

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.]	$\varnothing d_1$ [mm]	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	
Konstrukční oceli	1	≤500	95	0,020 × d_1	f [mm/ot.]	0,010	0,012	0,016	0,020	0,024	0,030	0,040	0,050	0,060
					n [min ⁻¹]	60 000	50 400	37 800	30 200	25 200	20 200	15 100	12 100	10 100
Automatové oceli	2	≤850	105	0,027 × d_1	f [mm/ot.]	0,009	0,010	0,014	0,017	0,020	0,026	0,034	0,043	0,051
					n [min ⁻¹]	47 700	39 800	29 800	23 900	19 900	15 900	11 900	9 500	8 000
Nelegované oceli k zušlechťování	3	700–850	80	0,020 × d_1	f [mm/ot.]	0,014	0,016	0,022	0,027	0,032	0,041	0,054	0,068	0,081
					n [min ⁻¹]	60 000	55 700	41 800	33 400	27 900	22 300	16 700	13 400	11 100
Legované oceli k zušlechťování	4	850–1000	75	0,020 × d_1	f [mm/ot.]	0,014	0,016	0,022	0,027	0,032	0,041	0,054	0,068	0,081
					n [min ⁻¹]	60 000	50 400	37 800	30 200	25 200	20 200	15 100	12 100	10 100
Nelegované cementační oceli	5	≤750	90	0,027 × d_1	f [mm/ot.]	0,010	0,012	0,016	0,020	0,024	0,030	0,040	0,050	0,060
					n [min ⁻¹]	50 900	42 400	31 800	25 500	21 200	17 000	12 700	10 200	8 500
Legované cementační oceli	6	850–1000	75	0,020 × d_1	f [mm/ot.]	0,010	0,012	0,016	0,020	0,024	0,030	0,040	0,050	0,060
					n [min ⁻¹]	47 700	39 800	29 800	23 900	19 900	15 900	11 900	9 500	8 000
Nitrídační oceli	7	≥850–1000	70	0,020 × d_1	f [mm/ot.]	0,007	0,008	0,010	0,013	0,016	0,020	0,026	0,033	0,039
					n [min ⁻¹]	41 400	34 500	25 900	20 700	17 200	13 800	10 300	8 300	6 900
Nástrojové oceli	8	≤850	50	0,017 × d_1	f [mm/ot.]	0,009	0,010	0,014	0,017	0,020	0,026	0,034	0,043	0,051
					n [min ⁻¹]	31 800	26 500	19 900	15 900	13 300	10 600	8 000	6 400	5 300
Rychlořezné oceli	9	>650–1000	35	0,010 × d_1	f [mm/ot.]	0,007	0,008	0,010	0,013	0,016	0,020	0,026	0,033	0,039
					n [min ⁻¹]	22 300	18 600	13 900	11 100	9 300	7 400	5 600	4 500	3 700
Nerezové oceli austenitické	10	750–800	35	0,013 × d_1	f [mm/ot.]	0,007	0,008	0,010	0,013	0,016	0,020	0,026	0,033	0,039
					n [min ⁻¹]	22 300	18 600	13 900	11 100	9 300	7 400	5 600	4 500	3 700
Kalené oceli	11	≤40–54 HRC	35	0,008 × d_1	f [mm/ot.]	0,007	0,008	0,010	0,013	0,016	0,020	0,026	0,033	0,039
					n [min ⁻¹]	15 900	13 300	9 900	8 000	6 600	5 300	4 000	3 200	2 700
Speciální slitiny: Nimonic, Inconel, Monel, Hastelloy	12	≤1200	20	0,010 × d_1	f [mm/ot.]	0,004	0,005	0,006	0,008	0,010	0,012	0,016	0,020	0,024
					n [min ⁻¹]	22 300	18 600	13 900	11 100	9 300	7 400	5 600	4 500	3 700
Litina	13	≤240 HB	120	0,033 × d_1	f [mm/ot.]	0,004	0,004	0,006	0,007	0,008	0,011	0,014	0,018	0,021
					n [min ⁻¹]	12 700	10 600	8 000	6 400	5 300	4 200	3 200	2 500	2 100
Tvárná a temperovaná litina	14	≤240 HB	85	0,033 × d_1	f [mm/ot.]	0,005	0,006	0,008	0,010	0,012	0,015	0,020	0,025	0,030
					n [min ⁻¹]	12 700	10 600	8 000	6 400	5 300	4 200	3 200	2 500	2 100
Tvrzená litina	15	≤350 HB	25	0,008 × d_1	f [mm/ot.]	0,017	0,020	0,026	0,033	0,040	0,050	0,066	0,083	0,099
					n [min ⁻¹]	60 000	60 000	47 700	38 200	31 800	25 500	19 100	15 300	12 700
Titan a titanové slitiny	16	≤850	25	0,010 × d_1	f [mm/ot.]	0,017	0,020	0,026	0,033	0,040	0,050	0,066	0,083	0,099
					n [min ⁻¹]	60 000	53 100	39 800	31 800	26 500	21 200	15 900	12 700	10 600
Aluminium a Al slitiny	17	≤450	195	0,033 × d_1	f [mm/ot.]	0,017	0,020	0,026	0,033	0,040	0,050	0,066	0,083	0,099
					n [min ⁻¹]	60 000	50 900	37 800	30 200	25 200	20 200	15 100	12 100	10 100
Al slitiny k tváření	18	≤450	195	0,033 × d_1	f [mm/ot.]	0,017	0,020	0,026	0,033	0,040	0,050	0,066	0,083	0,099
					n [min ⁻¹]	60 000	60 000	47 700	38 200	31 800	26 500	21 200	15 900	12 700
Al slitiny	19	≤10 % Si	165	0,033 × d_1	f [mm/ot.]	0,017	0,020	0,026	0,033	0,040	0,050	0,066	0,083	0,099
					n [min ⁻¹]	60 000	60 000	47 700	38 200	31 800	26 500	21 200	15 900	12 700
Hořčíkové slitiny	20	≤450	175	0,027 × d_1	f [mm/ot.]	0,017	0,020	0,026	0,033	0,040	0,050	0,066	0,083	0,099
					n [min ⁻¹]	60 000	60 000	47 700	38 200	31 800	26 500	21 200	15 900	12 700
Měď, nízkolegovaná měď	21	≤400	80	0,020 × d_1	f [mm/ot.]	0,014	0,016	0,022	0,027	0,032	0,041	0,054	0,068	0,081
					n [min ⁻¹]	60 000	55 700	41 800	33 400	27 900	22 300	16 700	13 400	11 100
Mosazi krátkou tvořící třísku	22	≤600	205	0,027 × d_1	f [mm/ot.]	0,010	0,012	0,016	0,020	0,024	0,030	0,040	0,050	0,060
					n [min ⁻¹]	60 000	60 000	47 700	38 200	31 800	26 500	21 200	15 900	12 700
Bronzi tvořící krátkou třísku	23	≤600	80	0,020 × d_1	f [mm/ot.]	0,010	0,012	0,016	0,020	0,024	0,030	0,040	0,050	0,060
					n [min ⁻¹]	60 000	50 900	37 800	30 200	25 200	20 200	15 100	12 100	10 100
Bronzi tvořící dlouhou třísku	24	≤850	55	0,017 × d_1	f [mm/ot.]	0,009	0,010	0,014	0,017	0,020	0,026	0,034	0,043	0,051
					n [min ⁻¹]	35 000	29 200	21 900	17 500	14 600	11 700	8 800	7 000	5 800

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 díru musí být větší než úhel špičky vrtáku pro zhotovení finálního otvoru (o cca 5°).

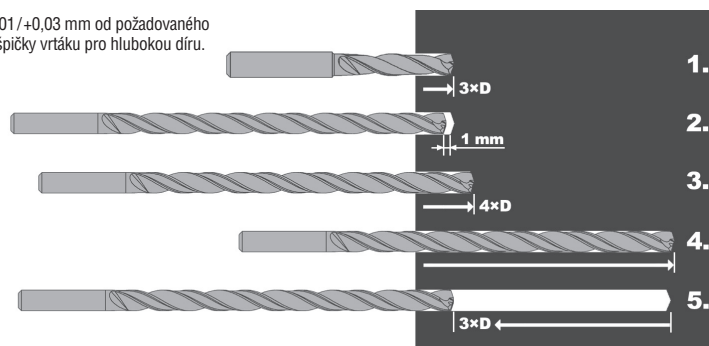
hloubka vrtání	středící / pilotní otvor
5×D	není požadován
8×D	středící otvor zlepšuje přesnost
12×D–20×D	pilotní otvor je požadován

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 %.