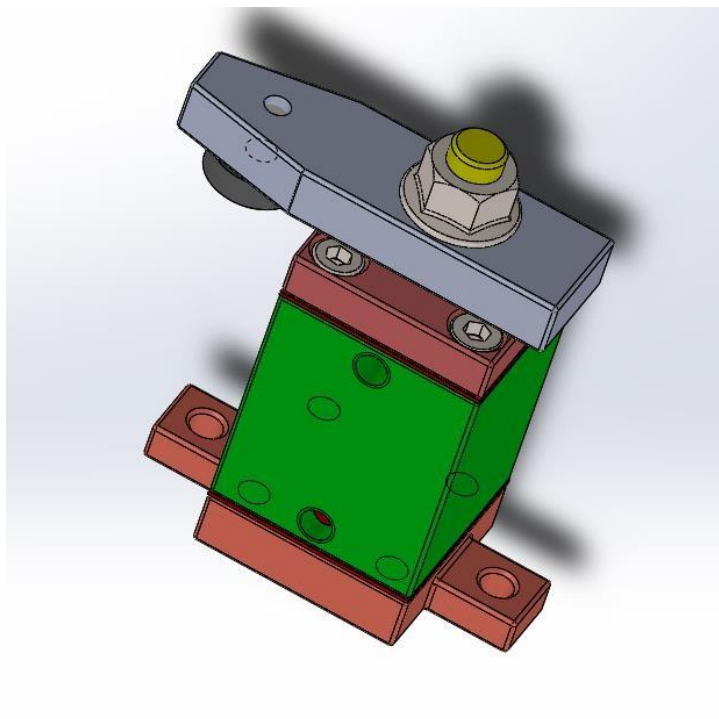
(9) šroub s vnitřním šestihranem, (10) záпустný šroub

Kalená vložka (4) je připevněna zápusťným šroubem (10) Obr. 4p) do desky (3). Tato kalená vložka slouží ke kontaktu s obrobkem.



Obr. 4p) Řez upínače středem kalené vložky

Kompletní upínač je zobrazen na Obr. 5p).



Obr. 5p) 3D pohled na upínač