

1. krok – stanovení v_c a f dle obráběného materiálu

skupiny materiálů		pevnost [N/mm ²] tvrdost [HB/HRC]	v_c [m/min]	f [mm/ot.]	ϕ_{d1} [mm]	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
Konstrukční oceli	1	≤500	130	0,026× d_1	f [mm/ot.]	0,078	0,104	0,130	0,156	0,208	0,260	0,312	0,364	0,416	0,468	0,520
					n [min ⁻¹]	13 800	10 300	8 300	6 900	5 200	4 100	3 400	3 000	2 600	2 300	2 000
Automatové oceli	2	≤850	140	0,034× d_1	f [mm/ot.]	0,102	0,136	0,170	0,204	0,272	0,340	0,408	0,476	0,544	0,612	0,680
					n [min ⁻¹]	14 900	11 100	8 900	7 400	5 600	4 500	3 700	3 200	2 800	2 500	2 200
Nelegované oceli k zušlechťování	3	700–850	110	0,034× d_1	f [mm/ot.]	0,102	0,136	0,170	0,204	0,272	0,340	0,408	0,476	0,544	0,612	0,680
					n [min ⁻¹]	11 700	8 800	7 000	5 800	4 400	3 500	2 900	2 500	2 200	1 900	1 800
Legované oceli k zušlechťování	4	850–1000	100	0,026× d_1	f [mm/ot.]	0,078	0,104	0,130	0,156	0,208	0,260	0,312	0,364	0,416	0,468	0,520
					n [min ⁻¹]	10 600	8 000	6 400	5 300	4 000	3 200	2 700	2 300	2 000	1 800	1 600
Nelegované cementační oceli	5	≤750	120	0,034× d_1	f [mm/ot.]	0,102	0,136	0,170	0,204	0,272	0,340	0,408	0,476	0,544	0,612	0,680
					n [min ⁻¹]	12 700	9 500	7 600	6 400	4 800	3 800	3 200	2 700	2 400	2 100	1 900
Legované cementační oceli	6	850–1000	100	0,026× d_1	f [mm/ot.]	0,078	0,104	0,130	0,156	0,208	0,260	0,312	0,364	0,416	0,468	0,520
					n [min ⁻¹]	10 600	8 000	6 400	5 300	4 000	3 200	2 700	2 300	2 000	1 800	1 600
Nitridační oceli	7	≥850–1000	90	0,026× d_1	f [mm/ot.]	0,078	0,104	0,130	0,156	0,208	0,260	0,312	0,364	0,416	0,468	0,520
					n [min ⁻¹]	9 500	7 200	5 700	4 800	3 600	2 900	2 400	2 000	1 800	1 600	1 400
Nástrojové oceli	8	≤850	70	0,021× d_1	f [mm/ot.]	0,063	0,084	0,105	0,126	0,168	0,210	0,252	0,294	0,336	0,378	0,420
					n [min ⁻¹]	7 400	5 600	4 500	3 700	2 800	2 200	1 900	1 600	1 400	1 200	1 100
Rychlořezné oceli	9	>650–1000	50	0,013× d_1	f [mm/ot.]	0,039	0,052	0,065	0,078	0,104	0,130	0,156	0,182	0,208	0,234	0,260
					n [min ⁻¹]	5 300	4 000	3 200	2 700	2 000	1 600	1 300	1 100	1 000	900	800
Nerezové oceli	10	750–800	50	0,017× d_1	f [mm/ot.]	0,051	0,068	0,085	0,102	0,136	0,170	0,204	0,238	0,272	0,306	0,340
					n [min ⁻¹]	5 300	4 000	3 200	2 700	2 000	1 600	1 300	1 100	1 000	900	800
Kalené oceli	11	≤40–54 HRC	50	0,011× d_1	f [mm/ot.]	0,033	0,044	0,055	0,066	0,088	0,110	0,132	0,154	0,176	0,198	0,220
					n [min ⁻¹]	5 300	4 000	3 200	2 700	2 000	1 600	1 300	1 100	1 000	900	800
Speciální slitiny: Nimonic, Inconel, Monel, Hastelloy	12	≤1200	30	0,013× d_1	f [mm/ot.]	0,039	0,052	0,065	0,078	0,104	0,130	0,156	0,182	0,208	0,234	0,260
					n [min ⁻¹]	3 200	2 400	1 900	1 600	1 200	1 000	800	700	600	500	500
Litina	13	≤240 HB	160	0,043× d_1	f [mm/ot.]	0,129	0,172	0,215	0,258	0,344	0,430	0,516	0,602	0,688	0,774	0,860
					n [min ⁻¹]	17 000	12 700	10 200	8 500	6 400	5 100	4 200	3 600	3 200	2 800	2 500
Tvárná a temperovaná litina	14	≤240 HB	120	0,043× d_1	f [mm/ot.]	0,129	0,172	0,215	0,258	0,344	0,430	0,516	0,602	0,688	0,774	0,860
					n [min ⁻¹]	12 700	9 500	7 600	6 400	4 800	3 800	3 200	2 700	2 400	2 100	1 900
Tvrzená litina	15	≤350 HB	30	0,011× d_1	f [mm/ot.]	0,033	0,044	0,055	0,066	0,088	0,110	0,132	0,154	0,176	0,198	0,220
					n [min ⁻¹]	3 200	2 400	1 900	1 600	1 200	1 000	800	700	600	500	500
Titan a titanové slitiny	16	≤850	40	0,013× d_1	f [mm/ot.]	0,039	0,052	0,065	0,078	0,104	0,130	0,156	0,182	0,208	0,234	0,260
					n [min ⁻¹]	4 200	3 200	2 500	2 100	1 600	1 300	1 100	900	800	700	600
Aluminium a Al slitiny	17	≤450	260	0,043× d_1	f [mm/ot.]	0,033	0,044	0,055	0,066	0,088	0,110	0,132	0,154	0,176	0,198	0,220
					n [min ⁻¹]	3 200	2 400	1 900	1 600	1 200	1 000	800	700	600	500	500
Al slitiny k tváření	18	≤450	260	0,043× d_1	f [mm/ot.]	0,129	0,172	0,215	0,258	0,344	0,430	0,516	0,602	0,688	0,774	0,860
					n [min ⁻¹]	27 600	20 700	16 600	13 800	10 300	8 300	6 900	5 900	5 200	4 600	4 100
Al slitiny	19	≤10 % Si	230	0,043× d_1	f [mm/ot.]	0,129	0,172	0,215	0,258	0,344	0,430	0,516	0,602	0,688	0,774	0,860
					n [min ⁻¹]	24 400	18 300	14 600	12 200	9 200	7 300	6 100	5 200	4 600	4 100	3 700
Hořčikovové slitiny	20	≤450	230	0,034× d_1	f [mm/ot.]	0,102	0,136	0,170	0,204	0,272	0,340	0,408	0,476	0,544	0,612	0,680
					n [min ⁻¹]	24 400	18 300	14 600	12 200	9 200	7 300	6 100	5 200	4 600	4 100	3 700
Měď, nízkolegovaná měď	21	≤400	110	0,026× d_1	f [mm/ot.]	0,078	0,104	0,130	0,156	0,208	0,260	0,312	0,364	0,416	0,468	0,520
					n [min ⁻¹]	11 700	8 800	7 000	5 800	4 400	3 500	2 900	2 500	2 200	1 900	1 800
Mosazi	22	≤600	280	0,034× d_1	f [mm/ot.]	0,102	0,136	0,170	0,204	0,272	0,340	0,408	0,476	0,544	0,612	0,680
					n [min ⁻¹]	29 700	22 300	17 800	14 900	11 100	8 900	7 400	6 400	5 600	5 000	4 500
Bronzi tvořící krátkou třísku	23	≤600	110	0,026× d_1	f [mm/ot.]	0,078	0,104	0,130	0,156	0,208	0,260	0,312	0,364	0,416	0,468	0,520
					n [min ⁻¹]	19 100	14 300	11 500	9 500	7 200	5 700	4 800	4 100	3 600	3 200	2 900
Bronzi tvořící dlouhou třísku	24	≤850	80	0,021× d_1	f [mm/ot.]	0,078	0,104	0,130	0,156	0,208	0,260	0,312	0,364	0,416	0,468	0,520
					n [min ⁻¹]	11 700	8 800	7 000	5 800	4 400	3 500	2 900	2 500	2 200	1 900	1 800
		600–850	90	0,021× d_1	f [mm/ot.]	0,063	0,084	0,105	0,126	0,168	0,210	0,252	0,294	0,336	0,378	0,420
					n [min ⁻¹]	9 500	7 200	5 700	4 800	3 600	2 900	2 400	2 000	1 800	1 600	1 400
		≤850	80	0,021× d_1	f [mm/ot.]	0,063	0,084	0,105	0,126	0,168	0,210	0,252	0,294	0,336	0,378	0,420
					n [min ⁻¹]	8 500	6 400	5 100	4 200	3 200	2 500	2 100	1 800	1 600	1 400	1 300
		850–1000	70	0,021× d_1	f [mm/ot.]	0,063	0,084	0,105	0,126	0,168	0,210	0,252	0,294	0,336	0,378	0,420
					n [min ⁻¹]	7 400	5 600	4 500	3 700	2 800	2 200	1 900	1 600	1 400	1 200	1 100

2. krok – výpočet řezných parametrů – otáčky n a posuv v_f na str. 140

2. krok – výpočet řezných parametrů – otáčky n a posuv v_f

ZÁKLADNÍ VZTAHY

OTÁČKY VŘETENE

$$n = \frac{v_c \times 1000}{d_1 \times \pi} \quad [\text{min}^{-1}]$$

ŘEZNÁ RYCHLOST

$$v_c = \frac{d_1 \times \pi \times n}{1000} \quad [\text{m/min}]$$

POSUV

$$v_f = f \times n \quad [\text{mm/min}]$$

POSUV NA OTÁČKU

$$f = \frac{v_f}{n} \quad [\text{mm}]$$

DEFINICE PARAMETRŮ

d_1 = průměr řezné části [mm]

v_c = řezná rychlost [m/min]

f = posuv na otáčku [mm]

n = otáčky nástroje [min⁻¹]

v_f = posuv nástroje [mm/min]

Pro výpočet výchozích řezných podmínek použijeme výše uvedené vztahy, do kterých dosadíme vstupní parametry jako je průměr vrtáku d_1 , a dále řeznou rychlost v_c a posuv na otáčku f .

Poslední dva jmenované parametry jsou v přímé závislosti na typu použitého vrtáku jako je například délka pracovní části či přítomnost vnitřního výplachu.

Tyto parametry naleznete hned vedle katalogového listu jednotlivých typů vrtáků.

Dále pečlivě posuzujeme vlastní charakter vrtání jako je například dostatečnost chlazení či stabilita procesu. Při vrtání nástrojem jak bez výplachu, tak i s výplachem je jedním z nejdůležitějších úkolů zajistit dostatečné chlazení v místě řezu. Máme-li jakékoliv pochybnosti o zajištění tohoto (např. při nízkém tlaku chladicí kapaliny či vrtání na nepřístupném místě) je nutno přiměřeně snížit řeznou rychlost v_c . Stabilitu procesu posuzujeme z pohledu tuhosti upnutí či charakteru vrtaného otvoru v obrobku. V případě vrtání protínajících se děr, hlubokých průchozích děr či při nízké tuhosti upnutí snižujeme posuv v_f .

VELIKOST OTVORŮ POD ZÁVIT PŘI POUŽITÍ TVÁŘEČÍHO ZÁVITNIKU

Metrický ISO závit DIN 13			Jemný metrický ISO závit DIN	
M	Stoupání mm	Ø vrtáku pod závit mm	MF	Ø vrtáku pod závit mm
1,0	0,25	0,90	4×0,50	3,80
1,2	0,25	1,10	5×0,50	4,80
1,4	0,30	1,25	6×0,50	5,80
1,6	0,35	1,45	6×0,75	5,65
1,7	0,35	1,55	8×1,00	7,55
2,0	0,40	1,80	10×1,00	9,55
2,3	0,40	2,10	12×1,00	11,55
2,5	0,45	2,30	12×1,50	11,35
2,6	0,45	2,40	16×1,50	15,35
3,0	0,50	2,80	18×1,50	17,35
3,5	0,60	3,25	20×1,50	19,35
4,0	0,70	3,70		
5,0	0,80	4,65		
6,0	1,00	5,55		
8,0	1,25	7,45		
10,0	1,50	9,35		
12,0	1,75	11,20		
16,0	2,00	15,10		

DOPORUČENÉ HODNOTY TLAKU CHLADICÍ KAPALINY PRO VRTÁKY S VNITŘNÍM VÝPLACHEM

	<ø3 mm	ø3–6 mm	ø6–8 mm	ø8–12 mm	ø12–16 mm	ø16–20 mm
do 5×D	60 bar	50 bar	30 bar	25 bar	20 bar	15 bar
8×D – 20×D	80 bar	60 bar	40 bar	30 bar	25 bar	20 bar

STŘEDICÍ A PILOTNÍ DÍRY

Monolitní vrtáky ze slitutých karbidů vyžadují přesné nastavení vůči obrobku. Nemá-li povrch dostatečné kvality kolmý k ose nástroje je nutno použít středící vrták, případně vrták pro pilotní díru, případně extra operaci pro zarovnání vstupní plochy. Úhel špičky středícího vrtáku, respektive vrtáku pro pilotní díry musí být větší než úhel špičky vrtáku pro zhotovení finálního otvoru (o cca 5°).

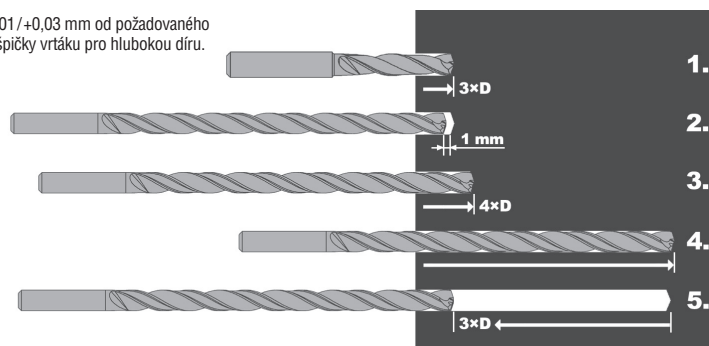
hloubka vrtání	středící / pilotní otvor
5×D	není požadován
8×D	středící otvor zlepšuje přesnost
12×D–20×D	pilotní otvor je požadován

Whitworthův trubkový závit DIN ISO 228/1

G	počet otoček	závit vnější Ø mm	Ø vrtáku pod závit mm
G 1/8"	28	9,728	9,35
G 1/4"	19	13,157	12,55
G 3/8"	19	16,662	16,05
G 1/2"	14	20,955	20,15

NÁVOD NA HLUBOKÉ VRTÁNÍ (8D – volitelně, 12D ÷ 30D doporučeno)

- Vyvrtní pilotního otvoru do hloubky 3×D. Průměr pilotního otvoru musí být v toleranci +0,01 / +0,03 mm od požadovaného průměru hluboké díry. Úhel špičky vrtáku pilotního otvoru musí být cca o 5° větší než úhel špičky vrtáku pro hlubokou díru.
- Nájezd dlouhého vrtáku do pilotního otvoru do hloubky 1 mm nad jeho dno při:
 - obrácených otáčkách vrtáku $n_{\text{max}}=300 \text{ min}^{-1}$
 - pracovním posuvu $v_{\text{max}}=500 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
 - vypnutém vnitřním výplachu
- Vrtání dlouhým vrtákem do hloubky 4×D sníženými otáčkami a posuvem od doporučených hodnot o 40 %. Vnitřní výplach je zapnut.
- Zvyšte otáčky a posuv na doporučené hodnoty a pokračujte bez přerušování vrtání až na cílovou hloubku. Je nutno udržet nepřerušovaný řez.
- Vyjedte vrtákem zpět na hloubku 3×D, snižte otáčky na $n_{\text{max}}=300 \text{ min}^{-1}$, vypněte vnitřní chlazení a vyjedte z otvoru posuvem 1000 mm·min⁻¹.



UPOZORNĚNÍ:

Při nájezdu a vyjezdu vrtáku dodržujte otáčky $n_{\text{max}}=300 \text{ min}^{-1}$. Při vyšších otáčkách hrozí nebezpečí vibrace s rizikem destrukce vrtáku. Při vrtání hlubokých průchozích děr snižte při výstupu posuv vrtáku v_f na 50 %.