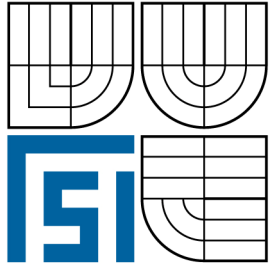


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

MODERNÍ METODY TECHNOLOGIE VRTÁNÍ **MODERN METHODS IN DRILLING**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN KODYS

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ing. OSKAR ZEMČÍK, CSc.

BRNO 2008

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Martin Kodys

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:

Moderní metody technologie vrtání.

v anglickém jazyce:

Modern methods in drilling.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Rešeše literatury k danému tématu.
2. Stroje a zařízení používané k vrtání.
3. Nástroje, řezné podmínky, kapaliny.
4. Dosahované výsledky.
5. Závěr.

Cíle bakalářské práce:

Přehled metod vrtání, moderních vrtacích nástrojů, kapaliny a dosahovaných výsledků.

Seznam odborné literatury:

1. ZEMČÍK, O. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
2. ZEMČÍK, O. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6
3. KÖNIG, W. Fertigungsverfahren band 1, 2, 3, 4, 5, 6. 4. Aufl. Düsseldorf: VDI – Verlag GmbH, 1999. 416 s. ISBN 3-18-401054-6
4. Firemní podklady dle dalšího zpřesnění a určení (Sandvik Coromant, Gühring, Fette, Pramet, Mitsubishi, Iscar, Seco, apod.)
5. REICHARD, A. Fertigungstechnik 1, 2. 10. Aufl. Hamburg: Handwerk und technik, 1993. 420 s. ISBN 3-582-02311-7

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Oskar Zemčík, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

V Brně, dne 10.11.2008

L.S.

doc. Ing. Miroslav Piška, CSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se věnuje moderním metodám vrtání. První část je zaměřena na rozdělení jednotlivých metod vrtání, na jejich popis a možnosti využití v průmyslové praxi. Druhá část je věnována orientaci v produktech dvou nejvýznamnějších výrobců vrtacích nástrojů.

Klíčová slova

Vrták, břit, fazetka, stopka, vyměnitelná břitová destička, rychlořezná ocel, slinutý karbid.

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with modern methods in drilling. In the first part, the drilling methods are divided, followed by each method description and practical usage. The second part is devoted to the way of orientation in products of couple most significant producers of drilling tools.

Key words

Drill, cutting edge, peripheral land, drill shank, insertable index, high-speed steel, sintered carbide.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KODYS, Martin. *Moderní metody technologie vrtání*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 39s. Vedoucí bakalářské práce ing. Oskar Zemčík, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Moderní metody technologie vrtání vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně 19. května 2009

.....
Jméno a příjmení bakaláře

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu bakalářské práce ing. Oskaru Zemčíkovi, CSc. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrakt	4
Prohlášení	5
Poděkování	6
Obsah	7
Úvod	9
1. Technologie vrtání	10
1.1. Technologická charakteristika	10
1.2. Průřez třísky	11
1.3. Řezné síly	12
1.4. Strojní čas	13
2. Nástroje na otvory	15
2.1. Nástroje dle konstrukce	15
2.1.1. Šroubovité vrták	15
2.1.2. Kopinatý vrták	16
2.1.3. Tvarové vrtáky	17
2.2. Nástroje pro vrtání hlubokých děr	17
2.2.1. Ejektorové vrtací hlavy	17
2.2.2. Vrtací hlavy BTA (STS)	18
2.2.3. Dělové vrtáky	19
2.2.4. Spirálové dělové vrtáky	20
2.3. Nástroje dle stavby těla	20
2.3.1. Monolitní vrtáky	20
2.3.2. Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami	20
2.3.3. Vrták s vyměnitelnou špičkou	21
2.4. Přehled řezných podmínek	21
3. Nástroje firmy Gühring	22
3.1. Označování nástrojových materiálů	22
3.1.1. Rychlořezné oceli	22
3.1.2. Supertvrdé řezné materiály	22
3.1.3. Slinuté karbidy	22
3.2. Povrchová úprava nástrojů	22
3.3. Produkce nástrojů na otvory	23
3.4. Postup při výběru nástroje	24
4. Nástroje firmy Sandvik Coromant	25
4.1. Vrták CoroDrill Delta C	25
4.2. Vrták Coromant Delta	25
4.3. Vrták CoroDrill 880	25
4.4. Vrták Coromant U	26
4.5. Postup při výběru nástroje	26
5. Porovnání jednotlivých nástrojů	28
5.1. Porovnání monolitních vrtáků ze slinutého karbidu	28
5.1.1. Nástroj firmy Gühring	28
5.1.2. Nástroj firmy Sandvik Coromant	29
5.1.3. Srovnání hodnot	30
5.2. Porovnání nástrojů s vyměnitelnými břitovými destičkami	31
5.2.1. Nástroj firmy Gühring	31

5.2.2. Nástroj firmy Sandvik Coromant	32
5.2.3. Nástroj firmy Kyocera	33
5.2.4. Srovnání hodnot	34
Závěr	36
Seznam použitých zdrojů	37
Seznam použitých zkratk a symbolů	39

Úvod

Technologie vrtání patří mezi nejpoužívanější operace v průmyslové praxi. Tato operace je zastoupena nejen v oblasti strojírenské výroby, ale i v lékařství, ve stavebnictví, geologii a v dalších oborech. S výrobou otvorů začal člověk už v pravěku, nejčastěji je zhotovoval do dřeva, ale i do kostí, klů, kamene atd. Rotační pohyb měl též zastoupení v rozdělování ohně, což byla v té době otázka života a smrti. Charakteristikou vrtání je rotační pohyb nástroje nebo obrobku kolem své vlastní osy a dále posuvný pohyb nástroje (obrobku) směrem do materiálu. V souvislosti s postupnou náročností na vyhotovení otvoru se do technické praxe dostávají i tzv. nekonvenční metody vrtání děr. Zhotovování otvorů se provádí na vrtacích strojích tzv. vrtačkách nebo na obráběcích centrech. Důležitým faktorem pro kvalitu vrtaných děr je volba nástroje a řezných podmínek. Nástroje se v poslední době staly cílem výzkumu mnoha firem, které se zabývají jejich výrobou a prodejem. Důraz na přesnost, kvalitu a spolehlivost je vysoký a každý podnik si pečlivě chrání své metody výroby těchto nástrojů. Nezastupitelné místo mají při vrtání i jednotlivé procesní kapaliny, které výrazně ovlivňují jednotlivé faktory při vrtání.

S přibývajícím náročností na přesnost se zvyšují i požadavky na nástrojové materiály. Ty se staly v poslední době cílem mnoha výzkumů a jejich zdokonalení má za důsledek vyvinutí moderních nástrojů s vysokou trvanlivostí a odolností k opotřebením. K tomuto faktu dopomohla i technologie povlakování, která se používá téměř u všech nástrojů.

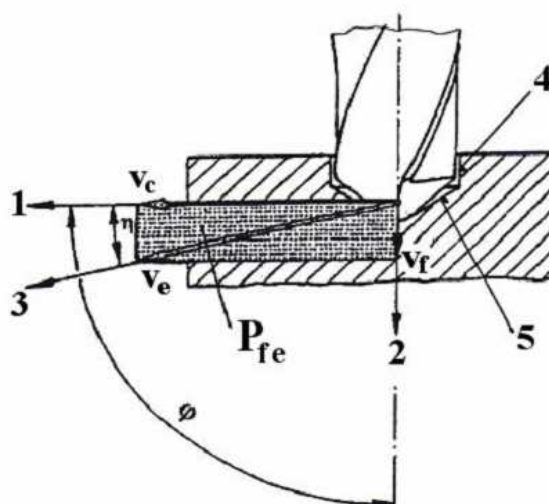
Technologie vrtání

Vrtání je metoda, při níž se zhotovují díry do plného materiálu nebo se zvětšují již jinak vyrobené díry. Tím rozumíme díry předlité, předkované, předlisované apod. Hlavní pohyb je rotační a vykonává ho vrták, vedlejší (posuvový) pohyb vykonává vrták ve směru své osy.

Osa vrtáku je zpravidla kolmá k obráběné ploše, ve které vstupuje vrták do obráběného materiálu. Požadavky na utváření a odvádění třísky při procesu vrtání jsou mnohem vyšší než u soustružení a frézování. Proto u dlouhých děr musíme zajistit kontrolované utváření třísky a její odvod z díry. Charakteristickou vlastností všech nástrojů na díry je, že řezná rychlost se mění směrem ke středu nástroje, kde řezná rychlost je nulová. Za řeznou rychlost se považuje rychlost na vnějším (maximálním) obvodu nástroje. [2][5][6]

1.1. Technologická charakteristika

Kinematické souvislosti jsou naznačeny na obr. 1.1



obr. 1.1 kinematika vrtacího procesu při vrtání šroubovým vrtákem[2]

- 1 – směr hlavního pohybu
- 2 – směr posuvového pohybu
- 3 – směr řezného pohybu
- v_c – řezná rychlost
- v_f – posuvová rychlost
- v_e – rychlost řezného pohybu
- P_{fe} – pracovní boční rovina
- φ - úhel posuvového pohybu
- η - úhel řezného pohybu

Řezná rychlost

Je charakterizována počtem otáček a průměrem nástroje. Průměr vrtáku je udáván v milimetrech, proto se výsledek musí dělit 1000.

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right], \quad (1.1)$$

kde: D – průměr nástroje [mm]
 n – počet otáček [min^{-1}]

Posunová rychlost

Je posuv nástroje vůči obrobku, popřípadě posuv obrobku vůči nástroji vyjádřený délkou dráhy za jednotku času.

$$v_f = f \cdot n \left[\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right], \quad (1.2)$$

kde: f – posuv nástroje za jednu otáčku [mm]

Rychlost řezného pohybu

$$v_e = \sqrt{v_c^2 + v_f^2} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \quad (1.3)$$

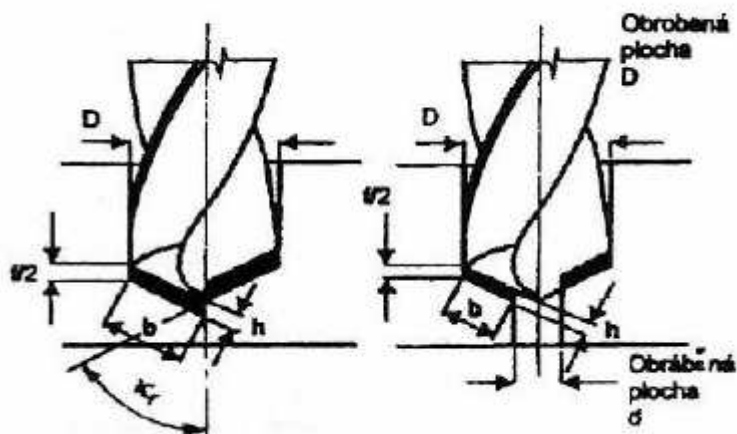
Posuv na zub

$$f_z = \frac{f}{z} \left[\text{mm} \right], \quad (1.4)$$

kde: z – počet zubů (břitů) nástroje [-]

1.2. Průřez třísky

Parametry průřezu třísky pro vrtání do plného materiálu a pro vrtání do předvrtané díry jsou uvedeny na obr. 1.2



Obr. 1.2 Průřez třísky při vrtání dvoubřítým nástrojem [2]

Jmenovitá tloušťka třísky:

$$h_D = \frac{f}{2} \cdot \sin \kappa_r \left[\text{mm} \right] \quad (1.5)$$

Jmenovitá šířka třísky při vrtání do plného materiálu:

$$b_D = \frac{D}{2 \cdot \sin \kappa_r} \left[\text{mm} \right] \quad (1.6)$$

Jmenovitá šířka třísky při vrtání do předpracovaného otvoru:

$$b_D = \frac{D-d}{2 \cdot \sin \kappa_r} \quad [\text{mm}], \quad (1.7)$$

kde: κ_r – pracovní úhel nastavení hlavního ostří [°]
 f – posuv na otáčku [mm]

Šířka záběru ostří šroubovitého vrtáku:

a) do plného materiálu

$$a_p = \frac{D}{2} \quad [\text{mm}], \quad (1.8)$$

b) do předpracované díry

$$a_p = \frac{D-d}{2} \quad [\text{mm}], \quad (1.9)$$

Kde: D – průměr vrtáku [mm]

d – průměr předpracované díry

Jmenovitý průřez třísky A_D pro šroubovitý vrták při vrtání do plného materiálu:

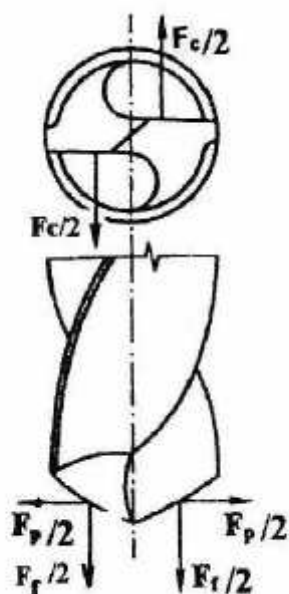
$$A_D = h_D \cdot b_D = a_p \cdot \frac{f}{2} = \frac{D \cdot f}{4} \quad [\text{mm}^2] \quad (1.10)$$

Jmenovitý průřez třísky A_D pro šroubovitý vrták při vrtání do předpracovaného otvoru:

$$A_D = h_D \cdot b_D = a_p \cdot \frac{f}{2} = \frac{(D-d) \cdot f}{4} \quad [\text{mm}^2] \quad (1.11)$$

1.3. Řezné síly

Řezné síly na břitech nástroje jsou názorně vyznačeny na obr. 1.3



F_c – řezná síla
 F_f – posunová síla
 F_p – pasivní síla
 D – průměr nástroje

Obr. 1.3 řezné síly při vrtání [2]

Jednotlivé síly jsou dány dle empirických vzorců:

$$F_c = C_{Fc} \cdot D^{X_{Fc}} \cdot f^{y_{Fc}} \quad [\text{N}] \quad (1.12)$$

$$F_f = C_{Ff} \cdot D^{X_{Ff}} \cdot f^{y_{Ff}} \quad [\text{N}], \quad (1.13)$$

kde: C_{Fc} , C_{Ff} – konstanty vyjadřující vliv materiálu [-]
 X_{Fc} , X_{Ff} – exponenty vyjadřující vliv průměru nástroje [-]
 y_{Fc} , y_{Ff} – exponenty vyjadřující vliv posuvu na otáčku [-]
 D – průměr nástroje [mm]
 f – posuv na otáčku [mm]

- pokud je nástroj správně naostřen, pak z rovnice rovnováhy vyplyne:

$$F_p = 0 \quad (1.14)$$

Příklady hodnot jednotlivých konstant a exponentů je v tab. 1.1

Obráběný materiál	C_{Fc}	X_{Fc}	y_{Fc}	C_{Ff}	X_{Ff}	y_{Ff}
Ocel $R_m=750\text{Mpa}$	3650	0,9	0,78	865	1	0,72
Litina 200HB	2450	0,85	0,8	630	1	0,78

Tab. 1.1 hodnoty konstant a exponentů pro výpočet řezné síly a posunové síly [2]

Řezný výkon při vrtání se určí pomocí vztahu:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60 \cdot 2 \cdot 10^3} = \frac{F_c \cdot v_c}{12 \cdot 10^4} \quad [\text{kW}], \quad (1.15)$$

Kde: F_c se určí dle vztahu (1.12)
 v_c se určí dle vztahu (1.1)

1.4. Strojní čas

Jednotkový strojní čas při vrtání průchozí díry šroubovým vrtákem se vyjádří na základě obr. 1.4 a pomocí následujícího vztahu: [3]

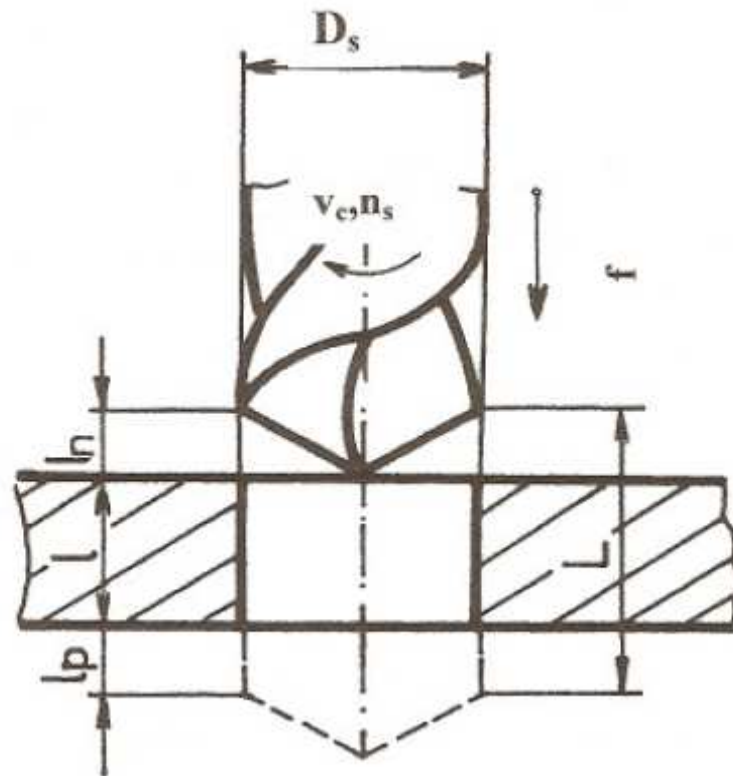
$$t_{AS} = \frac{L}{f \cdot n_s} = \frac{l + l_n + l_p}{f \cdot n_s} \quad [\text{min}], \quad (1.16)$$

kde: l – délka vrtané díry
 l_n – délka náběhu
 l_p – délka přeběhu
 f – posuv na otáčku
 n_s – otáčky vrtáku

Pro vrtáky s úhlem $2\kappa_r = 118^\circ$ bude:

$$l_p = 0,5D \cdot \text{tg} 31^\circ + (0,5 \text{ až } 1) \cong 0,3D + (0,5 \text{ až } 1) \quad [\text{mm}] \quad (1.17)$$

$$l_n = (0,5 \text{ až } 1) \quad [\text{mm}] \quad (1.18)$$



obr. 1.4 Dráha nástroje ve směru posuvu při vrtání díry [3]

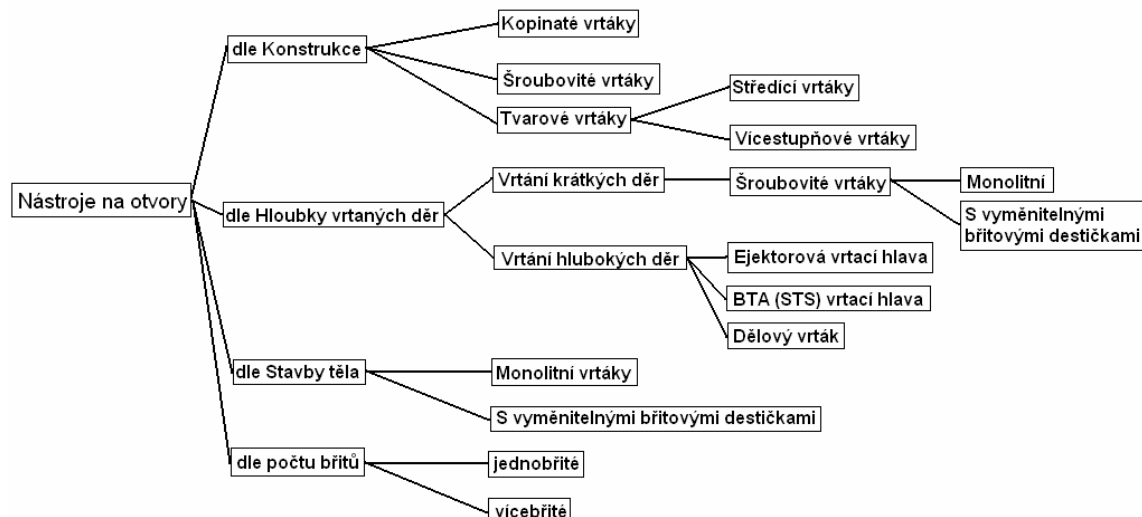
$\varnothing D$	0,25	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
Náběh [mm]	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	2	3	3	4	4	5
Přeběh [mm]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1
$\varnothing D$	18	20	22	24	27	30	36	42	48	52	60	70	
Náběh [mm]	5	7	7	7	8	10	12	14	15	17	20	21	
Přeběh [mm]	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	

tab. 1.2. Stanovení náběhů a přeběhů při vrtání [1]

2. Nástroje na otvory

V průmyslu existuje celá řada nástrojů pro výrobu děr a otvorů. Ty se zpravidla dělí podle několika hledisek. Rozdělení je uvedeno na obr. 2.1. Pro volbu nástroje hraje důležitou roli, jaký otvor chceme vyrobít, tzn. velikost, hloubka, přesnost. Dále musíme brát na vědomí, do jakého materiálu se bude otvor vyhotovovat. Podle materiálu obrobku a nástroje se pak určí řezné podmínky.

Rozdělení:



Obr. 2.1. Rozdělení nástrojů pro otvory

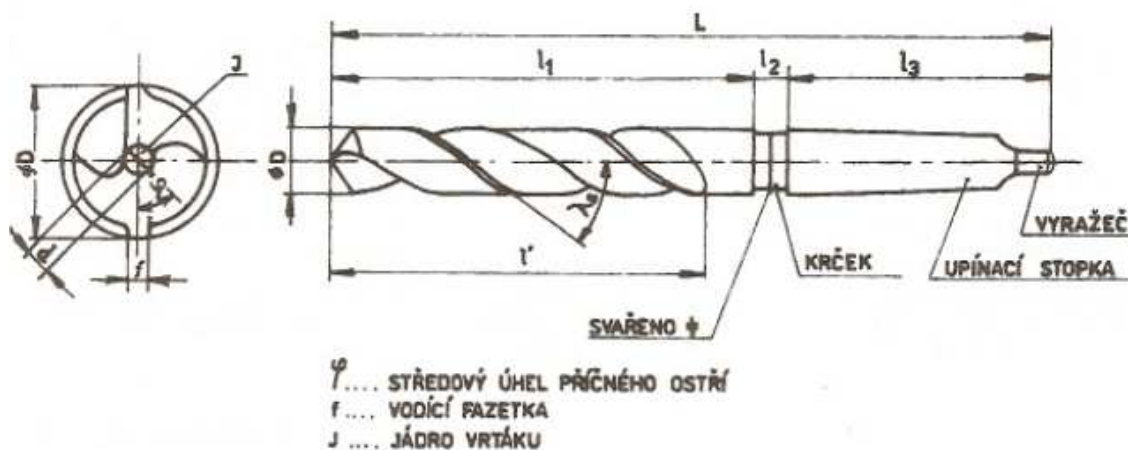
2.1. Nástroje dle konstrukce

2.1.1. Šroubovitě vrták

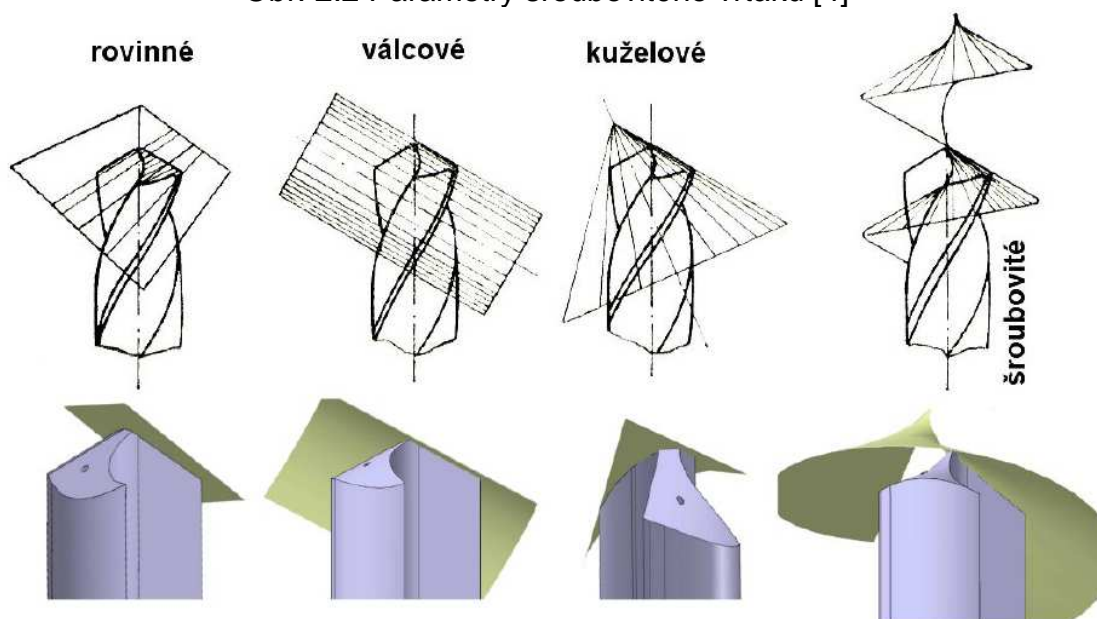
Šroubovitě vrtáky jsou nejrozšířenějším a nejpoužívanějším nástrojem ve vrtání děr. Z velké části jsou to dvoubřité rozměrové nástroje, které se používají na vrtání děr do plného materiálu, k rozšiřování již předvrtaných děr, dále k předvrtání pro výhrubníky, výstružníky, vnitřní závity.

Šroubovitě vrták se skládá z válcového těla, na kterém jsou vytvořeny dvě protilehlé drážky pro odvod třísky a pro přívod řezné kapaliny. Drážky mají úhel stoupání, který označujeme λ_S . Toto stoupání není u všech vrtáků stejné a liší se podle toho, jaký materiál chceme obrábět. Pro oceli, litiny a slitiny hliníku je $\lambda_S=30^\circ$, pro vrtání do hliníku a do m.ědi $\lambda_S=40^\circ$, pro bronz, mosaz a plastické hmoty je $\lambda_S=15^\circ$. Jmenovitý průměr D je měřen na konci vrtáku, protože vrták se směrem ke stopce kuželově zužuje (0,12:100), za účelem menšího tření a tím i menšího tepelného namáhání, zatímco jádro se směrem od špičky ke stopce zvětšuje (1:130). Úhel špičky $\varepsilon_r=2\kappa_r$ volíme dle obráběných materiálů, pro oceli a slitiny hliníku $\varepsilon_r=110^\circ$ až 130° , pro litinu $\varepsilon_r=95^\circ$, pro hliník a m.ěd $\varepsilon_r=140^\circ$, pro plastické hmoty $\varepsilon_r=80$ až 100° , pro mosaz a bronz $\varepsilon_r=120^\circ$. Za funkční částí vrtáku se nachází krček a upínací stopka. Upínací stopka může být válcová (do průměru $D=20\text{mm}$), anebo kuželová (od $D=10$ do $D=100\text{mm}$). Šroubovitě vrták má poměrně složitou geometrii, úhel

čela a hřbetu jsou podél hlavního ostří proměnné. Optimální úhel čela se měří na vnějším průměru vrtáku a směrem k ose se tento úhel zmenšuje, někdy až k nule, ale může dosáhnout i záporných hodnot, což je nežádoucí vzhledem k nulové řezné rychlosti v ose nástroje. Šroubovitý vrták se ostří pouze na čele a způsoby podbroušení jsou uvedeny na obr. 2.3. [4] [5]



Obr. 2.2 Parametry šroubovitého vrtáku [4]



Obr. 2.3 Způsoby podbroušení šroubovitého vrtáku [5]

2.1.2. Kopinatý vrták

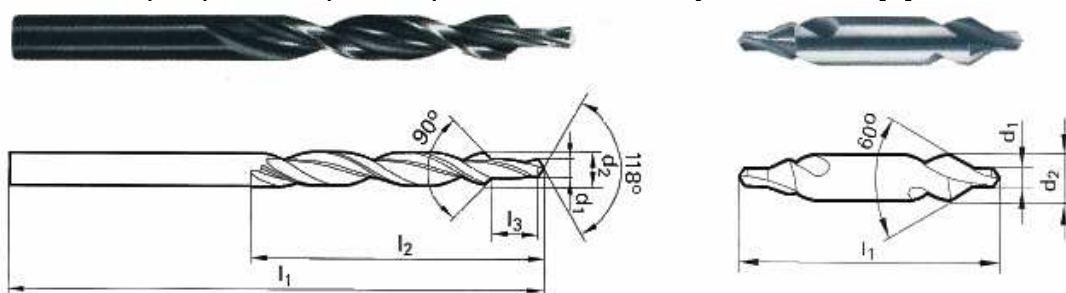
Kopinaté vrtáky jsou velmi tuhé a je možno s nimi vrtat díry bez navrtávání od průměru 28mm do 128mm, při poměru menším než $L/D=3:1$. Drsnost povrchu těchto děr je horší než u vrtání šroubovitým vrtákem. Kopinaté vrtáky se vyrábí buď monolitní, anebo častěji s vyměnitelnými destičkami z rychlořezné oceli nebo slinutého karbidu. Destičky mají speciální tvar a na hřbetu je vybroušena fazetka, a to pro menší tření v díře. [2]



Obr. 2.4 Kopinatý vrták firmy Gühring [7]

2.1.3. Tvarové vrtáky

Tyto vrtáky umožňují slučovat několik operací dohromady. Slouží k vytváření odstupňovaných otvorů, podle počtu odstupňování rozlišujeme dvoustupňové a vícestupňové. Nejčastější sloučení operací je vrtání a zahloubení, dále vrtání a válcové zahloubení, vrtání a vyhrubování, vrtání a vystružování atd. Výroba těchto vrtáků je poměrně nákladná a používají se většinou v sériové a hromadné výrobě. Zvláštní skupinou tvarových vrtáků jsou středící vrtáky. Tyto nástroje se používají pro navrtávání tvarových důlků pro upínání obrobků do hrotů nebo pro přesnou polohu při vrtání šroubovým vrtákem. [4]

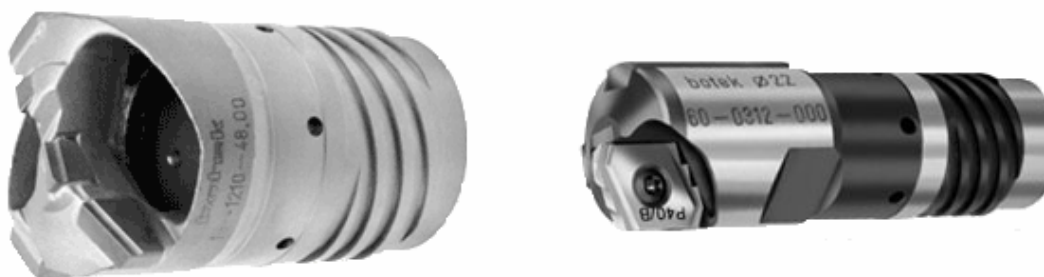


obr. 2.5. Dvoustupňový vrták a středící vrták firmy Gühring [7]

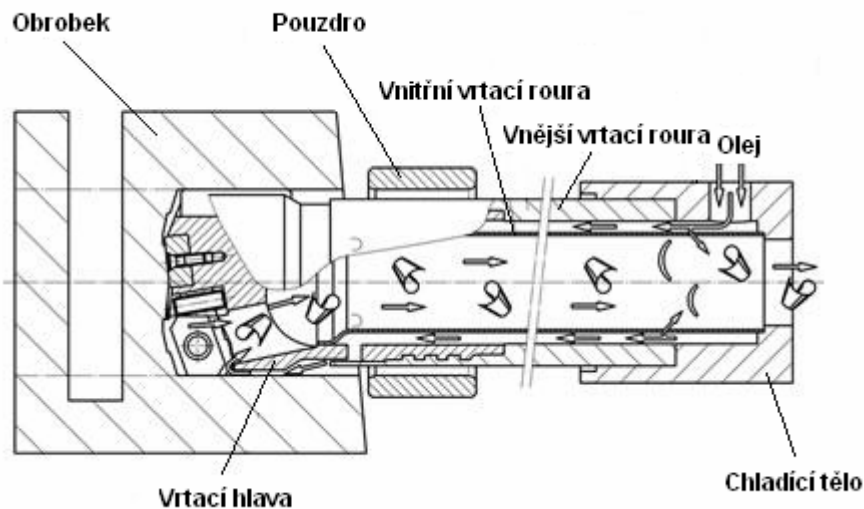
2.2. Nástroje pro vrtání hlubokých děr

2.2.1. Ejektorové vrtací hlavy

Ejektorový neboli tzv. dvoutrubkový systém je odvozený z principu vrtání systémem BTA. Tato metoda se může použít na běžných obráběcích strojích, ale i na CNC centrech. Tímto systémem můžeme vrtat díry do hloubky až $100 \times D$. Ejektorová hlava je složena z vrtací hlavice, která se našroubuje do vnější vrtací trubky. Chladicí kapalina je dodávána na vnitřní trubku přes chladicí tělo a je hnána pod tlakem mezi vnější a vnitřní trubku. Dále pokračuje přes vnější trubku až vrtací hlavě, kde strhává třísku a odvádí ji vnitřní trubicou ven. Těmito hlavami můžeme vrtat průměry od 18,4 mm až do 200 mm [9]



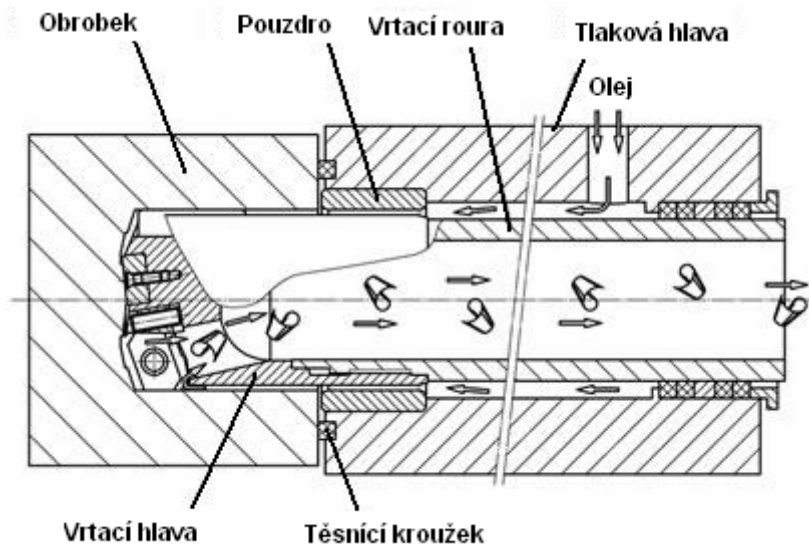
Obr 2.6. Ejektorové vrtací hlavy s pájenými destičkami a vyměnitelnými destičkami [9]



Obr. 2.7. Princip ejektorového vrtání [9]

2.2.2. Vrtací hlavy BTA(STS)

Systém BTA (STS) je vysokovýkonný vrtací proces typický použitím pro velké průměry v hloubce až $100 \times D$. Tyto nástroje jsou konstruovány pro různé materiály. Řezná kapalina je přiváděna tlakovou hlavou mezi vrtací trubku a vrtací pouzdro, dále teče k vrtací hlavě, kde ji maže a zde odstraňuje třísku. Kapalina se pak odvádí do vnitřní trubky zpět k filtru a k nádobě s kapalinou. [9]



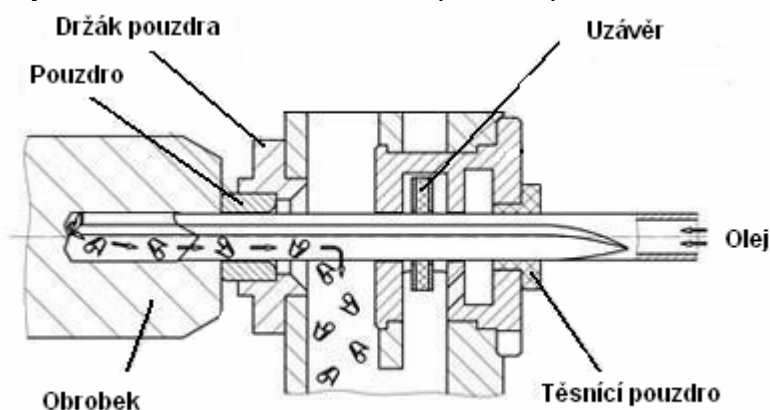
Obr. 2.8. Princip vrtání systémem BTA [9]



Obr.2.9. Nástroje pro vrtání systémem BTA [9]

2.2.3. Dělové vrtáky

Dělové vrtáky jsou vysokovýkonné vrtací nástroje a používají se pro vrtání hlubokých děr od hloubky vrtání $10xD$ a pro průměry od 0,5 mm až do 80 mm. Tímto nástrojem se dají vytvářet i krátké otvory. Po obrábění nám vznikne nejen dobrý povrch otvoru, ale i minimální odchylka průměru. Řezná kapalina je pod velkým tlakem dopravena drážkami v nástroji až k břitům, kde tak odvádí teplo, snižuje tření a pomáhá odvádět třísky drážkou ve vrtáku. Dělové vrtáky se vyrábí jednobřité i dvoubřité. Ve zvláštních případech se používají jednobřité vrtáky s výměnnými břity a výměnnými vodícími lištami. Nástroje mohou být použity na různých strojích a obráběcích centrech s dostatečným filtračním systémem a s dostatečnou kapacitou pro řezné médium. [9]



Obr. 2.10. Princip vrtání dělovým vrtákem [9]



Obr. 2.11. Dvoubřitý dělový vrták a dělový vrták s výměnitelnými břitovými destičkami [9]

2.2.4. Spirálové dělové vrtáky

Jsou zvláštním případem nástrojů pro hluboké vrtání, jež vyvinula německá firma Gühring. Jsou to monolitní vrtáky ze slinutého karbidu a konce jsou povlakované TiAlN. Stavba vrtáku je stejná jako u šroubovitého vrtáku s vnitřním chlazením s tím rozdílem, že je podstatně delší a má speciálně konstruované drážky pro optimální odvod třísek z díry. Využívají se větší posuvy a větší řezné rychlosti, čímž se dosahuje menších strojních časů. Vrtáky se vyrábí v délkách 20xD, 25xD a 30xD. [12]



Obr. 2.12. Spirálové dělové vrtáky [12]

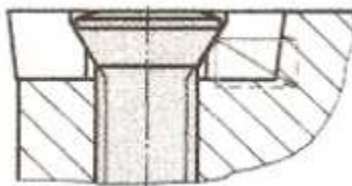
2.3. Nástroje dle stavby těla

2.3.1. Monolitní vrtáky

Jsou to nástroje, které jsou celé vyrobené z jednoho materiálu – buď z rychlořezné oceli, nebo ze slinutého karbidu, řezné keramiky, cermetu atd. Konstrukcí se většinou jedná o šroubovité vrtáky.

2.3.2. Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami

Jelikož řezná rychlost není po obvodu hlavního ostří konstantní, pak se používá v místech s větší řeznou rychlostí povlakované destičky vyrobené ze SK. V místech s menší řeznou rychlostí se používají nepovlakované destičky z SK. Toto uspořádání nám zajistí, že při výměně můžeme vyměnit obě tyto destičky najednou, protože trvanlivost destiček je přibližně stejná. Tyto vrtáky mají vyměnitelné břitové destičky upevněny na tělese pomocí šroubů se zapuštěnou hlavou (obr. 2.13.). Mají velmi široké uplatnění, a to nejen ve vrtání, ale i v přidružených operacích jako jsou soustružení vnitřního tvaru, vnější soustružení a soustružení čela. Pro vysoké výkony by měly být destičky opatřeny stabilními břity a utvařeči třísek. Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami jsou vhodné k použití na vrtání nepravidelných ploch, jako jsou plochy konvexní, konkávní, šikmé, nepravidelné atd., ovšem doporučený posuv musí být zmenšen. [5]



Obr. 2.13. Upevnění destičky pomocí šroubu se zapuštěnou hlavou [4]



Obr. 2.14. Vrták s vyměnitelnými břitovými destičkami firmy Sandvik Coromant [8]

2.3.3. Vrták s vyměnitelnou špičkou

Je zhotoven ve dvou základních provedeních – se špičkou v provedení břitové destičky nebo s vyměnitelnou hlaví. Hlavice a destičky jsou převážně vyrobeny z monolitního slinutého karbidu, a to jak povlakovaného, tak i nepovlakovaného. Hlavice mají různou geometrii v závislosti na druhu obráběného materiálu. [5]



Obr. 2.15. Vrták s vyměnitelnou špičkou a s vyměnitelnou hlaví [7] [10]

2.4. Přehled řezných podmínek

Řezné podmínky závisí na obráběném materiálu, na průměru nástroje a na řezném prostředí. V tomto přehledu jsem uvažoval s maximálním možným posuvem a řeznou rychlostí pro vrtání do běžné konstrukční oceli s pevností nad 500Mpa s použitím řezné kapaliny.

Nástroj	Průměr nástroje [mm]	Řezná rychlost [m/min]	Posuv [mm/ot]
Monolitní šroubovitý vrták z HSS	20	40	0,4
Monolitní šroubovitý vrták ze SK	20	120	0,4
Kopinatý vrták s pájenými břity ze SK	20	25	0,16
Dvoustupňový vrták	11	25	0,2
Ejektorová vrtací hlava	60	90	0,28
BTA (STS) vrtací hlava	60	90	0,28
Dělový vrták	10	85	0,04
Dělový vrták s VBD	10	80	0,055
Spirálový dělový vrták	10	110	0,4
Vrták s VBD	20	140	0,12
Vrták s vyměnitelnou špičkou	20	105	0,315

Tab. 2.1. Přehled řezných podmínek

3. Nástroje firmy Gühring

Gühring je jedním z nejvýznamnějších výrobců rotačních obráběcích nástrojů na světě. Jejich aktuální program produktů zahrnuje více než 1600 různých typů nástrojů. Jako první v roce 1980 použila u vrtáků povlak TiN a výrazně tak zvýšila výkon těchto nástrojů. Firma je zastoupena v 56 zemích světa. [7]

3.1. Označování nástrojových materiálů

Firma Gühring používá vlastní značení nástrojových materiálů z důvodu lepší orientace při výběru nástroje z katalogu. K těmto značkám můžeme jednoduše přiřadit materiál dle Evropské normy. [7]

3.1.1. Rychlořezné oceli

Řadí se do pěti skupin s označením HSS, HSS-E, HSS-E-PM, HSCO a M42 a mají tyto vlastnosti: [7]

HSS – Standardní řezný materiál pro univerzální použití

HSS-E – Řezný materiál vysoce odolný proti otěru

HSCO – Vysoká tepelná odolnost, při nepříznivém chlazení

HSS-E-PM – Vysoká tvrdost, tepelná odolnost a stabilita řezné hrany

M42 – Vhodné pro těžkoobrobitelné materiály

3.1.2. Supertvrdé řezné materiály

Jako supertvrdé řezné materiály používá firma Gühring Polykrystalický diamant označovaný PCD, Polykrystalický nitrid boru označovaný CBN a cermety. Tyto materiály se používají výhradně k výrobě vyměnitelných břitových destiček. [7]

3.1.3. Slinuté karbidy

Slinuté karbidy jsou rozděleny do šesti aplikačních skupin, které jsou označeny písmeny P, M, K, S, N, H. Aplikační skupiny nám určují, jaké materiály lze jednotlivými nástroji ze Slinutého karbidu obrábět. [7]

Aplikační skupiny:

P – Železné kovy s dlouhou třískou kromě nerezových a austenitizačních ocelí

M – Austenitické nerezové oceli, austeniticko/feritické oceli a lité oceli

K – Všechny druhy šedé litiny a kujné litiny

S – Žáruvzdorné slitiny a slitiny titanu

N – Neželezné kovy

H – Kalené oceli a tvrzené litiny

3.2. Povrchová úprava nástrojů

Povrchovou úpravou se zde myslí povlakování a nitridování. Povlaky nám zvyšují odolnost proti opotřebení a zvyšují trvanlivost nástroje. Označování jednotlivých způsobů nitridování a povlaků: [7]

- Bez povlaku
- Nitridovaný ve vodní páře
- ◐ Nitridované fazety – Doporučené pro obrábění šedé litiny, pro hliník, plasty, oceli s vysokým obsahem perlitu aj.
- Černěný – Parou upravované nástroje mohou zabránit vzniku nalepování materiálu. Jsou vhodné pro obrábění slitin železa.
- ⓐ Povlak A (TiAlN) – Jednovrstvý povlak díky vysoké tvrdosti a chemické stabilitě je vhodný pro použití na nástrojích ze slinutých karbidů pro abrazivní použití.
- ⓐ Povlak Super A (AlTiN) – Používá se výhradně na nástrojích ze slinutého karbidu, používá se na obrábění těžkoobrobitelných materiálů.
- Ⓒ Povlak C (TiCN) – Tento povlak je vhodný pro nástroje s vysokým mechanickým zatížením, zejména pro nástroje vytvářející závit.
- ⓕ Povlak F nebo R (FIRE nebo nanoFIRE) – Vícevrstvý povlak TiAlN/TiN se používá na šroubovitých vrtácích z rychlořezné oceli a ze slinutého karbidu. Vyznačuje se velkou odolností proti opotřebení a má dobrou tepelnou stabilitu.
- Ⓟ Povlak P (AlCrN) – Vysoká odolnost proti opotřebení a proti oxidaci, vysoká tvrdost i za vyšších teplot.
- Ⓢ Povlak S (TiN) – Používá se jak na nástroj vyrobený z rychlořezné oceli, tak i na nástroj ze slinutého karbidu.
- Ⓜ Povlak M (MolyGlide) – MolyGlide je tenký povlak snižující tření, používá se pro obrábění za sucha nebo pro obrábění s minimálním množstvím kapaliny.

3.3. Produkce nástrojů na otvory

Firma Gühring se zaměřuje na výrobu monolitních vrtáků, proto jsou tyto nástroje k dispozici v různých provedeních. Dále tato firma produkuje také vrtací nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami v provedení s vyměnitelnou špičkou.

Monolitní šroubovitě vrtáky se dělí na dvě velké skupiny – na tzv. Ratio vrtáky a na Spirálové vrtáky. [7]

Ratio vrtáky

Tyto nástroje jsou vyrobeny v mnoha provedeních, v provedení dvoubřitém jsou tyto nástroje značeny takto: RT 100R, RT 100U, RT 100G, RT 100R, RT

100T, RT 80U, RT 150GG, RT 150GN a v provedení třibřitém: FT 200G, GS 200U, GS 200G, GS 200F.

Nástroje jsou vyrobeny buď s válcovou stopkou, nebo s válcovou stopkou se šikmou upínací plochou a s kanálky pro vnitřní chlazení, nebo bez nich. [7]

Spirálové vrtáky

Tyto nástroje jsou označovány takto: N,W, H, GT 100, GT 80, GT 80IK, GT 50, GT 500, GV 120, GU 500, DK 77, P 2000, VA, Ti, Duro 150.

Spirálové vrtáky se vyrábí v provedení s válcovou stopkou nebo kuželovou stopkou (Morse kužel), s kanálky pro vnitřní chlazení nebo bez nich, s monolitní šroubovicí nebo s pájenými destičkami ze slinutého karbidu. [7]

Vrták s vyměnitelnou břitovou špičkou

Tento nástroj má dvě části, držák vyměnitelných břitů a vyměnitelný břit. Držák je zkonstruován ve dvou provedeních a je označen HT 800 nebo RT 800. Konce držáků jsou opatřeny válcovou stopkou se šikmou upínací plochou. Vyměnitelné břitové destičky jsou vyrobeny opět ve dvou provedeních. Pro držák HT 800 má destička vodící čep oproti destičce pro držák RT 800. Tímto vrtákem vrtáme hloubky 3xD, 5xD a 7xD, což nám značně omezuje možnosti použití. [7]

3.4. Postup při výběru nástroje

Při výběru nástroje se musí vycházet z geometrie vyráběného otvoru a z materiálových vlastností obráběného materiálu. Základní řazení nástrojů v katalogu je podle druhu nástroje (popsané viz výše) a podle hloubky vrtání. Jestliže už máme vybrán nástroj a požadovanou délku nástroje, pak musíme zjistit řezné podmínky. Do skupiny materiálu přiřadíme náš obráběný materiál a pro námi zvolený nástroj vyhledáme řeznou rychlost a kód řady posuvu. Podle tabulky posunových řad (obr. 3.1.) si pro náš průměr vrtáku a kódu posuvu vyhledáme posuv. Pokud se stane, že pro námi zvolený nástroj a obráběný materiál je políčko řezné rychlosti a kódu řady posuvů prázdné, pak tento nástroj není vhodný a musíme zvolit nástroj jiný. [7]

Vc m/min	VR- Code	Bohrer-Ø mm	Vorschubreihen-Code								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	6		f (mm/U)								
80	5	2,00	0,020	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,127
100	7	2,50	0,025	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,150
90	7	3,15	0,032	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,150
90	7	4,00	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,180
90	7	5,00	0,040	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,257
80	6	6,30	0,050	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,308
80	6	8,00	0,063	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,370
80	6	10,00	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,440
80	6	12,50	0,080	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,523
60	6	16,00	0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,633
		20,00	0,125	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,752
		25,00	0,160	0,200	0,250	0,315	0,400	0,500	0,630	0,800	0,893

Obr. 3.1. Tabulka řezných rychlostí a posunových řad [7]

4. Nástroje firmy Sandvik Coromant

4.1. Vrták CoroDrill delta C

Monolitní vrtáky z povlakovaného slinutého karbidu a z karbidu s označením R840, R842, R850, R841. Slinuté karbidy se rozdělují do šesti aplikačních skupin stejně, jako je rozděleno v kap. 3.1.3. Nástroje jsou povlakovány TiN vrstvou, vícevrstevným povlakem TiN/TiAlN, AlCrN nebo TiAlN povlakem. Vrtáky CoroDrill Delta-C jsou k dispozici s válcovou stopkou, anebo se stopkou se šikmou upínací plochou. [8] [13]

4.2. Vrták Coromant delta

Nástroj je osazen pájenými karbidovými břity s povlakem TiN, drážky jsou laserem tvrzené, a to pro lepší odvod třísky. Jsou to vysoce produktivní vrtáky pro vrtání děr s úzkými tolerancemi. Vyrábí se s válcovou stopkou opatřenou ploškou, anebo s válcovou stopkou opatřenou šikmou upínací plochou. [8] [15]

4.3. Vrták Corodrill 880

Vrták je opatřen vyměnitelnými břitovými destičkami (VBD), které jsou uspořádány podle Step technologie, tzn. že jedna destička je upevněna na střed a druhá je upevněna na obvod držáku. Podle uspořádání geometrií jednotlivých břitových destiček rozeznáváme několik skupin: [8] [13]

Uspořádání destiček –LM:

Toto uspořádání je vhodné pro materiály tvořící dlouhou třísku například nízkouhlikové a korozivzdorné oceli, používá se pro střední hodnoty posuvu a VBD mají ostrý pozitivní břit.

Uspořádání destiček –GM:

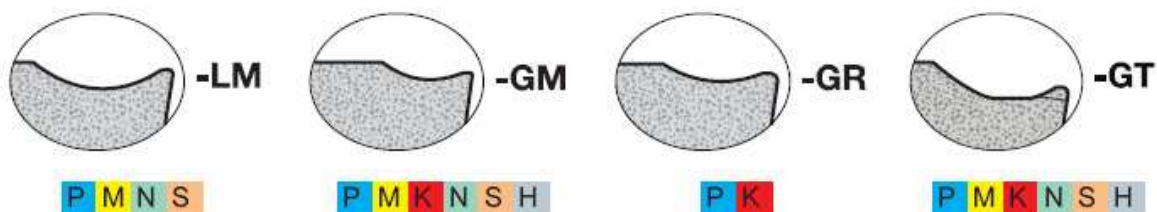
Dobrá kontrola utváření třísky v širokém rozsahu posuvů, základní volba pro většinu materiálů.

Uspořádání destiček –GR:

Pro obrábění oceli a litiny s vysokou rychlostí posuvu. VBD jsou s pevným zesíleným břitem, které se používají ke hrubování.

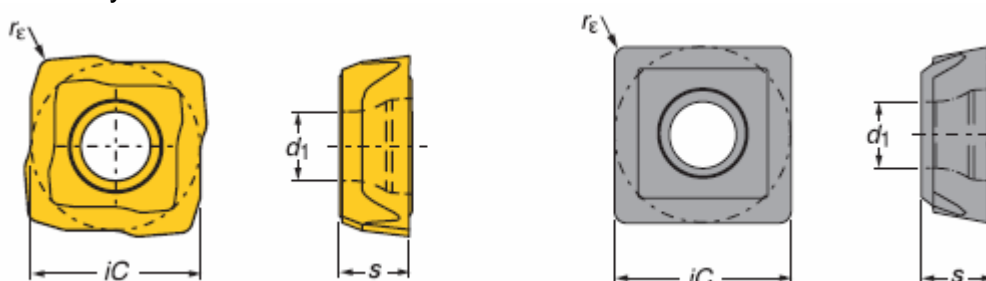
Uspořádání destiček –GT:

Je vhodné pro nestabilní podmínky a přerušované řezy, pro nízké až vysoké rychlosti posuvu. Velmi pevný zesílený břit.



Obr. 4.1. Uspořádání geometrie destiček a jejich materiálový rozsah [8]

Jelikož na středu je jiná hodnota řezné rychlosti než na obvodu nástroje, pak i vyměnitelné břitové destičky budou rozdílné. Je to z důvodu rovnoměrného opotřebení a jejich následné výměny. Obvodové a středové destičky jsou zobrazeny na obr. 4.2.



Obr. 4.2. VBD na středu nástroje a VBD na okraji nástroje [13]

Nástroj CoroDrill 880 je možno použít jako stacionární vrták na soustruhu, anebo jako klasický rotující vrták. Držák pro VBD se vyrábí s válcovou stopkou nebo s upínacím systémem Coromant Capto.

4.4. Vrták CoromantU

Do této kategorie patří vrtáky pro zahlubování na šroub s vnitřním šestihranem R416.21 a ponorné vrtáky R416.22. Výběr břitových destiček je podobný jako u nástroje CoroDrill 880. [8] [13]

4.5. Postup při výběru nástroje

Při výběru nástroje u firmy Sandvik Coromant postupujeme podobně jako u firmy Gühring. Nejprve zvolíme typ nástroje, kterým chceme vytvářet otvor. Dále podle průměru délky otvoru v obrobku vybereme vhodný vrták. Následně se musíme ujistit, zda námi zvolený nástroj je schopen vytvořit otvor do obrobku. To zjistíme podle toho, jestli je u třídy nástroje umístěna hvězdička. Tato hvězdička značí vhodnost nástroje. Po zvolení vrtáku musíme určit řezné podmínky. Nejjednodušším způsobem je vyhledat na webových stránkách firmy Sandvik Coromant aplikaci modul řezných podmínek (viz obr.), zde zadat příslušné hodnoty námi vybraného materiálu a obrobku a následné vygenerování doporučených řezných podmínek. [8] [13]

Materiál obrobku		
Národní norma	DIN	
Oznacení	115CrV3	Tvrdost 200 HB
Třída VBD		
	1220	
Parametry		
Prumer vrtáku (Dc):	6	mm
Hloubka díry (L):	30	mm
<u>vcMin</u> - <u>vcMax</u>	Rezná rychlost (vc):	Otáčky vřetena (n):
70 - 120	84 m/min	4456 ot/min
<u>fnMin</u> - <u>fnMax</u>	Posuv (fn):	Posuv (vf):
0.1 - 0.2	0.15 mm/r	668 mm/min

Obr. 4.3. Aplikace modul řezných podmínek firmy Sandvik Coromant [11]

5. Porovnání jednotlivých nástrojů

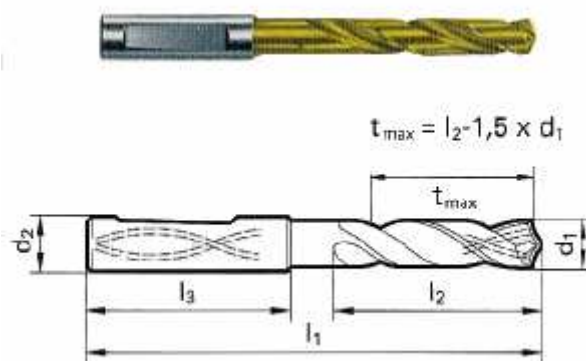
V této kapitole porovnám nástroje firmy Gühring a Sandvik Coromant, jež jsem popsal v kapitolách výše. Vyberu nástroj z katalogu a určím jeho řezné podmínky. Následně tyto údaje vyhodnotím.

5.1. Porovnání monolitních vrtáků ze slinutého karbidu

Pro příklad použiji případ, kdy je potřeba vyhotovit průchozí otvor do nelegované oceli (pevnost v tahu < 700Mpa) o průměru 20mm a hloubky 70mm.

5.1.1. Nástroj firmy Gühring

Od firmy Gühring jsem z katalogu vybral dvoubřitý ratio vrták s označením RT 100F povlakovaný TiN, v provedení s válcovou stopkou se šikmou upínací plochou a vnitřním chlazením. Čelo má podbroušeno kuželovým výbrusem. [7]



Obr. 5.1 Ratio vrták RT 100F [7]

Parametry nástroje:

$$d_1 = 20\text{mm}$$

$$d_2 = 20\text{mm}$$

$$l_1 = 153\text{mm}$$

$$l_2 = 101\text{mm}$$

$$l_3 = 50\text{mm}$$

$$\kappa_r = 70^\circ$$

Doporučené řezné podmínky:

$$v_c = 80\text{m/min}$$

$$f = 0,5\text{mm/ot}$$

Výpočet strojního času pro vyvrtání jednoho otvoru:

Pro výpočet použiji vztah 1.16. a dosadím do něj příslušné hodnoty. Velikost náběhu a přeběhu určím z tab. 1.2. Mezitím si ale musíme vypočítat otáčky z řezné rychlosti ze vztahu 1.1.

Výpočet teoretických otáček:

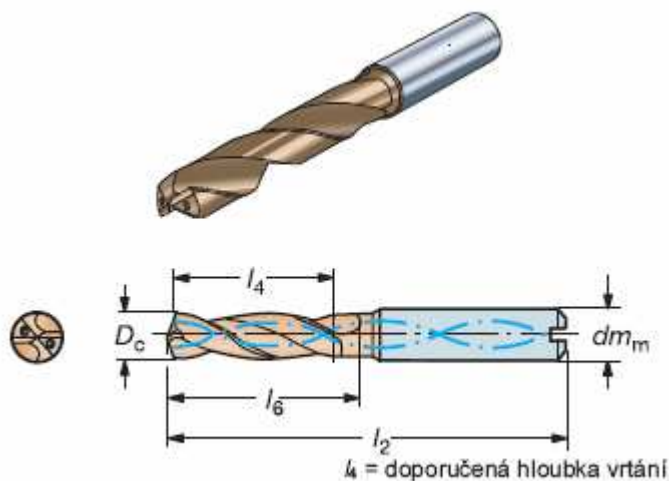
$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 80}{\pi \cdot 20} = 1273,24 \text{ ot/min}$$

Strojní čas:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{l + l_n + l_p}{n \cdot f} = \frac{70 + 7 + 1}{1273,24 \cdot 0,5} = 0,1225 \text{ min}$$

5.1.2. Nástroj firmy Sandvik Coromant

Od firmy Sandvik Coromant jsem vybral vrták CoroDrill Delta C s označením R840 v provedení s válcovou stopkou. Nástroj má vnitřní kanálky pro přívod řezné kapaliny a je povlakován vícevrstevným povlakem TiN/TiAlN. [13]



Obr. 5.2. Vrták CoroDrill Delta C R840 [13]

Parametry nástroje:

$$D_c = 20 \text{ mm}$$

$$d_{mn} = 20 \text{ mm}$$

$$l_2 = 153 \text{ mm}$$

$$l_4 = 72 \text{ mm}$$

$$l_6 = 101 \text{ mm}$$

$$\kappa_r = 70^\circ$$

Doporučené řezné podmínky:

$$v_c = 84 \text{ m/min}$$

$$f = 0,3 \text{ mm/ot}$$

Výpočet teoretických otáček:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 84}{\pi \cdot 20} = 1336,9 \text{ ot/min}$$

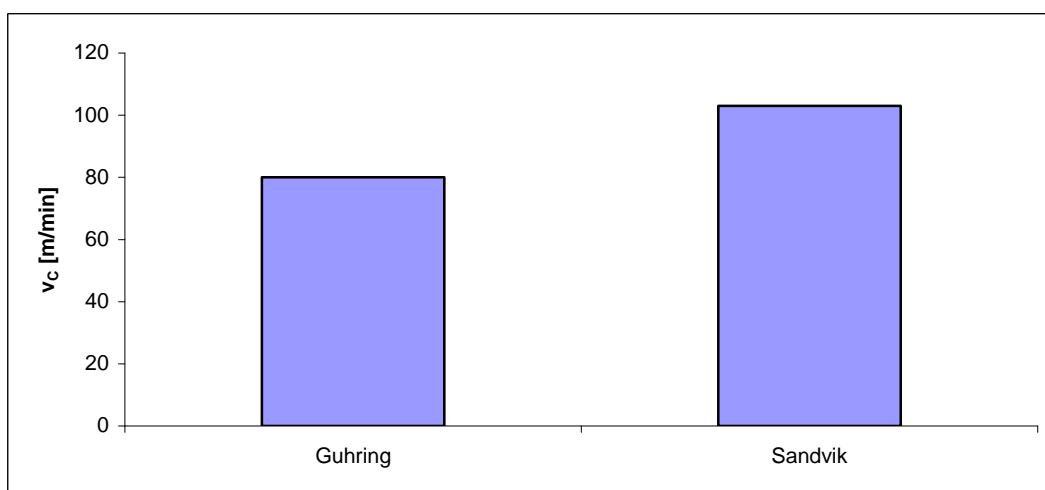
Strojní čas:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{l + l_n + l_p}{n \cdot f} = \frac{70 + 7 + 1}{1336,9 \cdot 0,3} = 0,1944 \text{ min}$$

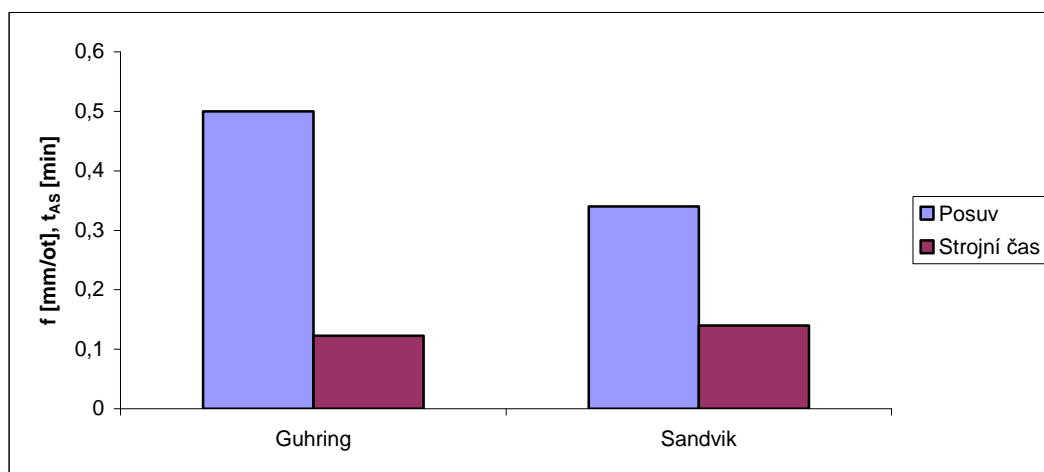
5.1.3. Srovnání hodnot

	v_c [m/min]	f [mm]	n [min ⁻¹]	t_{as} [min]
Gühring	80	0,5	1273,24	0,122522
Sandvik	84	0,3	1336,902	0,19448

Tab. 5.1. Hodnoty pro monolitní nástroje



Graf 5.1. Srovnání monolitních vrtáků podle řezné rychlosti



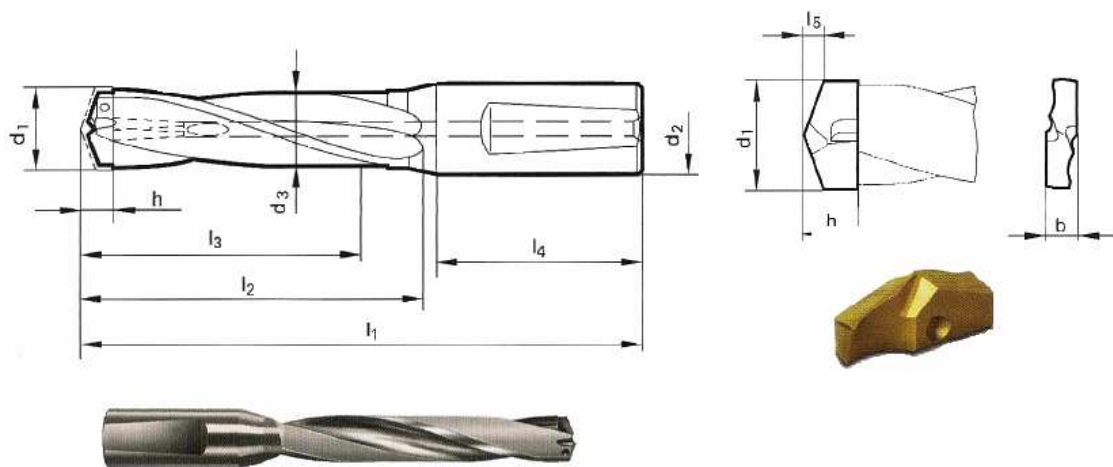
Graf 5.2. Srovnání monolitních vrtáků podle posuvu a strojního času

5.2. Porovnání nástrojů s vyměnitelnými břitovými destičkami

Pro příklad použijí stejný případ jako v kapitole 6.1., kdy je potřeba vyhotovit průchozí otvor do nelegované oceli (pevnost v tahu < 700Mpa) o průměru 20mm a hloubky 70mm.

5.2.1. Nástroj firmy Gühring

Od firmy Gühring jsem vybral z katalogu nástroj s označením RT 800 WP v provedení délky 5xD, nástroj se upíná za válcovou stopku se šikmou upínací plochou. Vyměnitelná břitová destička je vyrobena z monolitního slinutého karbidu a je povlakovaná povlakem TiN. [7]



Obr. 5.3. Vrták s VBD RT 800 WP [7]

Parametry držáku:

$$\begin{aligned}d_1 &= 20\text{mm} \\d_2 &= 20\text{mm} \\d_3 &= 18,7\text{mm} \\l_1 &= 178\text{mm} \\l_2 &= 124\text{mm} \\l_3 &= 100\text{mm} \\l_4 &= 50\text{mm}\end{aligned}$$

Parametry vyměnitelné břitové destičky:

$$\begin{aligned}d_1 &= 20\text{mm} \\l_5 &= 3,6\text{mm} \\b &= 5\text{mm} \\h &= 8\text{mm}\end{aligned}$$

Doporučené řezné podmínky:

$$\begin{aligned}v_c &= 95\text{m/min} \\f &= 0,4\text{mm/ot}\end{aligned}$$

Výpočet teoretických otáček:

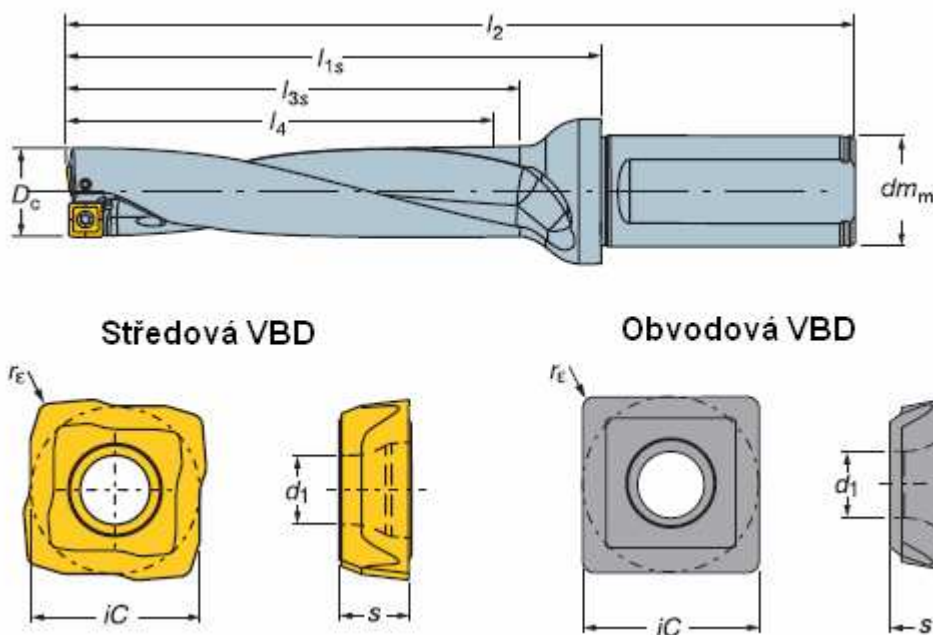
$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 95}{\pi \cdot 20} = 1511,9 \text{ ot/min}$$

Výpočet strojního času:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{l + l_n + l_p}{n \cdot f} = \frac{70 + 7 + 1}{1511,9 \cdot 0,4} = 0,129 \text{ min}$$

5.2.2. Nástroj firmy Sandvik Coromant

Od firmy Sandvik Coromant jsem vybral z katalogu nástroj CoroDrill 880 v provedení délky 5xD. Upínací část je zhotovena z válcové stopky se šikmou upínací plochou. Vyměnitelné břitové destičky jsou označeny velikostí 04 a jejich uspořádání na držáku bude ve tvaru –GM. [13]



Obr. 5.4. CoroDrill 880 s VBD [13]

Parametry držáku:

$$d_{mn} = 25 \text{ mm}$$

$$l_{1s} = 121 \text{ mm}$$

$$l_2 = 177 \text{ mm}$$

$$l_{3s} = 104 \text{ mm}$$

$$l_4 = 100 \text{ mm}$$

Parametry vyměnitelné břitové destičky:

Středová destička:

$$i_c = 6,8 \text{ mm}$$

$$s = 2,8 \text{ mm}$$

$$r_\varepsilon = 0,5 \text{ mm}$$

$$d_1 = 2,8 \text{ mm}$$

Obvodová destička:

$$i_c = 7,4 \text{ mm}$$

$$s = 2,8 \text{ mm}$$

$$r_\varepsilon = 0,5 \text{ mm}$$

$$d_1 = 2,8 \text{ mm}$$

Doporučené řezné podmínky:

$$v_c = 267 \text{ m/min}$$

$$f = 0,07 \text{ mm/ot}$$

Výpočet teoretických otáček:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 267}{\pi \cdot 20} = 4249,4 \text{ ot/min}$$

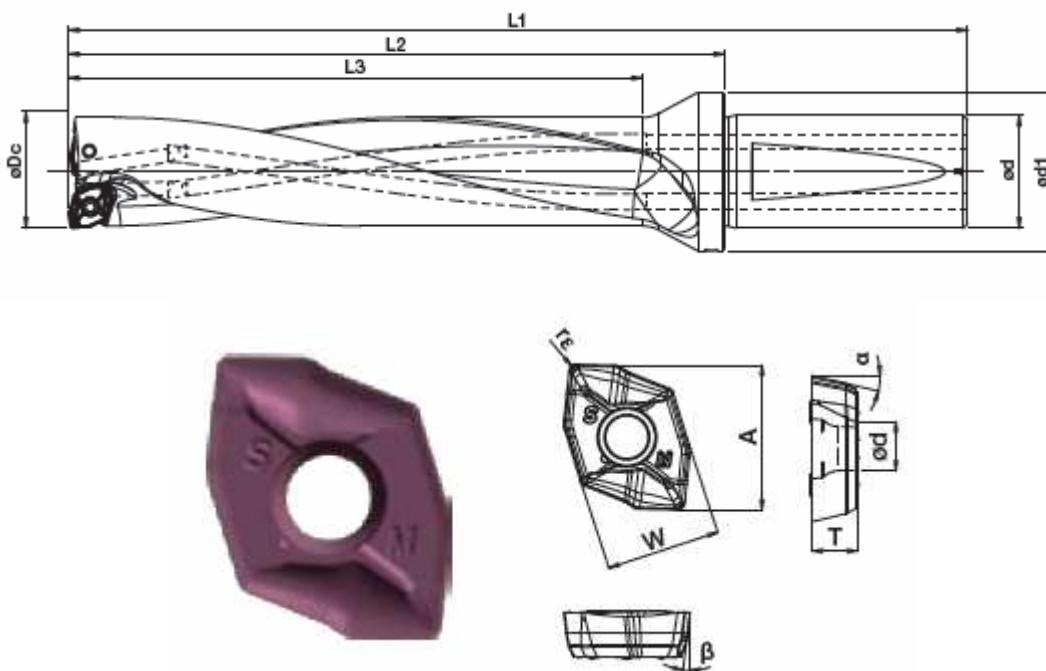
Výpočet strojního času:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{l + l_n + l_p}{n \cdot f} = \frac{70 + 7 + 1}{4249,4 \cdot 0,4} = 0,262 \text{ min}$$

5.2.3. Nástroj firmy Kyocera

Japonská firma Kyocera byla založena v roce 1959 pod názvem Kyoto Ceramic Co., Ltd. V oblasti produkce nástrojů se zabývá výhradně vývojem vyměnitelných břitových destiček.

Z katalogu jsem vybral vyměnitelnou břitovou destičku typu ZXMT 06T204 SM a držák typu S25-DRX200M-5-06. [14]



Obr. 5.5. DRX nástroj s VBD typu SM [14]

Parametry držáku:

$$\varnothing D_c = 20 \text{ mm}$$

$$L_1 = 175 \text{ mm}$$

$$L_2 = 121 \text{ mm}$$

$$L_3 = 100 \text{ mm}$$

$$\varnothing d = 25 \text{ mm}$$

$$\varnothing d_1 = 32 \text{ mm}$$

Parametry vyměnitelné břitové destičky:

$$A = 8,6\text{mm}$$

$$T = 2,89\text{mm}$$

$$r_e = 0,4\text{mm}$$

$$\varnothing d = 2,8\text{mm}$$

$$W = 6,4\text{mm}$$

$$\alpha = 13^\circ$$

$$\beta = 7^\circ$$

Doporučené řezné podmínky:

$$v_c = 240\text{m/min}$$

$$f = 0,1\text{mm/ot}$$

Výpočet teoretických otáček:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 240}{\pi \cdot 20} = 3819,7 \text{ ot/min}$$

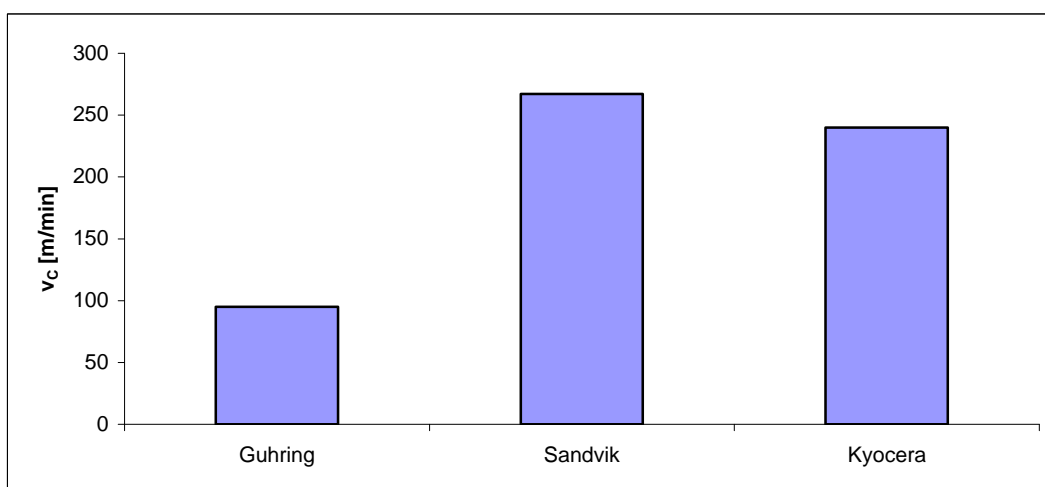
Výpočet strojního času:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{l + l_n + l_p}{n \cdot f} = \frac{70 + 7 + 1}{3819,7 \cdot 0,1} = 0,204 \text{ min}$$

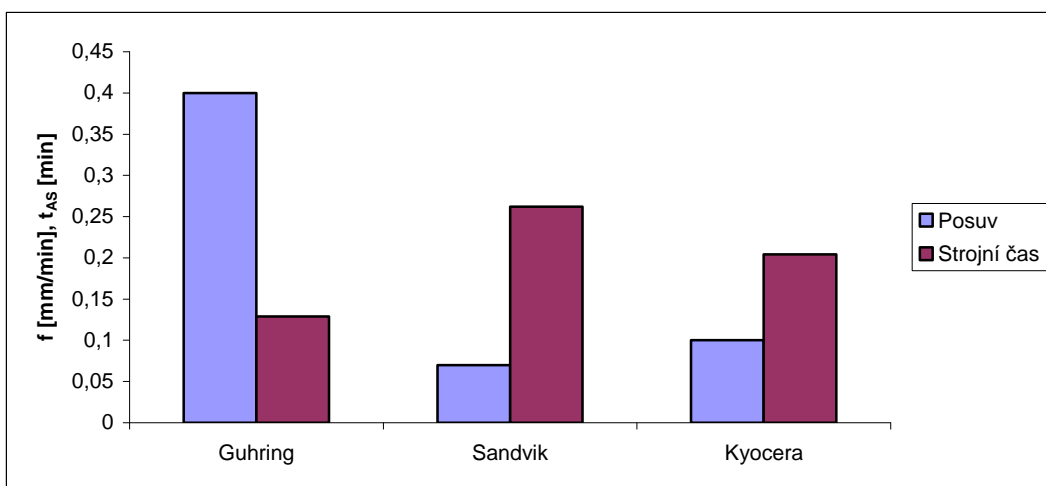
5.2.4. Srovnání hodnot

	v_c [m/min]	f [mm]	n [min ⁻¹]	t_{as} [min]
Gühring	95	0,4	1511,972	0,128971
Sandvik	267	0,07	4249,437	0,26222
Kyocera	240	0,1	3819,719	0,204204

Tab. 5.2. Hodnoty pro nástroje s VBD



Graf 5.3. Srovnání vrtáků s VBD podle řezné rychlosti



Graf 5.4. Srovnání vrtáků s VBD podle posuvu a strojního času

ZÁVĚR

Obecně vzato je volba vrtacího nástroje založena na obráběném materiálu, geometrii otvoru a na objemu výroby. Volba nástroje bude jiná, jestliže se jedná o výrobu hromadnou, sériovou nebo kusovou. Neméně významným činitelem v rozhodování je i cena nástrojů a jejich finanční návratnost.

Při srovnávání monolitních nástrojů je patrné, že vrták firmy Gühring dosáhl lepších výsledků z hlediska menšího strojního času a vyššího posuvu. Tento fakt nám umožňuje zkrátit výrobní dobu na minimum za předpokladu, že se jedná minimálně o sériovou výrobu těchto otvorů.

Při srovnání nástrojů s VBD z hlediska posuvu a strojního času dopadl jednoznačně lépe nástroj s vyměnitelnou špičkou od firmy Gühring. Ovšem při výběru nástroje s VBD musíme brát na vědomí trvanlivost destiček. Z tohoto hlediska je mezi srovnávanými nástroji rozdíl, protože po opotřebení vyměnitelné špičky u nástroje RT 800 WP je nutno tuto destičku odstranit a vyměnit ji za novou. Naopak u nástroje CoroDrill 800 je možné tuto destičku otočit a pokračovat tak v obrábění se stejnou destičkou, čímž se výrazně šetří náklady. Tyto destičky se vyrábí v provedení se dvěma břity nebo se čtyřmi břity. U nástrojů firmy Kyocera se používá jeden druh VBD z vybrané řady. Tato destička má totiž dva vnější a dva vnitřní břity. Do držáku se nasazují podle toho, jaký břit právě chceme použít. Toto uspořádání je výhodné z hlediska trvanlivosti destičky. Pokud jsou VBD a držáky vyrobeny podle ISO normy, pak je můžeme různě kombinovat, např. držák od firmy Sandvik Coromant a VBD od firmy Kyocera.

Nelze jednoznačně rozhodnout, která z nabídek od firem Gühring, Sandvik Coromant nebo Kyocera je lepší. Každá firma je více či méně zaměřena na jiný druh nástroje, a proto je rozhodnutí jen na zákazníkovi a jeho požadavcích.

Seznam použitých zdrojů

- [1]
KOCMAN, Karel. *Speciální technologie. Obrábění*. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 227 s. ISBN 80-214-2562-8.
- [2]
KOCMAN, Karel, PROKOP, Jaroslav. *Technologie obrábění*. 2. vyd. Brno. Akademické nakladatelství CERM, 2005. 270s. ISBN 80-214-3068.
- [3]
ZEMČÍK, O. *Technologická příprava výroby*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
- [4]
ZEMČÍK, O. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.
- [5]
HUMÁR, A. *Technologie I – Základní metody obrábění – 2. část*. Interaktivní multimediální text pro magisterskou formu studia. VUT-FSI v Brně, ÚST, Odbor technologie obrábění. 2004 [online]. Dostupné v síti VUT z WWW: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-2cast.pdf>
- [6]
AB SANDVIK COROMANT - SANDIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění - Kniha pro praktiky*. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cuttig - A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6.
- [7]
GÜHRING S.R.O. *Kdo nabízí víc? Katalog 2009*. 41. vyd., 2009. 1648 s. 00005,881
- [8]
SANDVIK COROMANT. *CoroKey guide 2008* [online]. 3/2009 [citováno 2009-04-11]. Dostupné z WWW: <http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/downloads/catalogue/CZE/CoroKey_2008.pdf>
- [9]
BOTEK USA, INC. [online]. [citováno 2009-04-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.botekusa.com>>
- [10]
SECO TOOLS S.R.O. *Drilling*. [online]. [citováno 2009-04-11]. Dostupné z WWW: <http://legacy.secotools.com/upload/europe/czech_republic/mn2006/Drilling_CZ.pdf>

[11]

SANDVIK COROMANT. [online]. [citováno 2009-04-15]. Dostupné z WWW:
<<http://www.coromant.sandvik.com/cz>>

[12]

GÜHRING S.R.O. *Exklusive line*. 1. vyd., 2009. 11 s. 115 958/0838-V-15

[13]

SANDVIK COROMANT. *Main catalogue 2009* [online]. 2/2009 [citováno 2009-04-20]. Dostupné z WWW:
http://www2.coromant.sandvik.com/coromant/downloads/catalogue/CZE/MC_2009_Klick_CZE_E.pdf

[14]

KYOCERA. *Magic drill, DRX type* [online], [citováno 2009-05-16]. Dostupné z WWW:
http://global.kyocera.com/prdct/tool/pdf/catalog_cp233.pdf

Seznam použitých zkratk a symbolů

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
A_D	[mm ²]	Jmenovitý průřez třísky
a_P	[mm]	Šířka záběru
b_D	[mm]	Jmenovitá šířka třísky
C_{Fc}, C_{Ff}	[-]	Konstanty vyjadřující vliv materiálu
ϵ_r	[°]	Úhel špičky
f	[mm]	Posuv na otáčku
f_z	[-]	Posuv na zub
F_c	[N]	Řezná síla
F_t	[N]	Posuvová síla
F_P	[N]	Pasivní síla
h_D	[mm]	Jmenovitá tloušťka třísky
η	[°]	Úhel řezného pohybu
φ	[°]	Úhel posuvového pohybu
κ_r	[°]	Úhel nastavení hlavního ostří
λ_S	[°]	Úhel stoupání šroubovice
l	[mm]	Délka vrtané díry
l_n	[mm]	Délka náběhu
l_p	[mm]	Délka přeběhu
n	[min ⁻¹]	Otáčky vřetene
P_C	[kW]	Řezný výkon
P_{fe}	[-]	Pracovní rovina boční
R_m	[Mpa]	Mez pevnosti
t_{AS}	[min]	Strojní čas
v_c	[m/min]	Řezná rychlost
v_e	[m/min]	Rychlost řezného pohybu
v_f	[mm/min]	Posuvová rychlost
X_{Fc}, X_{Ff}	[-]	Exponent vyjadřující vliv průměru nástroje
Y_{Fc}, Y_{Ff}	[-]	Exponent vyjadřující vliv posuvu na otáčku
z	[-]	Počet zubů
HSS		Rychlořezná ocel
SK		Slinutý karbid
VBD		Vyměnitelná břitová destička

