

**TECHNICKÁ
ČÁST**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЧАСТЬ**

**INFORMACJE
TECHNICZNE**

**TECHNICKÁ
ČASŤ**

DOPORUČENÍ K URČENÍ STARTOVNÍCH ŘEZNÝCH PODMÍNEK
ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
ZALECENIA DLA POZĄTKOWYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA
ODPORUČANIA PRE URČENIE ŠTARTOVACÍCH REZNÝCH PODMIENOK

Na konci výrobkové části jednotlivých skupin nástrojů je uvedena tabulka startovních řezných rychlostí. Následující příklad vám umožní určit správnou hodnotu s ohledem na charakter záběrových podmínek.

Příklad:
 Frézování roviny na součásti z oceli s velkým počtem otvorů (velmi nepříznivé záběrové podmínky) s frézou 63A06R-S90AD11E-C s destičkami ADMX 11T308SR-M, M9340.

Nejprve zvolíme posuv vzhledem k záběrovým podmínkám a startovní řeznou rychlost, kterou můžeme podle tvrdosti, stavu obráběného povrchu, stavu stroje a požadované trvanlivosti dále korigovat podle tabulky korekcí.

Назначение начальных значений скорости резания производится по таблицам, приведенным ниже.

Пример:
 Обработка плоскости предварительно обработанной стальной отливки с пролитыми отверстиями (очень неблагоприятные условия) фрезой 63A06R-S90AD11E-C с пластинами ADMX 11T308SR-M: M9340.

В соответствии с условиями обработки выбираем подачу и начальное значение скорости резания. Далее корректируем скорость резания на основании коэффициентов, учитывающих следующее: твердость, состояние обрабатываемой поверхности, степень изношенности станка и требуемую стойкость.

Na konci poszczególnych grup narzędzi znajduje się tabela wstępnych prędkości skrawania. Poniższy przykład pozwoli określić właściwą wartość w odniesieniu do określonych warunków obróbki

Przykład:
 Frézovanie na ploškej povrchu elementu ze stali z dužou ilością otvorów (bardzo niekorzystne warunki obróbki) – zastosujemy głowicę frezarską 63A06R-S90AD11E-C uzbrojoną w płytki ADMX 11T308SR-M, w gatunku M9340.

W pierwszej kolejności wybierz posuw w oparciu o określone warunki pracy i początkowe wartości prędkości skrawania. Następnie skoryguj prędkość skrawania na podstawie tabeli korekcji, która znajduje się w dziale technicznym. Zawiera ona korekcję dotyczącą twardości obrabianego materiału, jakości powierzchni obrabianej, stanu maszyny oraz wymaganej trwałości narzędzia.

Na konci každej sekcie produktov sa nachádza tabuľka pre voľbu počiatkových rezných parametrov. Nasledujúci príklad Vám pomôže určiť správne parametre vzhľadom k podmienkam na danej aplikácii.

Príklad:
 frézovanie plochy oceľovej súčiastky. Na frézovanej ploche sa nachádza veľa otvorov (veľmi zlé podmienky pre obrábanie). Použitá fréza je 63A06R-S90AD11E-C s dosťkami ADMX 11T308SR-M; M9340.

Najskôr vyberte základné rezné podmienky, potom urobte korekciu rezných parametrov podľa tabuľky, ktorá je súčasťou technickej časti. Pri výbere korekcie berte do úvahy tvrdosť, stav obrábaného povrchu, stav stroja a požadovanú životnosť.

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 1

A	ISO	f_{min}	f_{max}	A3												
				M5315	M9315	M9325	M9340	M0315	M6330	M8310	M8340	M8345	8215	8230	8240	HF7
A1	●	0,07	0,18	390	380	365	315	-	285	325	290	210	315	285	265	-
	●	0,07	0,15	360	350	330	280	-	255	295	255	180	270	250	225	-
A2	✖	0,07	0,10	330	315	290	250	-	225	265	220	150	230	215	185	-
	●	0,07	0,18	-	-	220	185	-	185	195	175	125	185	170	155	-
M	●	0,07	0,15	-	-	195	170	-	165	175	150	105	160	150	135	-
	●	0,07	0,15	-	-	195	170	-	165	175	150	105	160	150	135	-

- A** Nalezení tabulky s řeznými rychlostmi
 Таблица начальных режимов резания
 Znajdź tabelę z parametrami skrawania
 Найдите таблицу реzných рýчлостí
- A1** Nalezení modré části tabulky (oceli – P)
 Выбирается раздел синего цвета – обработка конструкционных сталей ISO P
 Znajdź część niebieską tabeli (stal – P)
 Найдите модрую секцию в табулке (oceľ – P)
- A2** Nalezení posuvu pro těžké záběrové podmínky ($f_{min} = 0,07$ mm/zub, $f_{max} = 0,1$ mm/zub)
 Определяется подача для неблагоприятных условий обработки ($f_{min} = 0,07$ мм/зуб, $f_{max} = 0,1$ мм/зуб)
 Znajdź posuw dla trudnych warunków obróbki ($f_{min} = 0,07$ mm/obr, $f_{max} = 0,1$ mm/obr)
 Найдите posuw pre tažké záberové podmienky ($f_{min} = 0,07$ mm/zub, $f_{max} = 0,1$ mm/zub)
- A3** Nalezení sloupce s hodnotami pro materiál M9340
 Выбирается сплав M9340
 Odczytaj wartość dla gatunku M9340
 Найдите стіпец pre materiál M9340
- A4** Výsledek = startovní řezná rychlost 250 m/min
 Результат: начальная скорость резания 250 м/мин
 Wynik: wyjściowa prędkość skrawania 250 m/min
 Výsledok = štartovacia rezná rýчлосť 250 m/min

DOPORUČENÍ K URČENÍ STARTOVNÍCH ŘEZNÝCH PODMÍNEK
ВИБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
ZALECENIA DLA POCZĄTKOWYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA
ODPORUČANIA PRE URČENIE ŠTARTOVACÍCH REZNÝCH PODMIENOK

Startovní řeznou rychlost zvolenou v katalogové části můžeme ještě dále korigovat s ohledem na požadovanou trvanlivost:

Příklad:

provedeme zpřesnění s ohledem na stav stroje, požadovanou trvanlivost, polotovar. Požadovaná životnost nástroje je 20 minut. Obrábíme na novém stroji s relativně nízkou tuhostí. Polotovar je předobrobená kostka ze středně uhlíkové oceli o tvrdosti 240 HB.

Možna dodatkowo skorygować wyjściową prędkość skrawania, uwzględniając wymaganą trwałość narzędzia:

Przykład:

wykonanie obliczenia w odniesieniu do stanu maszyny, wymaganej trwałości – żywotność narzędzia jest określona na 20 min. Obróbka wykonana jest na nowym obrabiarce o relatywnie niskiej sztywności. Detal (kostka ze stali średniowęglowej o twardości 240 HB) jest wstępnie obrobiony.

Скорость резания может быть скорректирована с учетом требуемой стойкости обработки:

Пример:

в соответствии с условиями обработки требуется стойкость 20 минут. Фрезерование выполняется на новом станке со сравнительно низкой жесткостью. Заготовка является предварительно обработанной отливкой из среднеуглеродистой стали твердостью 240 HB.

Po výbere štartovnej reznej rýchlosti môžete upraviť reznú rýchlosť, tak aby ste dosiahli požadovanú životnosť:

Príklad:

vykonajte špecifikáciu vzhľadom na stav stroja, požadovanú trvanlivosť. Požadovaná životnosť nástroja je 20 minút. Stroj na ktorom obrábate je vo výbornej kondícii, stav nového stroja s relatívne slabou tuhosťou. Polotovar je kocka stredne uhlíkovej ocele o tvrdosti 240 HB.

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrazok 2

Korekce na trvanlivost (všeobecné obrábění) Коррекция относительно периода стойкости (для общей обработки) Korekcja dla trwałości narzędzia (obróbka ogólna) Korekcja pre životnosť (všeobecné obrábanie)	
	k_{vT}
15	1,23
B1 20	1,13 B2
30	1,00
45	0,89
60	0,81
90	0,72

Korekce na trvanlivost (těžké hrubování) Коррекция относительно периода стойкости (для тяжелой обработки) Korekcja dla trwałości narzędzia (obróbka ciężko zgrubna) Korekcja pre životnosť (ťažké hrubovanie)	
30	1,23
60	1,00
90	0,89
120	0,81

B1	Nalezení požadované trvanlivosti (20 min) Требуемая стойкость 20 минут Wymagana trwałość narzędzia (20 min) Nájdite požadovanú životnosť (20 min.)
B2	Výsledek: korekční součinitel na požadovanou trvanlivost (1,13 k_{vT}) Результат: Коэффициент коррекции скорости резания по периоду стойкости (1,13 k_{vT}) Wynik: współczynnik korekcji dla wymaganej wytrzymałości (1,13 k_{vT}) Výsledok = koeficient pre požadovanú životnosť (1,13 k_{vT})

DOPORUČENÍ K URČENÍ STARTOVNÍCH ŘEZNÝCH PODMÍNEK
ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
ZALECENIA DLA POZĄTKOWYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA
ODPORUČANIA PRE URČENIE ŠTARTOVACÍCH REZNÝCH PODMIENOK

Dále můžeme ještě provést korekci s ohledem na stav stroje a obrábku.

Определяется коэффициент коррекции с учетом состояния станка и заготовки.

Kolejne korekty można dokonać w odniesieniu do stanu maszyny oraz przedmiotu obrabianego.

Далше корекції ми можемо зробити вглядом на стан stroja a obrábanej súčástky.

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrazok 3

Korekční součinitel k_{vx} / Коэффициент коррекции k_{vx} Współczynnik prędkości k_{vx} / Korekčný súčiniteľ k_{vx}		
C1	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> Kůra výkovku a odlitku / Корка после литья иковки Odkuwka i skorupa odlewnicza / Povrchová kôra po kovaní a odlievání </div>	0,70 - 0,90 C2
C3	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> Dobrý stav stroje / Удовлетворительное состояние станка Dobry stan maszyny / Dobry stan stroja </div>	1,05 - 1,20 C4
	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> Špatný stav stroje / Плохое состояние станка Zły stan maszyny / Zły stan stroja </div>	0,85 - 0,95

C1	Jedná se o polotovár s předobrobeným povrchem TEDY BEZ KŮRY – proto buď vůbec neuvažujeme a nebo dáme 1,0 Предварительно обработанная поверхность заготовки, не имеет корки Powierzchnia detalu jest wstępnie obrobiona, tzn. bez skorupy odlewniczej, dlatego stosujemy współczynnik 1,0 Obrábana súčástka je polotovár, ktorý je bez povrchovej kôry, použite faktor 1,0
C2	Výsledek $k_{vx1} = 1,0$ Результат: коэффициент коррекции, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности заготовки $k_{vx1} = 1,0$ Wynik $k_{vx1} = 1,0$ Výsledok $k_{vx1} = 1,0$
C3	Nalezení korekce na stav stroje (jedná se o nový stroj, tedy velmi dobrý) Определение коэффициента коррекции, учитывающего состояние станка Korekta na stan obrabiarki (jest nowa, tzn. stan jest bardzo dobry) Найдите корекцию пре став stroja (stroj je nový, teda stav je veľmi dobrý)
C4	Výsledek $k_{vx2} = 1,05$ (z nabízeného rozmezí volíme nižší hodnotu, protože se jedná sice o nový stroj, ale jeho tuhost je relativně nízká) Результат: $k_{vx2} = 1,05$ (выбирается минимальное значение, так как станок новый, но его жесткость недостаточна) Wynik $k_{vx2} = 1,05$ (wybrać niższy zakres oferowanej wartości, jeśli obrabiarka jest nowa, ale sztywność jej jest relatywnie niska) Výsledok $k_{vx2} = 1,05$ (zvoľte nižšiu hodnotu z rozsahu ponúkaných, pretože stroj je nový, ale jeho tuhosť je relatívne nízka)

A na závěr provedeme korekci s ohledem na druh obráběného materiálu a jeho tvrdost.

Далее выполняется корректировка с учетом материала и твердости заготовки.

Ostatecznie, należy dokonać korekty w odniesieniu do rodzaju obrabianego materiału oraz jego twardości.

Na závěr uskutočníme korekciu s ohľadom na druh obrábaného materiálu a jeho tvrdosť.

DOPORUČENÍ K URČENÍ STARTOVNÍCH ŘEZNÝCH PODMÍNEK
ВЫБОР РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
ZALECENIA DLA POCZĄTKOWYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA
ODPORUČANIA PRE URČENIE ŠTARTOVACÍCH REZNÝCH PODMIENOK

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrazok 4

D P				
KOREKCE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKCSJA / KOREKCIA v_c				
Podskupina / Подгрупа / Podgrupa / Podskupina	P1	D1 P2	P3	P4
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdost obrábenej súčiastky				
Tvrdost / Твёрдость Twardość / Tvrdoť	$k_{v_{HBP1}}$	$k_{v_{HBP2}}$	$k_{v_{HBP3}}$	$k_{v_{HBP4}}$
120 HB	1,53	1,18	0,94	0,71
140 HB	1,46	1,12	0,90	0,67
160 HB	1,37	1,05	0,84	0,63
180 HB	1,30	1,00	0,80	0,60
200 HB	1,24	0,95	0,76	0,57
220 HB	1,17	0,90	0,72	0,54
D2 240 HB	1,12	0,86 D3	0,69	0,52
260 HB	1,07	0,82	0,66	0,49
280 HB	1,04	0,80	0,64	0,48
300 HB	1,00	0,77	0,62	0,46
320 HB	0,96	0,74	0,59	0,44
340 HB	0,92	0,71	0,57	0,43
360 HB	0,88	0,68	0,54	0,41
375 HB	0,85	0,65	0,52	0,39

D Nalezení modré tabulky (korekce pro oceli – P)
 Группа обрабатываемости – конструкционные стали ISO P
 Znajdź część niebieską tabeli (korekcja dla stali – P)
 Nайдите модрую табулку (korekcja pre ocele – P)

D1 Nalezení poskupiny P2 (střední uhlíkové oceli)
 Определение подгруппы P2 (стали со средним содержанием углерода)
 Znajdź podgrupę P2 (stal średniowęglowa)
 Nайдите подskupinu P2 (stredne uhlíková ocel)

D2 Nalezení požadované tvrdosti (240 HB)
 Твердость 240 HB
 Znajdź wymaganą twardość (240 HB)
 Nайдите požadovanú tvrdost (240 HB)

D3 Výsledek = korekční součinitel na obráběný materiál požadované tvrdosti (0,86 $k_{v_{HB}}$)
 Результат: коэффициент, учитывающий твердость материала заготовки (0,86 $k_{v_{HB}}$)
 Wynik= współczynnik korekcyjny dla obrabianego materiału o wymaganej twardości (0,86 $k_{v_{HB}}$)
 Výsledek = koeficient korekcie pre obrábaný materiál požadovanej tvrdosti (0,86 $k_{v_{HB}}$)

$$v_c = v_{30} \cdot k_{vT} \cdot k_{vx} \cdot (kvN) \cdot k_{vHB} \quad v_c = 250 \times 1,13 \times (1,00) \times 1,05 \times 0,86 = 255$$

! Takto stanovená řezná rychlost je hodnotou počáteční (výchozí) určující základní úroveň řezných rychlostí pro danou operaci. Především rozptýl obrobiteľnosti obráběného materiálu je mnohdy důvodem pro nutnost určitého doladění řezné rychlosti v případě, že požadujeme relativně přesné dodržení hospodárné trvanlivosti břítu.

! Полученная скорость резания является начальным значением для предполагаемых условий обработки. Как правило, требуется дополнительная корректировка скорости резания в реальных условиях обработки для получения желаемой экономически обоснованной стойкости.

! Ustalona w ten sposób prędkość skrawania jest wartością początkową (domyślną) zdefiniowaną na podstawie prędkości skrawania dla danej operacji. Wartość obrabialności przedmiotu obrabianego może być głównym powodem dostosowania prędkości skrawania, w pewnych przypadkach należy także odnieść się do czynnika ekonomicznego – trwałość na krawędź skrawającą.

! Rezná rýchlosť určená týmto spôsobom, je počiatková, určujúca základnú úroveň rezných rýchlostí pre danú operáciu. Rozptýl obrobiteľnosti obrábaných materiálov, môže viesť k nutnosti mierne upraviť reznú rýchlosť, pre dodržanie ekonomickej trvanlivosti.

P				
KOREKCE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKSIJA / KOREKSIJA v_c				
Podskupina / Подгруппа Podgrupa / Podskupina	P1	P2	P3	P4
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdost obrábanej súčiastky				
Tvrdost / Твёрдость Twardość / Tvrdost	$k_{v_{HBP1}}$	$k_{v_{HBP2}}$	$k_{v_{HBP3}}$	$k_{v_{HBP4}}$
120 HB	1,53	1,18	0,94	0,71
140 HB	1,46	1,12	0,90	0,67
160 HB	1,37	1,05	0,84	0,63
180 HB	1,30	1,00	0,80	0,60
200 HB	1,24	0,95	0,76	0,57
220 HB	1,17	0,90	0,72	0,54
240 HB	1,12	0,86	0,69	0,52
260 HB	1,07	0,82	0,66	0,49
280 HB	1,04	0,80	0,64	0,48
300 HB	1,00	0,77	0,62	0,46
320 HB	0,96	0,74	0,59	0,44
340 HB	0,92	0,71	0,57	0,43
360 HB	0,88	0,68	0,54	0,41
375 HB	0,85	0,65	0,52	0,39

M				
KOREKCE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKSIJA / KOREKSIJA v_c				
Podskupina / Подгруппа Podgrupa / Podskupina	M1	M2	M3	M4
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdost obrábanej súčiastky				
Tvrdost / Твёрдость Twardość / Tvrdost	$k_{v_{HBP1}}$	$k_{v_{HBP2}}$	$k_{v_{HBP3}}$	$k_{v_{HBP4}}$
120 HB	1,35	1,31	1,24	1,15
140 HB	1,28	1,24	1,18	1,10
160 HB	1,22	1,18	1,12	1,04
180 HB	1,14	1,11	1,05	0,98
200 HB	1,09	1,06	1,00	0,93
220 HB	1,03	1,00	0,95	0,88
240 HB	0,98	0,95	0,90	0,84
260 HB	0,93	0,91	0,86	0,80
280 HB	0,89	0,87	0,82	0,76
300 HB	0,87	0,84	0,80	0,74
320 HB	0,84	0,81	0,77	0,72
340 HB	0,80	0,78	0,74	0,69
360 HB	0,77	0,75	0,71	0,66
375 HB	0,74	0,72	0,68	0,63

S				
KOREKCE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKSIJA / KOREKSIJA v_c				
Podskupina / Подгруппа Podgrupa / Podskupina	S1	S2	S3	S4
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdost obrábanej súčiastky				
Tvrdost / Твёрдость Twardość / Tvrdost	$k_{v_{HBP1}}$	$k_{v_{HBP2}}$	$k_{v_{HBP3}}$	$k_{v_{HBP4}}$
120 HB	2,14	1,46	1,22	0,92
140 HB	2,01	1,38	1,15	0,93
160 HB	1,93	1,32	1,10	0,83
180 HB	1,89	1,30	1,08	0,81
200 HB	1,84	1,26	1,05	0,79
220 HB	1,80	1,24	1,03	0,77
240 HB	1,75	1,20	1,00	0,75
260 HB	1,70	1,16	0,97	0,73
280 HB	1,61	1,10	0,92	0,69
300 HB	1,54	1,06	0,88	0,66
320 HB	1,47	1,01	0,84	0,63
340 HB	1,40	0,96	0,80	0,60
360 HB	1,37	0,94	0,78	0,59
375 HB	1,30	0,89	0,74	0,56

H				
KOREKCE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKSIJA / KOREKSIJA v_c				
Podskupina / Подгруппа Podgrupa / Podskupina	H1	H2	H3	H4
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdost obrábanej súčiastky				
Tvrdost / Твёрдость Twardość / Tvrdost	$k_{v_{HBP1}}$	$k_{v_{HBP2}}$	$k_{v_{HBP3}}$	$k_{v_{HBP4}}$
380 HB (40,8 HRC)	1,84	1,76	1,60	1,52
400 HB (42,7 HRC)	1,73	1,65	1,50	1,43
420 HB (44,6 HRC)	1,61	1,54	1,40	1,33
440 HB (46,5 HRC)	1,50	1,43	1,30	1,24
460 HB (48,1 HRC)	1,38	1,32	1,20	1,14
500 HB (50,8 HRC)	1,15	1,10	1,00	0,95
520 HB (52,0 HRC)	1,09	1,05	0,95	0,90
540 HB (53,5 HRC)	1,04	0,99	0,90	0,96
560 HB (54,7 HRC)	0,98	0,94	0,85	0,81
580 HB (55,7 HRC)	0,92	0,88	0,80	0,76
600 HB (56,8 HRC)	0,86	0,93	0,75	0,71
620 HB (57,9 HRC)	0,81	0,77	0,70	0,67
640 HB (59,0 HRC)	0,75	0,72	0,65	0,62
>640 HB (>59,0 HRC)	0,69	0,66	0,60	0,57

Tabulka 1
Таблица 1
Tabela 1
Tabuľka 1

TABULKY KOREKCIÍ PRO ŘEZNOU RYCHLOST
СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ КОРРЕКТИРОВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ
TABELA KOREKSIJI DLA PRĘDKOŚCI SKRAWANIA
TABUŁKY KOREKCIÍ PRE REZNU RÝCHLOSŤ

K				
KOREKSE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKSJA / KOREKCIA v_c				
Podskupina / Подгруппа Podgrupa / Podskupina	K1	K2	K3	K4
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdosť obrábanej súčiastky				
Tvrdost / Твёрдость Twardość / Tvrdosť	$k_{v_{HBP1}}$	$k_{v_{HBP2}}$	$k_{v_{HBP3}}$	$k_{v_{HBP4}}$
120 HB	1,60	1,52	1,44	1,36
140 HB	1,45	1,38	1,31	1,23
160 HB	1,35	1,28	1,22	1,15
180 HB	1,25	1,19	1,13	1,06
200 HB	1,10	1,05	0,99	0,94
220 HB	1,00	0,95	0,90	0,85
240 HB	0,90	0,86	0,81	0,77
260 HB	0,80	0,76	0,72	0,68
280 HB	0,70	0,67	0,63	0,60
300 HB	0,65	0,62	0,59	0,55
320 HB	0,60	0,57	0,54	0,51
340 HB	0,55	0,52	0,50	0,47
360 HB	0,50	0,48	0,45	0,43
375 HB	0,40	0,38	0,36	0,34

Korekce na trvanlivost (všeobecné obrábění) Коррекция относительно периода стойкости (для общей обработки) Korekcja dla twardości (obróbka ogólna) Korekcja pre životnosť (všeobecné obrábanie)	
	k_{vT}
15	1,23
20	1,13
30	1,00
45	0,89
60	0,81
90	0,72
Korekce na trvanlivost (těžké hrubování) Коррекция относительно периода стойкости (для тяжелой обработки) Korekcja dla twardości (obróbka ciężko zgrubna) Korekcja pre životnosť (ťažké hrubovanie)	
30	1,23
60	1,00
90	0,89
120	0,81

Korekční součinitel k_{vx} / Поправочный коэффициент k_{vx} Współczynnik prędkości k_{vx} / Korekcyjny współczynnik k_{vx}	
Kůra výkovku a odlitku / Корка после литья иковки Odkuwka i skorupa odlewnicza / Powruchová kůra po kovaní a odlietvaní	0,70 – 0,90
Dobry stav stroje / Удовлетворительное состояние станка Dobry stan maszyn / Dobry stav stroja	1,05 – 1,20
Špatný stav stroje / Плохое состояние станка Zły stan maszyny / Zły stav stroja	0,85 – 0,95

N		
KOREKSE / КОРРЕКЦИЯ / KOREKSJA / KOREKCIA v_c		
Skupina / Група / Grupa / Skupina	N	
Korekce na tvrdost obrobku / Коэффициент, учитывающий твердость мат. заготовки Współczynnik twardości materiału / Faktor pre tvrdosť obrábanej súčiastky		
Typ slitiny / Тип сплава Rodzaje stopów / Typ zliatiny	k_{vx}	Podskupina Подгруппа Podgrupa Podskupina
Elektrotechnický hliník Электротехнический алюминий Aluminium elektrotechniczne Elektrotechnický hliník	2,00	N1
Slitiny Al tvářené nevytvrzené HB 60 Деформируемые сплавы Al, неупрочненные HB 60 Stopy Al formowane, nieutwardzone HB 60 Hliníkové (Al) zliatiny mäkké, tvárnené do tvrdosti 60 HB	1,50	
Slitiny Al tvářené vytvrzené HB 100 Деформируемые сплавы Al, упрочненные HB 100 Stopy Al formowane, utwardzone HB 100 Hliníkové (Al) zliatiny tvárnené, tvrdené na 100 HB	1,00	
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 75 Литейные сплавы Al, неупрочненные HB 75 Stopy Al odlewnicze, nieutwardzone HB75 Hliníkové (Al) zliatiny odliatky, netvrdené do 75 HB	0,90	
Slitiny Al lité vytvrzené HB 90 Литейные сплавы Al, упрочненные HB 90 Stopy Al odlewnicze, utwardzone HB 90 Hliníkové (Al) zliatiny odliatky, tvrdené 90 HB	0,65	
Slitiny Al lité nevytvrzené HB 130 >12 % Si Лит. сплавы Al, неупрочненные HB 130, содерж. кремния >12 % Si Stopy Al odlewnicze, nieutwardzone HB 130 >12 % Si Hliníkové (Al) zliatiny odliatky, netvrdené do 130 HB >12 % Si	1,0 PCD/0,20	
Velmi dobře obrábiteľné slitiny (> 1 % Pb) Хорошо обрабатываемые сплавы (> 1 % Pb) Stopy dobrze obrabialne (>1 % Pb) Velmi dobre obrábiteľné zliatiny (> 1 % Pb)	0,90	
Mosazi a olověné bronzy (< 1 % Pb) Латунь и бронза (< 1 % Pb) Mosiądzi i brąz z ołowiem (<1%Pb) Mosadze a bronz (> 1 % Pb)	0,75	
Ostatní mosazi HB <90 Прочая латунь HB <90 Inne mosiądze HB <90 Ostatné mosadze <90 HB	0,60	
Ostatní mosazi HB >90 Прочая латунь HB >90 Inne mosiądze HB >90 Ostatné mosadze >90 HB	0,54	
Bronz elektrolitická Cu Электротехническая медь Brąz elektrolityczny Cu Bronz Cu	0,40	N4
Tvrde a velmi tvrdé bronzy Твердые и очень твердые бронзы Brązy twarde i bardzo twarde Tvrde a veľmi tvrdé bronz	0,6 PCD/0,20	

ROZDĚLENÍ OBRÁBĚNÝCH MATERIÁLŮ
ГРУППЫ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Při volbě nástroje a startovních řezných podmínek je jednou z nejdůležitějších věcí správná identifikace obráběného materiálu. Pro zjednodušení rozdělujeme obráběné materiály do šesti základních skupin, respektive do dvacetičtyř podskupin, v nichž jsou sdružovány materiály, které vyvolávají kvalitativně stejný typ zatížení (namáhání) břitu, a tudíž vyvolávají i podobný typ opotřebení.

Proto prvním krokem je zařazení materiálu obrobku do jedné z (pod)skupin – viz následující tabulka č. 4.

Правильный подбор обрабатываемого материала очень важен при выборе инструмента и начальных режимов обработки. Для удобства обрабатываемые материалы подразделяются на шесть основных групп, или на 24 подгруппы, которые объединяются по виду оказываемой нагрузки (деформации) на режущую кромку и, следовательно, имеют похожий тип износа.

Поэтому сначала необходимо отнести материал заготовки к одной из групп (подгрупп), используя таблицу 4 ниже.

Tabulka 4

Таблица 4

Podskupina Подгруппа	DORMER AMG	Definice podskupiny	Определение подгруппы	Příklad Пример	Korekce к эталону Коррекция по стандарту	
P	P1	1.1, 1.2	Oceli a ocelolityny s velmi dobrou (zlepšenou) obrobitelností, automatové a nízkouhlikové oceli	Сталь с очень высокой (повышенной) обрабатываемостью; автоматная сталь и низкоуглеродистая сталь	95Mn28	1,33
	P2	1.3	Nelegované a nízkolegované ocelolityny a oceli se středním obsahem uhlíku (0,25 < C < 0,55) s pevností do 900 MPa a tvrdostí v rozsahu 160 – 255 HB	Нелегированная и низколегированная сталь и сталь со средним содержанием углерода (0,25 < C < 0,55); пределом прочности до 900 МПа и твердостью 160 – 255 HB	C45	1,00
	P3	1.4	Hůře obrobitelné nelegované a nízkolegované ocelolityny a oceli se středním obsahem uhlíku s pevností do 1000 MPa a tvrdostí do 300 HB	Менее пригодная к обработке нелегированная и низколегированная сталь и сталь со средним содержанием углерода; прочностью до 1000 МПа и твердостью до 300 HB	41CrAlMo7	0,80
	P4	1.5	Středně až vysoce legované ocelolityny a oceli (většinou s obsahem uhlíku 0,55 < C), pevnost do 1270 MPa a tvrdost do 375 HB resp. 40 HRC	Средне- и высоколегированные стали (обычно с содержанием углерода 0,55 < C); прочностью до 1270 МПа и твердостью до 375 HB (соотв. 40 HRC)	X210Cr12	0,60
M	M1	2.1	Feritické korozivzdorné oceli	Ферритные нержавеющие стали	X6Cr17	1,09
	M2	(2.1, 2.4)	Martenzitické korozivzdorné oceli	Мартенситные нержавеющие стали	X 45CrSi 9.3	1,06
	M3	2.2	Austenitické korozivzdorné oceli	Аустенитные нержавеющие стали	X 6CrNiTi 18 10	1,00
	M4	2.3, 2.4	Feriticko-austenitické (duplexní) a superaustenitické korozivzdorné oceli	Ферритно-аустенитные (дуплексные) и супераустенитные нержавеющие стали	X 53 CrMnNiN21 9	0,93
K	K1	3.1, 3.2	Šedé litiny	Серый чугун	GG–25	1,00
	K2	3.1, 3.2	Temperované litiny	Ковкий чугун с низким пределом прочности	GTS 45–06	0,95
	K3	3.3	Tvárné litiny feritické a feriticko-perlitické	Ферритный, ферритно-перлитный высокопрочный чугун	GGG40	0,90
	K4	3.4	Tvárné litiny perliticko-feritické, perliticko-sorbittické a perlitické	Перлитный, перлитно-сорбитный высокопрочный чугун	GGG–70	0,85
N	N1	7.1	Hliník a jeho měkké slitiny Al (s nízkým obsahem Si) zejména tvářené a lité (nevytvrzené), tvrdost do 100HB	Алюминий и его сплавы (с низким содержанием Si), незакаленные поковки и отливки твердостью до 100 HB	AlMgSi1	1,00
	N2	7.2, 7.3, 7.4	Tvrdé slitiny Al, zejména lité vytvrzené (s vysokým obsahem Si)	Твердые сплавы алюминия, закаленные отливки (с высоким содержанием Si)	G–AlSi11	0,65
	N3	6.1, 6.2, 6.3	Měkké slitiny Cu, automatová mosaz a ostatní měkké mosazi a bronzy	Мягкие сплавы Cu, автоматная латунь и прочие типы мягкой латуни и бронзы	G–CuSn5Zn5Pb	0,60
	N4	6.4	Hůře obrobitelné a tvrdé slitiny Cu	Плохо обрабатываемые твердые сплавы меди	G–CuAl10Fe	0,40
S	S1	4.1, 4.2, 4.3	Technicky čistý Ti, slitiny α, α + β a β slitiny zušlechťené a stárnuté	Технически чистый Ti, сплавы α, α + β и β, упрочненные сплавы	TiAl6V4	1,75
	S2	(9.1)	Slitiny na bázi Fe	Жаропрочные сплавы на основе Fe	X10NiCrAlTi3221	1,20
	S3	5.1, 5.2, 5.3	Slitiny na bázi Ni	Жаропрочные сплавы на основе Ni	INCONEL 718	1,00
	S4	(9.1)	Slitiny na bázi Co	Жаропрочные сплавы на основе Co	Haynes 25	0,75
H	H1	1.6	Vysoce pevné a tvrdé nástrojové oceli, kalené a zušlechťené oceli o tvrdosti 40 – 50 HRC	Твердая инструментальная сталь, закаленная и улучшенная сталь твердостью 40 – 50 HRC	X30WCrV9.3	1,15
	H2	–	Tvrzená a bílá litina 350 – 600 HV	Закаленный и белый чугун 350 – 600 HV	G–X 260 NiCr 4 2	1,10
	H3	1.7	Kalené a zušlechťené oceli o tvrdosti v rozmezí 50 – 55 HRC	Закаленная и улучшенная сталь твердостью в диапазоне 50 – 60 HRC	X38CrMoV5.1	1,00
	H4	1.8	Kalené a zušlechťené (převážně nástrojové) oceli o tvrdosti vyšší než 55 HRC	Закаленная и улучшенная (в большинстве случаев инструментальная) сталь твердостью более 55 HRC	X210Cr12	0,95

Podczas doboru narzędzia i początkowych parametrów skrawania jedną z najważniejszych rzeczy jest właściwa identyfikacja materiału obrabianego. Generalnie materiały obrabiane podzielone są na 6 podstawowych grup. Z nich utworzyliśmy 24 podgrupy skupiające materiały powodujące podobny sposób obciążenia ostrza, co skutkuje zbliżonym rodzajem zużycia narzędzia.

Dlatego pierwszym krokiem jest zakwalifikowanie materiału obrabianego do właściwej (pod)grupy – patrz tabela nr 4.

Pri voľbe nástroja a štartovacích rezných podmienok je jednou z najdôležitejších vecí správna identifikácia obrábaného materiálu. Pre zjednodušenie rozdeľujeme obrábané materiály do šiestich základných skupín, respektíve do dvadsaťštyri podskupín, v ktorých sú združené materiály vyvolávajúce kvalitatívne rovnaký typ zaťaženia (namáhania) ostria a vyvolávajú aj podobný typ opotrebenia.

Preto prvým krokom je zaradenie materiálu obrodku do jednej zo (pod)skupín – viď nasledujúca tabuľka č. 4.

Tabela 4

Tabuľka 4

Podgrupa Podskupina	DORMER AMG	Definicja podgrupy	Definícia podskupiny	Przykład Príklad	Korekcia do etalonu Korekcia k etalónu	
P	P1	1.1, 1.2	Stal i staliwo o bardzo dobrej (polepszonej) obrabialności, stale automatowe i niskowęgłowe	Ocele a oceliatiiny s veľmi dobrou (zlepšenú) obrobitelnosťou, automatové a nízkouhlíkovej ocele	9SMn28	1,33
	P2	1.3	Niestopowe (węglowe) i niskostopowe stale i staliwa o średniej zawartości węgla (0,25 < C < 0,55) o wytrzymałości do 900 Mpa i twardości w zakresie 160 – 255 HB	Nelegovane a nízkolegované oceliatiiny a ocele so stredným obsahom uhlíka (0,25 < C < 0,55) s pevnosťou do 900MPa a tvrdosťou v rozsahu 160 – 255HB	C45	1,00
	P3	1.4	Trudniej obrabialne stale i staliwa niskostopowe i niestopowe (węglowe) o średniej zawartości węgla i wytrzymałości do 1000 Mpa oraz twardości do 300 HB	Horšie obrobitelné nelegované a nízkolegované oceliatiiny a ocele so stredným obsahom uhlíka s pevnosťou do 1 000 MPa a tvrdosťou do 300 HB	41CrAlMo7	0,80
	P4	1.5	Średnio i wysokostopowe stale i staliwa (przeważnie o zawartości węgla poniżej 0,55 %), wytrzymałości do 1270 Mpa i twardości do 375 HB lub 40 HRC	Stredne až vysokolegované oceliatiiny a ocele (väčšinou s vyšším obsahom uhlíka 0,55 < C) pevnosť do 1270 MPa a tvrdosť do 375 HB resp. 40 HRC)	X210Cr12	0,60
M	M1	2.1	Ferrytyczne stale odporne na korozję	Feritické koróziivzdorné ocele	X6Cr17	1,09
	M2	(2.1, 2.4)	Martenzyticzne stale odporne na korozję	Martenzitické koróziivzdorné ocele	X 45CrSi 9.3	1,06
	M3	2.2	Austenyticzne stale odporne na korozję	Austenitické koróziivzdorné ocele	X 6CrNiTi 18 10	1,00
	M4	2.3, 2.4	Ferrytyczno-Austenyticzne (Duplex) oraz super austenyticzne stale odporne na korozję	Feriticko-austenitické (duplexné) a superaustenitické koróziivzdorné ocele	X 53 CrMnNiN21 9	0,93
K	K1	3.1, 3.2	Żeliwa szare (GJL)	Sivé liatiny	GG–25	1,00
	K2	3.1, 3.2	Żeliwa ciągliwe (GJM)	Temperované liatiny	GTS 45–06	0,95
	K3	3.3	Żeliwa sferoidalne ferrytyczne i ferrytyczno-perlityczne	Tvárne liatiny feritické a feriticko-perlitické	GGG40	0,90
	K4	3.4	Żeliwa sferoidalne perlityczno-ferrytyczne, perlitycznosorbityczne oraz perlityczne	Tvárne liatiny perliticko-feritické, perliticko-sorbitycké a perlitycké	GGG–70	0,85
N	N1	7.1	Aluminium i miękkie stopy Al (z niską zawartością Si) obrabione plastycznie (np.kute) oraz odlewane (nieutwardzone) o twardości do 100 HB	Hliník a jeho mäkké zliatiny Al (s nízkym obsahom Si) najmä tvárnené a liaté (nevytvrdené), tvrdosť do 100 HB	AlMgSi1	1,00
	N2	7.2, 7.3, 7.4	Twarde stopy Al, utwardzone odlewy (z wysoką zawartością Si)	Tvrde zliatiny Al, najmä liaté vytvrdené (s vysokým obsahom Si)	G–AlSi11	0,65
	N3	6.1,6.2, 6.3	Miękkie stopy miedzi, mosiądz automatowy oraz pozostałe miękkie mosiądze i brązy	Mäkké zliatiny Cu Automatová mosadz a ostatné mäkké mosadze a brązy	G–CuSn5Zn5Pb	0,60
	N4	6.4	Trudniej obrabialne i twardsze stopy Cu	Horšie obrobitelné a tvrdé zliatiny Cu	G–CuAl10Fe	0,40
S	S1	4.1, 4.2, 4.3	Techniczny, czysty Ti ; stopy α , $\alpha+\beta$ oraz stopy ulepszone i starzone	Technický čistý Ti, zliatiny α , $\alpha+\beta$ a β zliatiny zušľachtené a stárnuté	TiAl6V4	1,75
	S2	(9.1)	Stopy na bazie Fe	Zliatiny na báze Fe	X10NiCrAlTi3221	1,20
	S3	5.1, 5.2, 5.3	Stopy na bazie Ni	Zliatiny na báze Ni	INCONEL 718	1,00
	S4	(9.1)	Stopy na bazie Co	Zliatiny na báze Co	Haynes 25	0,75
H	H1	1.6	Stale o wysokiej wytrzymałości, twarde stale narzędziowe, stale hartowane i ulepszone o twardości 40 – 50 HRC	Vysokopevné a tvrdé nástrojové ocele a kalené a zušľachtené ocele o tvrdosti 40 – 50 HRC	X30WCrV9.3	1,15
	H2	–	Żeliwa utwardzane i białe 350 – 600 HV	Tvrdená a biela liatina 350 – 600 HV	G–X 260 NiCr 4 2	1,10
	H3	1.7	Hartowane i ulepszone stale o twardości 50 – 55 HRC	Kalené a zušľachtené ocele o tvrdosti v rozmedzí 50 – 55 HRC	X38CrMoV5.1	1,00
	H4	1.8	Hartowane i ulepszone stale o twardości ponad 55 HRC	Kalené a zušľachtené (prevážne nástrojové) ocele o tvrdosti vyššej ako 55 HRC	X210Cr12	0,95

ŘEZNÉ PODMÍNKY PŘI FRÉZOVÁNÍ
ФРЕЗЕРОВАНИЕ – ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
PARAMETRY SKRAWANIA PODCZAS FREZOWANIA
REZNE PODMIENKY PRI FRÉZOVÁNÍ

Při frézování pracuje břit frézy téměř vždy v podmínkách přerušovaného řezu. Během otáčky nástroje každý břit vniká minimálně jedenkrát do obrobku a jedenkrát ze záběru vychází.

Navíc dochází během frézování k periodické změně tloušťky třísky během 1 otáčky frézy. To má za následek i kolísání velikosti i směru tangenciální složky řezné síly. Břit frézy je proto vystaven cyklickému namáhání, které je příčinou jeho specifického opotřebení.

Pro trvanlivost bříty frézy jsou proto rozhodující podmínky, za kterých břit do obrobku vniká a za kterých z obrobku vystupuje. Vhodná volba těchto podmínek zásadním způsobem ovlivňuje průběh i výsledek frézování z hlediska řezného výkonu i kvality obrobenej plochy.

V okamžiku vniknutí do obrobku je břit vystaven více či méně intenzivnímu mechanickému rázu, který vyvolává jeho mechanické namáhání v bezprostřední blízkosti ostří. Tento ráz může při nevhodně zvolených záběrových podmínkách vyvolat křehké porušení bříty a to buď ve formě lomu nebo vydrolení ostří.

Přesto pro nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami doporučujeme realizovat souměrný záběr (tj. aby břit zabíral do pokud možno maximální tloušťky třísky).

V процессе фрезерования режущая кромка СМП всегда работает в условиях прерывистого резания – как минимум, один раз врезается и один раз выходит из заготовки за один оборот фрезы. Кроме того, во время фрезерования периодически изменяется (в течение полного оборота фрезы) толщина снимаемой стружки. Следствием этого является колебание величины и направления тангенциальной составляющей силы резания. В результате, режущая кромка фрезы подвергается циклической нагрузке, которая ведет к специфическому виду износа режущей кромки.

На время стойкости режущей кромки СМП огромное влияние оказывают условия, при которых она врезается и выходит из материала заготовки. Правильный выбор этих условий влияет на результат процесса фрезерования с точки зрения производительности и качества обработанной поверхности.

В момент врезания в заготовку режущая кромка подвергается удару, который вызывает ее механическое напряжение. Этот удар может, при неправильно выбранных условиях врезания, вызвать разрушение режущей грани в виде ее скола или выкрашивания.

При использовании инструмента, оснащенного сменными режущими пластинками, рекомендуется применять врезание по подаче (попутное фрезерование), чтобы сечение стружки при врезании находилось в рекомендуемом диапазоне подач, и было больше на входе фрезы, чем на выходе.

Podczas pojedynczego obrotu narzędzia, każde z ostrzy wchodzi i wychodzi z materiału przynajmniej raz.

Dodatkowo, podczas obrotu głowicy, okresowo zmienia się grubość wióra. To również skutkuje fluktuacjami w rozmiarze i kierunku stycznego składnika siły skrawania. Ostrze głowicy frezarskiej jest narażane na okresowe obciążenia, które prowadzą do specyficznego zużycia krawędzi skrawającej.

Trwałość krawędzi skrawającej głowicy jest zależna od warunków, w jakich ostrze wchodzi i opuszcza obrabiany materiał. Odpowiedni wybór tych parametrów znacząco wpływa na proces frezowania w odniesieniu do siły skrawania i jakości obrobionej powierzchni.

W momencie wejścia w materiał, krawędź skrawająca podlega bardziej lub mniej mechanicznym naprężeniom w bezpośrednim sąsiedztwie styku z materiałem.

Jeżeli źle wybierze się warunki skrawania, to może to spowodować uszkodzenia krawędzi skrawającej w postaci złamań, lub mikrowykruszeń.

Nawet w przypadku narzędzi z wymiennymi płytkami zalecamy frezowanie współbieżne (frezowanie zaczyna się od większej grubości wióra i stopniowo maleje)

Počas procesu frézovania, fréza skoro vždy pracuje v prerušovanom reze. V rámci jednej otáčky nástroja vždy doštička aspoň raz vstúpi do materiálu a raz z rezu vystúpi.

Okrem toho, sa v rámci jednej otáčky periodicky mení aj hrúbka triesky. To má samozrejme za následok kolísanie zaťaženia v tangenciálnom smere. Fréza je teda vystavená cyklickému namáhaniu, čo vedie k špecifickému opotrebovaniu reznej hrany.

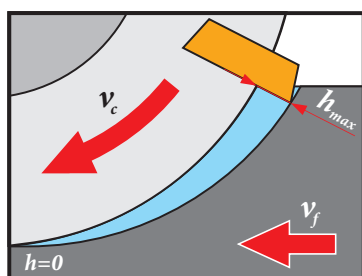
Životnosť reznej hrany je preto závislá na podmienkach pri ktorej rezná hrana vstupuje a vychádza z rezu. Správny výber týchto podmienok teda ovplyvňuje proces, výsledok zaťaženia – reznej sily a samozrejme aj kvalitu obrobenej povrchu.

V momente vstupu reznej hrany do materiálu, je rezná hrana viac či menej namáhaná a môže dojsť k mechanickému poškodeniu na jej okraji. Ak sú teda podmienky zvolené nesprávne, tak môže dochádzať k úplnému odlomeniu hrany, alebo k jej poškodeniu – rozdrobeniu krehkým lomom.

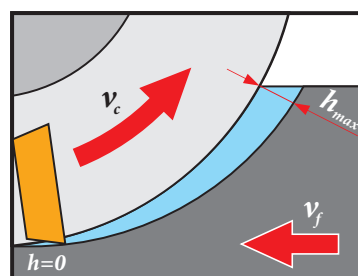
V momente vstupu reznej hrany do materiálu, je rezná hrana viac či menej namáhaná a môže dojsť k mechanickému poškodeniu na jej okraji. Ak sú teda podmienky zvolené nesprávne, tak môže dochádzať k úplnému odlomeniu hrany, alebo k jej poškodeniu – rozdrobeniu krehkým lomom.

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 5

SOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ
ПОПУТНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ
FREZOWANIE WSPÓLBIEŻNE
SÚBEŽNÉ FRÉZOVANIE



NESOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ
 ВСТРЕЧНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ
 FREZOWANIE PRZECIWBIEŻNE
 PROTIBEŽNÉ FRÉZOVANIE



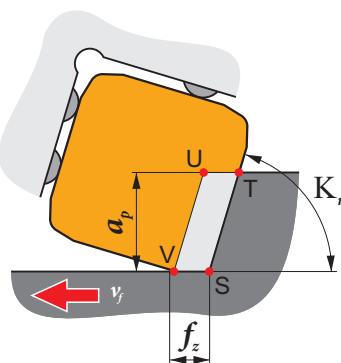
Místo prvního dotyku břitu s obrobkem by mělo ležet dále od špičky a od ostří, což však závisí jednak na základní geometrii břitu tj. úhlech $\gamma_p, \lambda_s, \kappa_r$, tak na vzájemné poloze osy frézy a vstupní hrany obrobku.

Место первого контакта режущей кромки с заготовкой должно быть как можно дальше удалено от ее вершины, что зависит от основной геометрии СМП – углов $\gamma_p, \lambda_s, \kappa_r$ и взаимного расположения оси вращения фрезы и „входной“ грани заготовки.

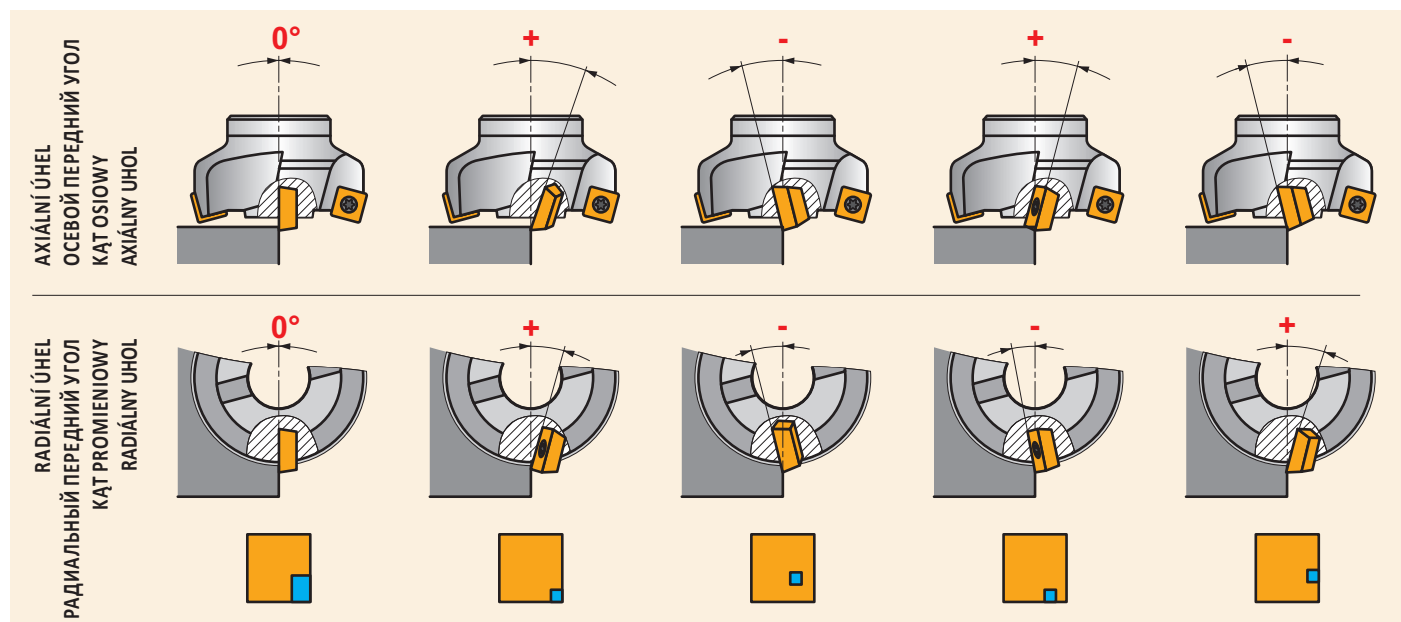
Ponadto, miejsce pierwszego kontaktu pomiędzy krawędzią a materiałem obrabianym, powinno znajdować się w pewnej odległości od wierzchołka płytki. Jednakże, pozycja wejściowa zależy zarówno od podstawowej geometrii płytki, to znaczy kątów $\gamma_p, \lambda_s, \kappa_r$ i wzajemnego położenia osi freza, a położeniem materiału obrabianego.

Místo prvního kontaktu mezi doštičkou a obrobkem by malo být dále od okraje doštičky. Avšak poloha kontaktu závisí od základnej geometrie doštiček od uhlov $\gamma_p, \lambda_s, \kappa_r$, a vzájomnej polohy osi frézy a hrany obrobku.

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 6



Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 7



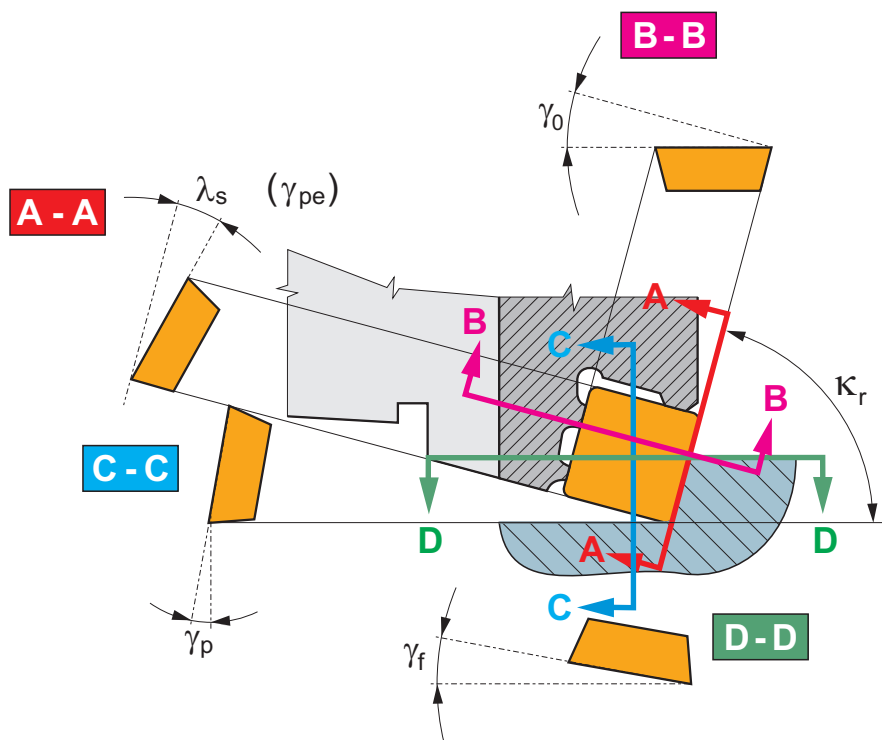
Poloha břitové destičky upnuté v tělese nástroje je určena několika úhly viz obr. č. 8.

Положение пластины в корпусе фрезы определяется углами – рисунок 8.

Pozycja płytki skrawającej zamontowanej w narzędziu jest definiowana poprzez wiele kątów – zobacz obraz 8.

Poloha reznej doštičky upnutej v telese nástroja je určená niekoľkými uhlami viď obrázok 8.

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 8



Konstrukční úhly (nástrojové úhly) slouží k základní orientaci polohy lůžka do kterého je upnuta břitová destička a má význam především pro konstrukci tělesa frézky. Jde o dva úhly čela axiální úhel čela γ_0 (nástrojový zadní úhel čela) a radiální úhel čela γ_r (nástrojový boční úhel čela) viz obrázek č. 8.

Pracovní (funkční) úhly jsou ortogonální úhel čela γ_0 , úhel nastavení κ_r , úhel sklonu ostří λ_s .

- **Ortogonální úhel čela γ_0** – má vliv na velikost plastické deformace odřezávané třísky, a tudíž na velikost řezné síly a na úroveň řezné teploty. Čím větší je úhel γ_0 , tím menší jsou řezné síly, a tím menší je i potřebný výkon hnacího motoru frézky a naopak. Zmenšující se úhel γ_0 má za následek růst řezné síly i řezné teploty.
- **Úhel nastavení κ_r** – určuje při určitém posuvu na zub f_z a axiální hloubce řezu a_p tloušťku a šířku třísky (délku zabírajícího břitu). Tím ovlivňuje řezné síly, specifické zatížení, opotřebení a trvanlivost břitu. Zmenšující se úhel nastavení κ_r při konstantním posuvu f_z má za následek zmenšení tloušťky třísky h .
- **Úhel sklonu ostří λ_s** – spolu s úhlem nastavení κ_r a úhlem čela γ_0 určuje místo prvního dotyku břitu s obrobkem při vnikání břitu. Proto má vliv na odolnost břitu vůči křehkému porušení při obrábění přerušovaným řezem obecně. Současně má vliv i na směr odchodu třísky z místa řezu.

Конструктивные (инструментальные) углы служат для основной ориентации положения пластины и имеют особое значение для конструкции корпуса фрезы. Речь идет о двух передних углах – осевой передний угол γ_p и радиальный передний угол γ_r .

Рабочие (функциональные) углы – это главный угол в плане κ_r , главный передний угол γ_0 , угол наклона режущей кромки λ_s .

- **Главный передний угол γ_0** влияет на величину пластической деформации снимаемой стружки и, следовательно, на величину усилия резания и на уровень температуры в зоне резания. Чем больше угол γ_0 , тем меньше усилие резания и потребляемая мощность. Следствием снижения величины угла γ_0 является возрастание сил и температуры в зоне резания.
- **Главный угол в плане κ_r** определяет толщину снимаемой стружки при выбранных подаче на зуб f_z и осевой глубине резания a_p , что сказывается на усилиях резания, удельной нагрузке, износе и стойкости режущей кромки. Результатом уменьшения главного угла в плане κ_r при постоянной подаче f_z является уменьшение толщины стружки h .
- **Угол наклона режущей кромки λ_s** определяет вместе с главным углом в плане κ_r и передним углом γ_0 место „первого контакта“ режущей кромки с заготовкой. Таким образом, он оказывает влияние на устойчивость режущей кромки к выкрашиванию, в частности при прерывистом резании. Одновременно он также влияет на направление схода стружки из зоны резания.

Kąty konstrukcyjne (kąty narzędziowe) służą do podstawowej orientacji pozycji łoża, do którego jest przymocowana płytka skrawająca, mają znaczenie przede wszystkim przy konstrukcji korpusu freza. Chodzi o dwa kąty natarcia, osiowy kąt natarcia γ_p i promieniowy kąt natarcia γ_f .

Kąty w układzie roboczym są to: kąt przystawienia κ_r , ortogonalny kąt natarcia γ_o , kąt nachylenia głównej krawędzi skrawającej λ_s .

- **Ortogonalny kąt natarcia** γ_o – ma wpływ na wielkość plastycznej deformacji odbieranego wióra, a więc na wielkość sił skrawania i na poziom temperatury skrawania. Im większy jest kąt γ_o tym mniejsze są siły skrawania i tym mniejsza moc jest potrzebna do napędu frezarki. I odwrotnie, jeżeli będziemy zmniejszać kąt γ_o , to będą nam wzrastać siły skrawania i temperatura skrawania.
- **Kąt przystawienia** κ_r – określa nam przy danym stałym posuwie na ząb f_z i stałej osiowej głębokości skrawania a_p , grubość i szerokość wióra (długość zetknięcia się głównej krawędzi skrawającej z materiałem). Wpływa on na rozkład sił skrawania oraz zużycie i trwałość głównej krawędzi skrawającej. Zmniejszanie kąta przystawienia κ_r przy stałym posuwie f_z powoduje zmniejszenie grubości wióra h .
- **Kąt nachylenia głównej krawędzi skrawającej** λ_s – razem z kątem przystawienia κ_r i kątem natarcia γ_o określa punkt pierwszego kontaktu płytki z materiałem przy wejściu ostrza w materiał obrabiany. Dlatego ma wpływ na odporność ostrza, na wykruszenie krawędzi skrawającej przy obróbce przerywanej. Jednocześnie ma wpływ na kierunek spływania wióra.

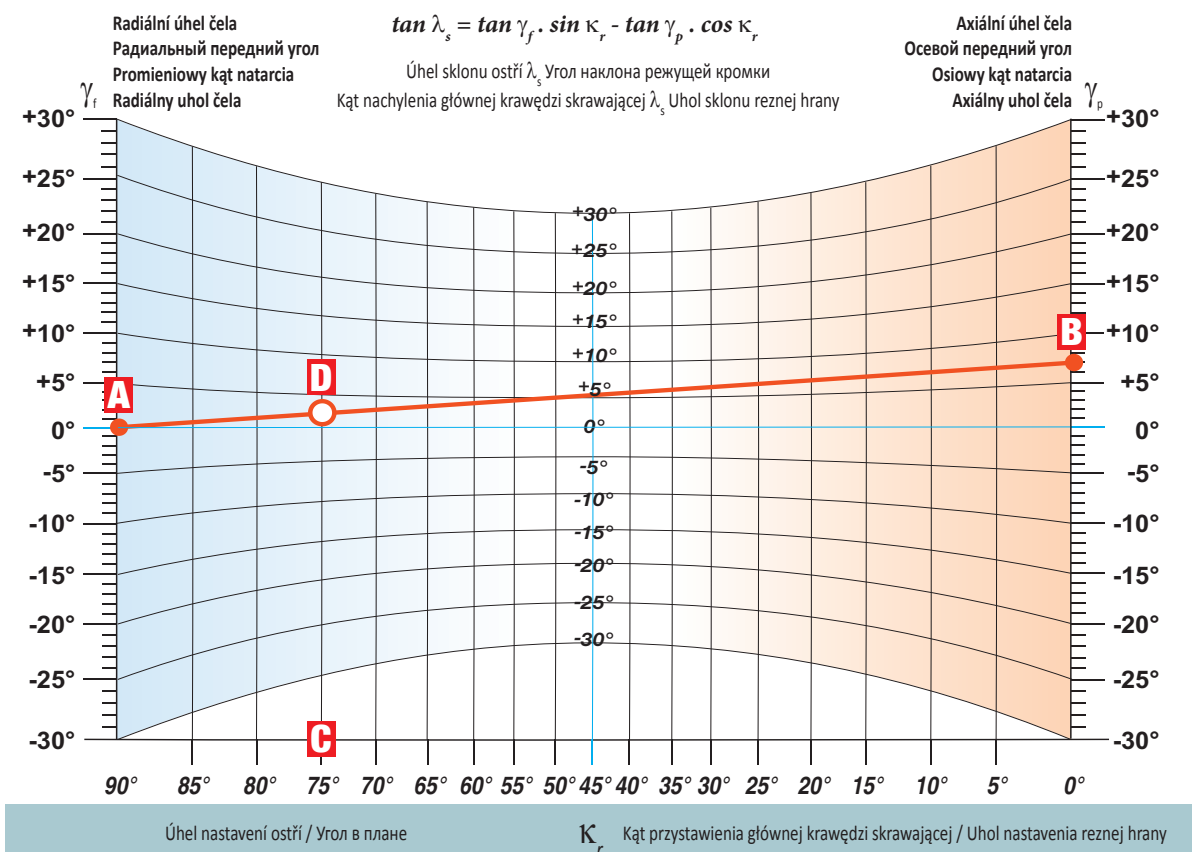
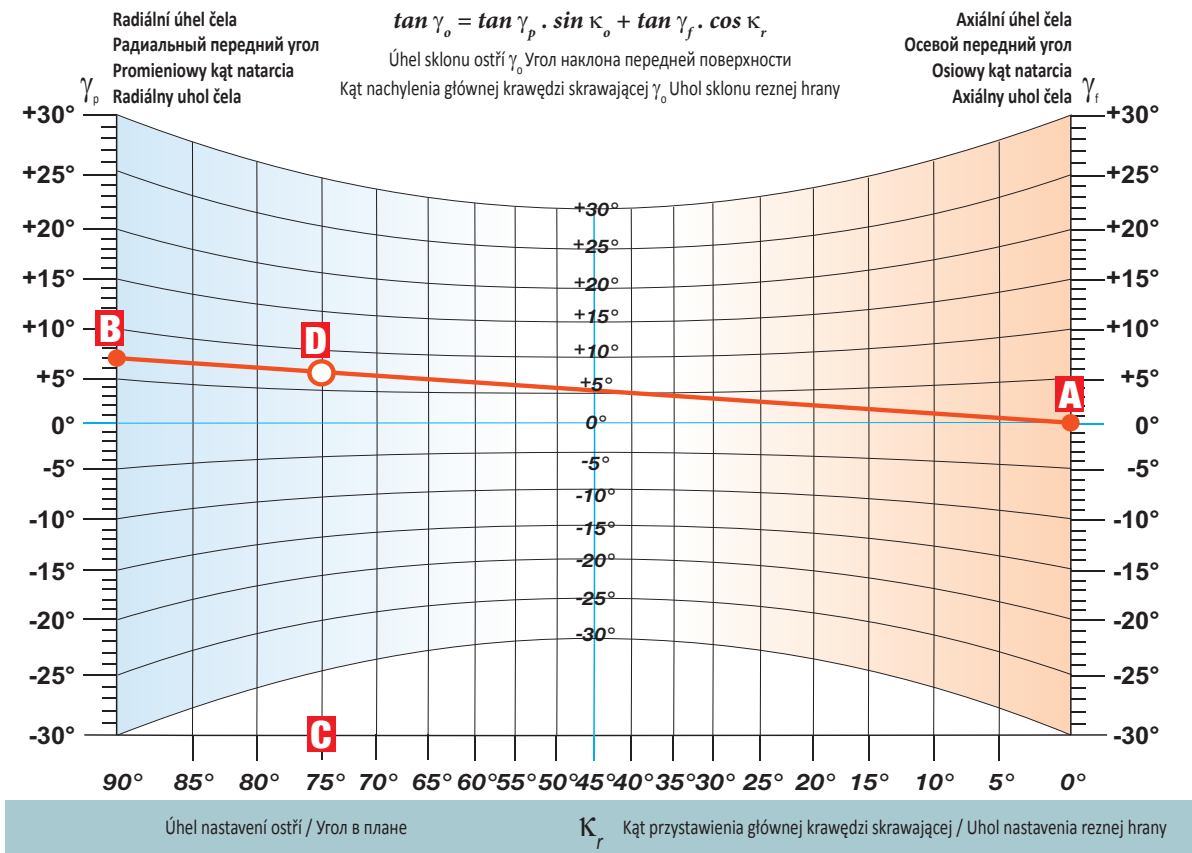
Konstruktne uhly (nástrojové uhly) slúžia k základnej orientácii polohy lôžka, do ktorého je upnutá VRD a má význam najmä pre konštrukciu telesa frézy. Jedná sa o dva uhly čela. Axiálny uhol čela g_p (nástrojový zadný uhol čela) a radiálny uhol čela g_f (nástrojový bočný uhol čela) viz obrázok č. 8.

Pracovné (funkčné) uhly sú uhol nastavenia κ_r , ortogonalný uhol čela γ_o , uhol sklonu ostria λ_s .

- **Ortogonalný uhol čela** γ_o – má vplyv na veľkosť plastickej deformácie odrezávanej triesky a teda na veľkosť reznej sily a na úroveň reznej teploty. Čím väčší je uhol γ_o , tým menšie sú rezné sily a tým menší je aj potrebný výkon hnacieho motoru frézky a naopak. Zmenšujúci sa uhol γ_o má za následok rast reznej sily a reznej teploty.
- **Uhol nastavenia** κ_r – určuje pri určitom posuve na zub f_z a axiálnej hĺbke rezu a_p hrúbku a šírku triesky (dĺžku zaberajúceho ostria). Tým ovplyvňuje rezné sily, špecifické zaťaženie, opotrebenie a trvanlivosť ostria. Zmenšujúci sa uhol nastavenia κ_r pri konštantnom posuve f_z má za následok zmenšenie hrúbky triesky h .
- **Uhol sklonu ostria** λ_s – spolu s uhlom nastavenia κ_r a uhlom čela γ_o určuje miesto prvého dotyku ostria s obrobkom pri vnikaní ostria. Preto má vplyv aj na smer odchodu triesky z miesta rezu.

NOMOGRAMY PRO URČENÍ PRACOVNÍ GEOMETRIE FRÉZY
 НОМОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ГЕОМЕТРИИ ФРЕЗЫ
 NOMOGRAMY NA OKREŚLENIE GEOMETRII ROBOCZEJ FREZA
 NORMOGRAMY PRE URČENIE PRACOVNEJ GEOMETRIE FRÉZY

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 9



Výstup břitu ze záběru je provázen, jednak namáháním břitu teplotními rázy způsobenými prudkým ochlazením povrchových vrstev břitu v blízkosti ostří a jednak mechanickým rázem vyvolaným uvolněním pružných deformací, zejména povrchových vrstev obrobku při rychlém poklesu řezné síly.

To je důvod, proč používáme střední hodnotu tloušťky třísky h_m pro všechny výpočty.

Tloušťka třísky h se mění během 1 otáčky v závislosti na úhlu φ podle závislosti $h\varphi = f_z \times \sin\varphi$.

Maximální tloušťku rovnou f_z dosahuje tříska v ose frézy. Střední hodnota tloušťky třísky h_m , kterou odebírá 1 zub během 1 otáčky, představuje výšku obdélníku o stejné ploše jako je plocha pod sinusovkou vztážená na radiální hloubku řezu a_e . Velikost střední tloušťky třísky h_m je závislá na druhu frézy a na záběrových podmínkách, zejména na poměru a_e/D , posuvu na zub f_z a přirozeně na úhlu nastavení κ_r . Na obrázku 10, na následující straně jsou uvedeny ilustrativní příklady.

Wychodzeniu krawędzi skrawającej z materiału towarzyszą również naprężenia termiczne, powodowane gwałtownymi spadkami temperatury wierzchniej warstwy krawędzi skrawającej i naprężenia mechaniczne spowodowane przez elastyczne odkształcenia warstwy wierzchniej przedmiotu obrabianego podczas szybkich spadków sił skrawania.

Dlatego używamy średniego przekroju wióra h_m do każdego obliczeń. Grubość wióra h zmienia się podczas jednego obrotu w zależności od kąta φ zgodnie z formułą $h\varphi = f_z \times \sin\varphi$.

Maksymalna grubość wióra równa f_z jest osiągnięta w osi freza. Średnia grubość wiórow h_m cięta przez jedno ostrze podczas jednego obrotu jest równa wysokości prostokąta o tej samej powierzchni co powierzchnia pod krzywą sinusoidalną w odniesieniu do promieniowej głębokości skrawania a_e . Średnia grubość wióra h_m zależy od typu freza i warunków skrawania, szczególnie do stosunku a_e/D , posuvu na ząb f_z i kąta przystawienia κ_r . Zobacz rysunek 10. na następnej stronie.

Выход режущей кромки из заготовки сопровождается с одной стороны, резким снижением нагрузки на режущую кромку и температуры, и, с другой стороны, механическим ударом, вызванным релаксацией упругих деформаций, в особенности, поверхностных слоев.

Чтобы ограничить кромку от резкого перепада температуры и неблагоприятной механической нагрузки, желательно минимизировать толщину снимаемой стружки на выходе режущей кромки из заготовки. Однако, она не должна быть слишком тонкой, потому что возникает опасность выкрашивания СМП при отрыве частиц нароста, который образуется при снятии экстремально тонкой стружки, а также вероятность появления заусенца на заготовке.

В отличие от токарной обработки, где толщина снимаемой стружки в большинстве случаев является постоянной и зависит только от подачи и главного угла в плане, в процессе фрезерования эта величина изменяется постоянно (в течение одного оборота фрезы). Толщина стружки представляет собой одну из наиболее значимых величин для определения режимов резания при фрезеровании.

Ввиду значительного колебания толщины снимаемой стружки при различных методах фрезерования вводится, как правило, в расчет ее средняя величина h_m . Толщина стружки h меняется в течение одного оборота в зависимости от угла φ согласно зависимости $h\varphi = f_z \times \sin\varphi$ (кривая, изображающая эту зависимость, является синусоидой).

Максимальная толщина стружки, равная f_z , достигается в зоне резания, расположенной в точке пересечения осевого сечения фрезы с припуском. Средняя величина толщины стружки, которую снимает 1 зуб за 1 оборот, представляет собой высоту прямоугольника, а в качестве его ширины выступает радиальная глубина резания – a_e . Величина средней толщины стружки зависит от типа фрезы и от условий врезания, прежде всего от соотношения a_e/D , подачи на зуб f_z и, естественно, от главного угла в плане – κ_r . Эта зависимость наглядно представлена на следующем Рисунке № 10.

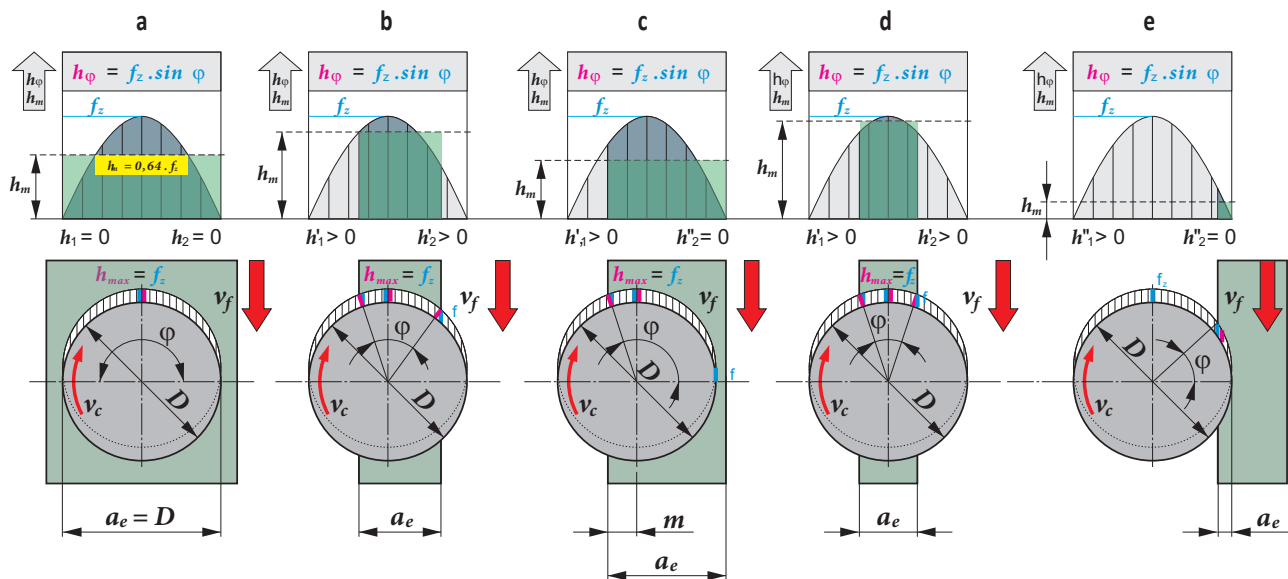
Rovnako tak aj výstup ostria zo záberu je sprevádzaný namáhaním teplotnými rázmi spôsobenými prudkým ochladením povrchových vrstiev a jednak mechanickým rázom vyvolaným uvoľnením pružných deformácií, najmä povrchových vrstiev obrobku pri rýchlom poklese reznej sily.

S ohľadom na veľkú premenlivosť hrúbky triesky pri rôznych spôsoboch frézovania sa obvykle počíta s jej strednou hodnotou h_m .

Hrúbka triesky h sa mení v priebehu 1 otáčky v závislosti na uhle φ podľa závislosti $h\varphi = f_z \times \sin\varphi$ (to značí, že krivka znázorňujúca túto závislosť je sinusoida).

Maximálnu hrúbku rovnú f_z dosahuje trieska v ose frézy. Stredná hodnota hrúbky triesky h_m , ktorú odoberá 1 zub v priebehu otáčky, predstavuje výšku obdĺžnika o rovnakej ploche jako je plocha pod sinusoidou vztiahnutá na radiálnu hĺbku rezu a_e . Veľkosť strednej hrúbky triesky je závislá na druhu frézy a na záberových podmienkach, najmä na pomere a_e/D , posuve na zub f_z a na uhle nastavenia κ_r . Náznornú predstavu o závislosti h_m na záberových podmienkach dáva nasledujúci obrázok.

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrazok 10



Střední tloušťka třísky h_m se pro případy frézování podle obr. 10a, b, c, d vypočte podle vzorce:

Średnią grubość wióra h_m (rys. 10a, b, c, d) oblicza się wg wzoru:

Средняя толщина стружки h_m (рисунок 10a, b, c, d) определяется по формуле:

Средня́ ху́бка трии́ски h_m са пре пріпады фрезования подля обр. 10a, b, c, d вypoчита подля взоца:

$$h_m = f_z \cdot \sin \kappa_r \cdot 114,6 \cdot \left(\frac{a_e}{D \cdot \arccos \left(1 - \frac{2a_e}{D} \right)} \right)$$

Resp. posuv f_z pro zvolenou hodnotu h_m podle vzorce:

Odpowiednio: posuw f_z dla wybranej wielkości h_m według wzoru:

Подача на зуб f_z может быть вычислена по обратной h_m формуле:

Posuv f_z pre zvolenú hodnotu h_m podľa vzorca:

$$f_z = \frac{h_m}{\sin \kappa_r} \cdot \left(\frac{D \cdot \arccos \left(1 - \frac{2a_e}{D} \right)}{114,6 \cdot a_e} \right)$$

Střední tloušťka třísky h_m pro obrábění středem frézy tedy pro případ (obrázek 10d) se vypočte podle vzorce:

Średnią grubość wióra h_m do obróbki środkiem (rysunek 10d) jest zatem obliczana ze wzoru:

Средняя толщина стружки h_m при фрезеровании центром фрезы (рисунок 10d) может определяться по формуле:

Pre výpočet strednej hrúbky triesky h_m v prípade podľa obr. 10d (stredom frézy) sa doporučuje použiť vzorec:

$$h_m = f_z \cdot \sin \kappa_r \cdot \left(\frac{57,3 \cdot a_e}{D \cdot \arcsin \left(\frac{a_e}{D} \right)} \right)$$

ŘEZNÉ PODMÍNKY PŘI FRÉZOVÁNÍ
РАСЧЕТ ДИАПАЗОНА ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНЕЙ ТОЛЩИНЫ СТРУЖКИ
FREZOWANIE – PARAMETRY SKRAWANIA
REZNE PODMIENKY PRE FRÉZOVANIE

Pro frézování podle obr. 10e, kdy je poměr a_e/D velmi malý $< 0,2$, se pro výpočet střední tloušťky třísky h_m doporučuje použít vzorec:

Dla frezowania pokazanego na rys. 10e, gdy stosunek $a_e/D < 0,2$, zaleca się średnią grubość wióra h_m obliczyć według wzoru:

При фрезеровании краем фрезы (рисунок 10е) при $a_e/D < 0,2$ можно пользоваться упрощенной формулой:

Pre frézovanie kde je pomer a_e/D veľmi malý $< 0,2$ sa pre výpočet strednej hrúbky triesky h_m doporučuje použiť vzorec podľa obr. 10e:

$$h_m = f_z \sin \kappa_r \sqrt{\frac{a_e}{D}}$$

Resp. pro posuv f_z pro požadovanou hodnotu h_m :

Подача на зуб f_z может быть вычислена по обратной h_m формуле:

Odpowiednio: posuw f_z do wymaganej wielkości h_m :

resp. pre posuv f_z pre požadovanú hodnotu h_m :

$$f_z = \frac{h_m}{\sin \kappa_r} \sqrt{\frac{D}{a_e}}$$

Kde:

h_m střední tloušťka třísky [mm]
 f_z posuv na zub [mm/zub]
 a_e radiální hloubka řezu [mm]
 D průměr frézy [mm]
 κ_r úhel nastavení hlavního břitu [°]

Где:

h_m средняя толщина стружки [мм]
 f_z подача на зуб [мм/зуб]
 a_e ширина фрезерования [мм]
 D диаметр фрезы [мм]
 κ_r угол в плане [°]

Gdzie:

h_m średnia grubość wióra [mm]
 f_z posuw na ząb [mm/ząb]
 a_e promieniowa głębokość skrawania [mm]
 D średnica freza [mm]
 κ_r kąt przyst. głównej krawędzi skrawającej [°]

Kde:

h_m stredná hrúbka triesky [mm]
 f_z posuv na zub [mm/zub]
 a_e radiálna hĺbka rezu [mm]
 D priemer frézy [mm]
 κ_r uhol nastavenia hlavnej rez.hraný [°]

VÝPOČET STŘEDNÍ TLOUŠTKY TŘÍSKY
РАСЧЕТ ДИАПАЗОНА ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНЕЙ ТОЛЩИНЫ СТРУЖКИ
OBLICZANIE ŚREDNIEGO PRZEKROJU WIÓRA
VÝPOČET STREDNEJ HRÚBKU TRIESKY

Pro každý z typů nástrojů uvedených v tomto katalogu je optimální určitý rozsah středních tlouštěk třísky. Při použití hodnot nižších, než je uvedeno v tomto rozsahu hrozí nebezpečí, že nástroj "nebude řezat" resp. že bude docházet k nadměrnému opotřebení a v krajním případě i k destrukci VBD. Ale i v případě, že bude tato doporučená hodnota překročena hrozí destrukce VBD v důsledku přetížení nástroje.

Rozsahy doporučených středních tlouštěk třísky jsou uvedeny přímo u jednotlivých rodin.

Plný rozsah tlouštěk třísky můžeme použít pouze pro skupiny P a K. Spodní hranici tloušťky třísky musíme upravovat (brát vyšší než je uvedeno) u skupin M a S a u houževnatých materiálů skupiny N. Horní hranici je nutno redukovat u skupin H, S a mírně i u pevnějších materiálů skupiny M. Naopak při obrábění měkkých materiálů skupiny N je možno zvýšit horní hranici doporučené střední tloušťky třísky o cca 10 – 15%.

Для каждого вида инструмента, включенного в этот каталог, существует оптимальный диапазон толщины снимаемой стружки. Если значение ниже указанного, то существует риск, что инструмент "не будет резать", что приведет к чрезмерному износу или даже поломке пластины в процессе работы. Превышение рекомендуемого значения также может привести к повреждению пластины из-за перегрузок инструмента.

Рекомендуемый диапазон значений средней толщины стружки для различных видов фрез приведен в таблице ниже.

Диапазоны толщины стружки разделены на группы. Полный диапазон справедлив для материалов группы P и K. Нижний предел толщины стружки должен быть взят выше указанного для материалов группы M и S, а также для твердых материалов группы N. Верхний предел должен быть занижен для материалов группы H, S и в незначительной степени M. При обработке мягких материалов группы N верхний предел толщины стружки может быть увеличен в среднем на 10...15 %.

VÝPOČET STŘEDNÍ TLOUŠTKY TŘÍSKY
 РАСЧЕТ ДИАПАЗОНА ЗНАЧЕНИЙ СРЕДНЕЙ ТОЛЩИНЫ СТРУЖКИ
 OBLICZANIE ŚREDNIEGO PRZEKROJU WIÓRA
 VÝPOČET STREDNEJ HRÚBKU TRIESKY

Dla každého typu nástroji przedstawionych w tym katalogu istnieją pewne optymalne zakresy średnich przekrojów wióra. Stosowanie wartości niższych od zalecanych powoduje, że narzędzie „przestaje skrawać” co powoduje nadmierne zużywanie się płytek, a w skrajnych przypadkach prowadzi do ich zniszczenia. Również w przypadku przekroczenia maksymalnej wartości grozi nam destrukcja płytki w wyniku przecięcia narzędzia.

W poniższej tabeli podane są zalecane zakresy średniego przekroju wióra dla różnych typów narzędzi.

Pełen zakres grubości wióra może być używany tylko dla grup P i K; dolna granica grubości wiórów musi być zmodyfikowana (traktowane jako wyższe niż wymienione) dla grup M i S i w trudnych materiałach z grupy N. Górna granica musi być obniżona dla grup H, S i czasem również dla materiałów z grupy M – tych o większej wytrzymałości mechanicznej. Z drugiej strony, obróbka materiałów miękkich z grupy N pozwala na zwiększenie górnej granicy zalecanej średniej grubości wiórów na około 10 – 15%.

Pro optimální aplikaci jakéhokoliv frézovacího nástroje se proto doporučuje provést kontrolu tloušťky třísky, resp. podle doporučeného rozsahu h_m zvolit (vypočítat) vhodný posuv. Samozřejmě je nutno rovněž zohlednit samotnou geometrii VBD. Pro výpočet f_z lze použít vzorce uvedené výše nebo je rovněž možno použít následující vzorec.

Hodnoty koeficientu c odečteme z následujícího grafu:

Dla optymalnej aplikacji dowolnego narzędzia frezarskiego zalecane jest sprawdzenie grubości wióra lub dla zalecanego zakresu h_m ustawienie (wyliczenie) właściwego posuvu f_z . Oczywiście należy również zwrócić uwagę na samą geometrię płytki.

Do wyliczenia f_z można zastosować podane wcześniej wzory lub skorzystać z podanego poniżej wzoru, gdzie wartość współczynnika c odczytamy z wykresu 11:

Pre každý z typov nástrojov uvedených v tomto katalógu je optimálny určitý rozsah strednej hrúbky triesky. Pri použití hodnôt nižších, ako je uvedené v tomto rozsahu hrozí nebezpečie, že nástroj “nebude rezať” resp. že bude dochádzať k nadmernému opotrebovaniu a v krajnom prípade i k deštrukcii VRD. Ale i v prípade, že bude táto doporučená hodnota prekročená hrozí deštrukcia VRD v dôsledku preťaženia nástroja. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené typy fréz spolu s rozsahmi doporučených stredných triesok.

Rozsahy odporúčané pre priemernú hrúbku triesky, sú uvedené priamo danej skupiny.

Kompletný výpočet môže byť použitý len pre skupiny P a K. Výpočet hrúbky triesky musí byť upravený na spodnú hranicu pre skupiny M a S (dokonca aj pre húževnatejšie materiály zo skupiny N). Pre skupiny H, S musí byť horný limit znížený (mierne aj pre M skupiny s vyššou mechanickou pevnosťou). Na druhej strane, obrábanie mäkkých materiálov zo skupiny N umožňuje zvýšenie hornej hranice odporúčanej priemernej hrúbky triesky o cca 10-15%.

Для достижения оптимальных условий применения любых фрез, рекомендуется проверить необходимое значение толщины стружки или выбрать подходящую подачу на основе рекомендованного диапазона h_m . Необходимо также учесть геометрию пластин. Для расчета f_z можно использовать формулу, приведенную выше, или следующую формулу.

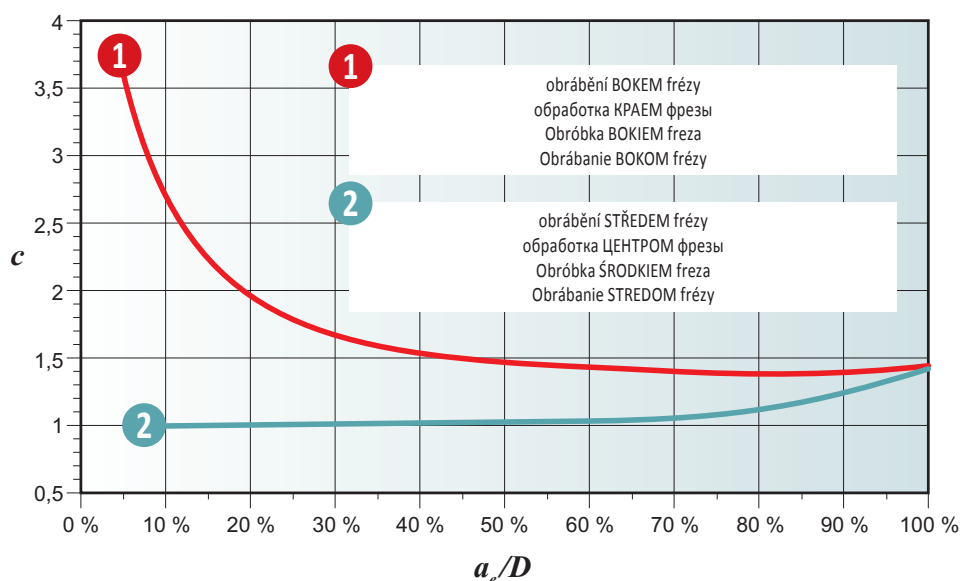
Значение коэффициента c можно определить по графику:

Pre optimálnu aplikáciu akéhokoľvek frézovacieho nástroja sa preto doporučuje vykonať kontrolu hrúbky triesky h_m , resp. podľa doporučeného rozsahu h_m zvoliť (vypočítať) vhodný posuv. Samozrejme je rovnako nutné zohľadniť samotnú geometriu VRD. Pre výpočet f_z je možné použiť vzorce uvedené vyššie, alebo je rovnako možné použiť nasledujúci vzorec.

Hodnoty koeficientu c odpočítame z nasledujúceho grafu, vid' obr. 11:

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrazok 11

$$f_z = \frac{h_m}{\sin \cdot \kappa_r} \cdot c$$



A nyní již k jednotlivým technologiím, resp. k doporučením a vysvětlením týkajících se obrábění základních typů ploch.

A teraz dla poszczególnych aplikacji, lub raczej zaleceń i objaśnień dotyczących obróbki podstawowych rodzajów powierzchni.

Рекомендации и пояснения для частных случаев фрезирования.

A teraz jednotlivé technológie, či skôr odporúčania a vysvetlenie týkajúce sa obrábanie základných typov povrchov.



FRÉZOVÁNÍ ROVIN (S OSAZENÍM, SE SRAŽENÍM) / ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ (С УСТУПОМ ИЛИ ФАСКОЙ)
FREZOWANIE CZOŁOWE (Z ODSADZENIEM LUB FAZKĄ) / ČELNÉ FRÉZOVANIE (OSADENIE A OSADENIE SO ZRAZENÍM)

Frézování rovin (s osazením, nebo se sražením) je jednou ze stěžejních frézovacích operací, a proto si ji musíme rozdělit do několika sekcí.

1. Určíme, zda se bude jednat o operaci hrubovací či dokončovací.
2. Rozhodneme, zda chceme obrábět čelem či obvodem frézy.
3. Dle typu, velikosti, výkonu a tuhosti stroje zvolíme patřičný nástroj.

U hrubování je základním požadavkem odebrat co nejvíce materiálu v co nejkratším časovém úseku a současně se co nejvíce přiblížit finálnímu tvaru. U silných a tuhých strojů volíme nástroje umožňující zabrat co největší hloubku řezu a naopak, u labilnějších strojů s menším výkonem budeme volit nástroje, pro které je doporučována malá hloubka řezu a které umožňují pracovat vyššími posuvy (torické nebo HFC frézy). V obou případech platí jedno doporučení: Použijte údaje uvedené u destiček přičemž pro $a_{p\max}$ použijte minimální hodnoty posuvů a pro $a_{p\min}$ maximální hodnoty posuvů.

U dokončovacích operací, kde jsme limitováni požadovanou drsností povrchu, je rozhodující velikost hladicího segmentu, resp. velikost rádiusů, počet zubů nástroje a posuv.

Pro destičky s hladicím segmentem platí, že posuv na otáčku musí být menší než velikost hladicího segmentu.

Фрезерование плоскости (с уступом или фаской) является одной из ключевых операций, которой требуется следующее:

1. Определение типа операции – черновая или чистовая.
2. Выбор способа обработки – торцевой или цилиндрической частью фрезы.
3. Выбор правильного инструмента на основе размера, мощности и жесткости станка.

Для черновой операции важно снять как можно быстрее и больше материала, приближая поверхность к окончательной. При использовании мощных и жестких станков следует выбирать инструмент, способный снимать максимальный припуск. Для менее жестких станков целесообразно применение фрез с минимальным припуском, но большой подачей (высокоподачные и тороидальные фрезы).

Для чистовой операции важной особенностью является ширина зачистной кромки инструмента, количество зубьев и подача. Подача на оборот фрезы не должна превышать ширину зачистной фаски.

Frezowanie czółowe (z odsadzeniem lub fazką) jest jedną z kluczowych operacji frezowania, a zatem musimy podzielić ją na wiele części

1. Określenie, czy operacja jest zgrubna czy wykańczająca.
2. Zdecyduj, czy chcesz obrabiać za pomocą czóła lub boku freza
3. Wybierz właściwe narzędzie w zależności od rodzaju, wielkości, mocy i sztywności maszyny.

Dla obróbki zgrubnej, podstawowym wymaganiem jest to, aby usunąć tak dużo materiału jak to jest możliwe w jak najkrótszym czasie, równocześnie zbliżyć się do ostatecznego kształtu tak bardzo, jak to możliwe. W mocnych i sztywnych maszynach, wybierz narzędzia, które pozwalają zebrać największą głębokość skrawania, a w mniej stabilnych maszynach o niższej mocy wymagane są narzędzia z niską zalecaną głębokością skrawania i wyższym dozwolonym posuwem (frezy toroidalne lub HFC). Te same zalecenia odnoszą się do obu przypadków: Użyj informacji dla płytki, gdzie będzie użyta minimalna wartość posuwu dla $a_{p\max}$ i maksymalna wartość posuwu dla $a_{p\min}$.

W operacjach wykańczających, gdzie jesteś ograniczany przez wymaganą chropowatość powierzchni, czynniki to wielkość segmentu dogładzającego, a raczej wielkość promienia liczbą zębów narzędzia i posuw.

Dla płytki z segmentem dogładzającym (wiper) posuw na obrót musi być mniejszy niż wielkość segmentu dogładzającego.

Čelné frézování (s osazením alebo skosením) je jedným z kľúčových frézovacích operácií, musíme ho pre to rozdeliť do niekoľkých sekcí.

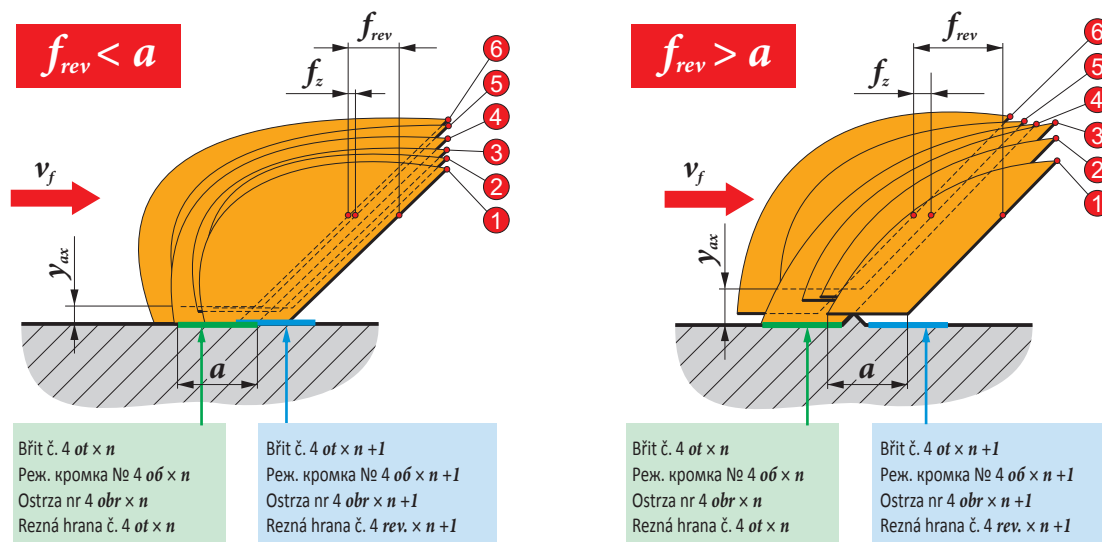
1. Zistite, či je nutná operácia hrubovanie alebo dokončovanie.
2. Rozhodnite sa, či použijete frézu pre čelné alebo obvodové frézovanie.
3. Zvoľte správny nástroj s ohľadom na typ, veľkosť, silu a tuhosť stroja.

Pre hrubovanie je základnou požiadavkou odstrániť čo najviac materiálu, ako je to len možné v najkratšom čase. Pri silných a tuhých strojoch, je potrebné zvoliť nástroje, ktoré umožňujú maximálnu hĺbku rezu, zatiaľ čo menej stabilné stroje s nižším výkonom vyžadujú nástroj s menšou hĺbkou rezu pre vyššie povolené posuvy (toroidné alebo HFC frézy). Pri oboch prípadoch používajte informácie uvedené na obaloch dosťičiek, kde nájdete odporúčané hodnoty pre hĺbku rezu $a_{p\min}$ a $a_{p\max}$.

Pre dokončovacie operácie, kde sme limitováni drsnosťou povrchu, sú kľúčové faktory: veľkosť stieracieho segmentu, polomer nástroja, počet zubov nástroja a posuv.

Pre dodržanie drsnosti musí byť posuv na otáčku menší ako veľkosť stieracieho segmentu.

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 12



To znamená: $f_{z \max} \leq a/z$

a velikost hladícího segmentu [mm]

z počet zubů frézy [-]

f_{rev} posuv na otáčku [mm/obr]

f_z posuv na zub [mm/zub]

Pro toroidní frézy (kruhové a rádiusové verze destiček je situace obdobná).

Это означает: $f_{z \max} \leq a/z$

a ширина режущей кромки [мм]

z количество зубьев фрезы [-]

f_{rev} подача на оборот [мм/об]

f_z подача на зуб [мм/зуб]

Для торoidalных фрез (ситуация аналогична применению фрез с формированием поверхности заготовки радиусом при вершине пластины).

To oznacza: $f_{z \max} \leq a/z$

a wielkość segmentu dogładzającego [mm]

z liczba ostrzy głowicy [-]

f_{rev} posuw na obrót [mm/obr]

f_z posuw na ząb [mm/ząb]

Dla toroidalnych głowic (sytuacja jest podobna w głowicach na płytki okrągłe).

Pre výpočet platí: $f_{z \max} \leq a/z$

a stierací segment [mm]

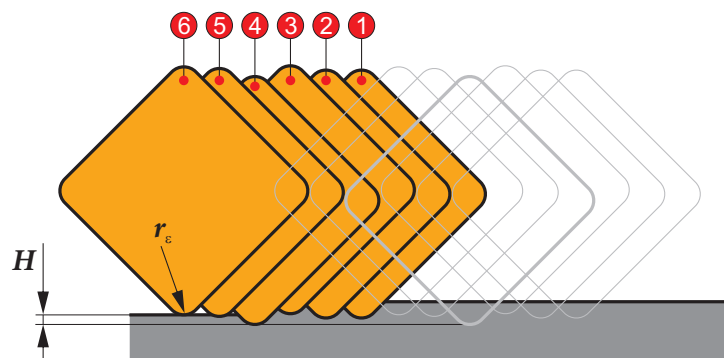
z počet zubov na danej fréze [-]

f_{rev} Posuv na otáčku [mm/ot]

f_z Posuv na zub [mm/zub]

Pre toroidné frézy (je situácia obdobná pre frézy na kruhové a rádiusové doštičky).

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 13



Pak tedy posuv na zub: $f_{z\max} \leq \sqrt{(18 \cdot r_c \cdot H)}/z$

r_c velikost rádiusu destičky [mm]

z počet zubů frézy [-]

H maximální hodnota nerovnosti ($\sim H$) [mm]

Drsnost jsme pochopitelně schopni určit přibližně i při obrábění obvodem frézy:

Dlatego posuw na ząb: $f_{z\max} \leq \sqrt{(18 \cdot r_c \cdot H)}/z$

r_c wielkość promienia płytki [mm]

z Liczba ostrzy [-]

H maksymalna wysokość wierzchołka ($\sim H$) musi być podana w [mm]

Chropowatość w przybliżeniu można określić nawet podczas obróbki obwodowej.

Поэтому подача на зуб будет определяться: $f_{z\max} \leq \sqrt{(18 \cdot r_c \cdot H)}/z$

r_c радиус пластины фрезы [мм]

z количество зубьев фрезы [-]

H максимальная высота выступа ($\sim H$) [мм]

Шероховатость может быть приблизительно определена при фрезеровании цилиндрической частью фрезы:

Preto, posuw na zub: $f_{z\max} \leq \sqrt{(18 \cdot r_c \cdot H)}/z$

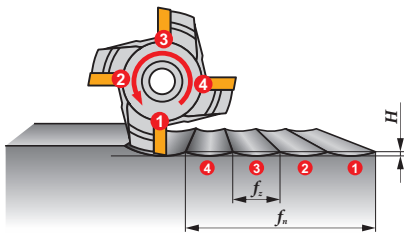
r_c veľkosť rádiusu na doštičke [mm]

z číslo zuba na fréze [-]

H maximálna výška výstupka ($\sim H$) musí byť uvedená v [mm]

Drsnosť môže byť samozrejme stanovená len približne, dokonca aj pri obrábaní s obvodom frézy:

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 14



Kde:

f_z posuv na zub [mm/zub]

D průměr frézy [mm]

H maximální hodnota nerovnosti ($\sim R_z$) [mm]

Gdzie:

f_z posuw na ząb [mm/ząb]

D średnica głowicy [mm]

H maksymalna wysokość wierzchołka ($\sim R_z$) w [mm]

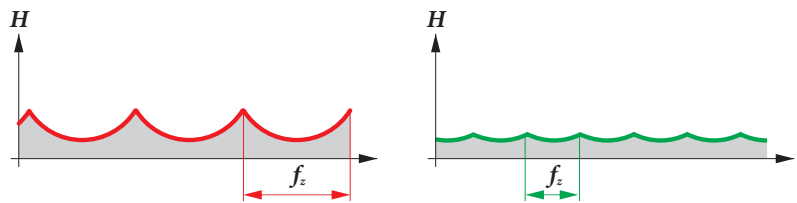
Při frézování rovin, kdy je šířka frézované plochy a_c rovna průměru frézy se řídíme hodnotami doporučenými přímo u destiček. Pokud je šířka záběru menší než průměr frézy, pak hraje významnou roli zda obrábíme středem či bokem frézy. V obou případech bychom měli provádět korekci posuvu a rovněž řezné rychlosti.

V každém případě bychom se ale měli snažit, aby nástroj nevstupoval ani nevystupoval z řezu v oblasti blízké středu frézy (tzv. pásmo smrti).

Podczas frezowania czołowego, gdzie szerokość frezowanej powierzchni jest równa średnicy freza, użyj wartości zalecanych dla płytek. Jeśli szerokość skrawania jest mniejsza niż średnica freza, kluczowym czynnikiem jest to, czy obróbka skrawaniem jest wykonywana przy użyciu centrum lub boku freza. W obu przypadkach, powinny być wykonane korekty w posuwie i prędkości skrawania.

W każdym przypadku istotne jest, aby upewnić się, że narzędzie nie wchodzi lub wychodzi w obszarze bliskim centrum freza (tzw. „strefa śmierci”).

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 15



Где:

f_z подача на зуб [мм/зуб]

D диаметр фрезы [мм]

H максимальная высота неровностей, которая эквивалента ($\sim R_z$) [мм]

Kde:

f_z posuw na zub [mm/zub]

D priemer frézy [mm]

H maximálna výška výstupka hrany ($\sim R_z$) musí byť uvedená v [mm]

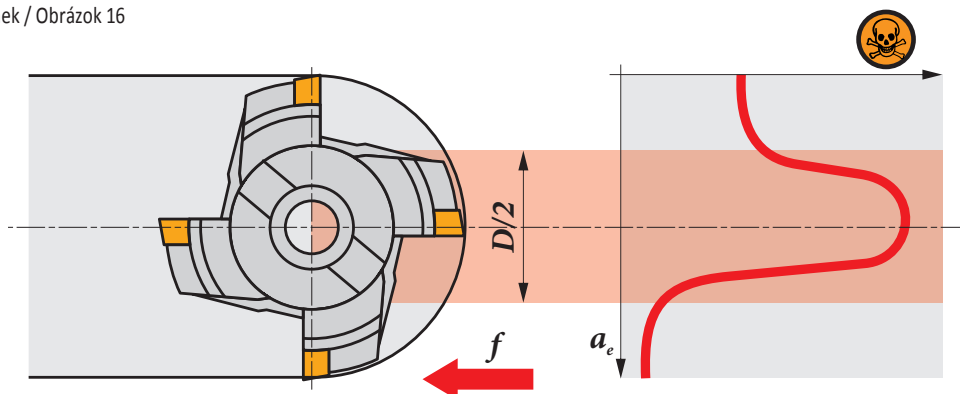
Если ширина фрезерования a_c совпадает с диаметром фрезы, то следует выбирать значения, рекомендуемые для пластин. Если ширина фрезерования меньше, то определяющим фактором станет стратегия обработки – центром фрезы или краем. Во всех случаях следует вводить корректировку.

В любом случае всегда необходимо стремиться к тому, чтобы точка входа, а в особенности точка выхода, инструмента находились как можно дальше от центральной оси.

V priebehu čelného frézovania, kde šírka frézovanej plochy sa rovná priemeru frézy, použite hodnoty odporúčané na doštičkách. V prípade, že šírka rezu je menšia než priemer frézy, je kľúčovým faktorom, či sa obrába stredom nástroja, alebo stranou – bokom frézy. V oboch prípadoch by bolo treba parametre upraviť.

V každom prípade treba zabezpečiť, aby sa nástroj nevstúpil, alebo nevystúpil z rezu v oblasti stredu frézy vid' obrázok 16 (v takzvanej zóne smrti).

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 16



Zde jsou uvedeny korekce řezné rychlosti a posuvu:

Корректировочные значения скорости резания и подачи:

Poniżej podane są korekcie prędkości skrawania i posuvu:

Tu nájdete korekcie pre reznú rýchlosť a posuv:

Tabulka / Таблица / Tabela / Tabuľka 5

a_e/D	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,75	0,80	0,90	1,00
	1,48	1,35	1,27	1,22	1,19	1,16	1,11	1,08	1,05	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00
	2,87	2,05	1,69	1,48	1,33	1,23	1,09	0,75	0,94	0,90	0,89	0,88	0,88	1,00
	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65	0,67	0,68	0,71	0,72	0,74	0,79	1,00



**ZAPICHOVACÍ (PONORNÉ) FRÉZOVÁNÍ (SVISLÉ ŘÁDKOVÁNÍ) / ПЛУНЖЕРНОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ
FREZOWANIE WGLĘBNE / PONORNÉ FRÉZOVANIE, FRÉZOVANIE ZAPICHOVANÍM (SLOTING)**

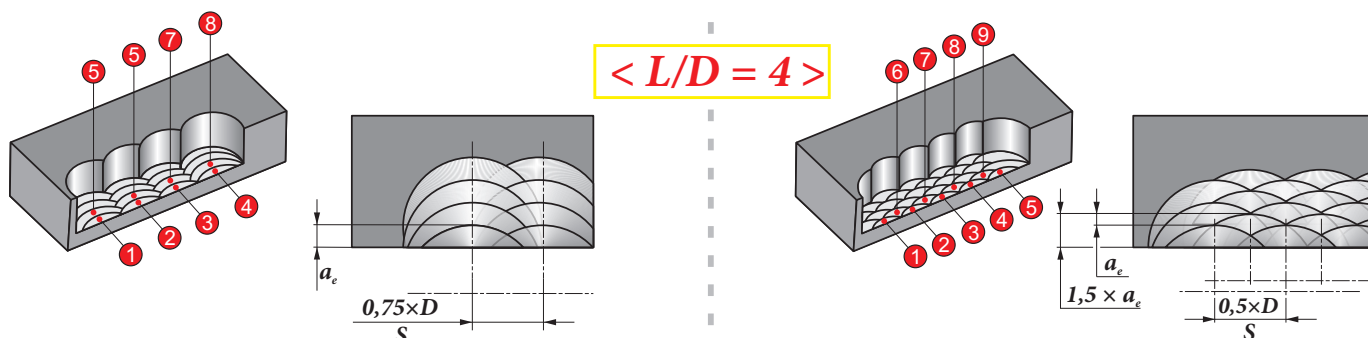
U této technologie naleznete doporučení maximální přípustné radiální hloubky řezu pro danou rodinu nástrojů. V tomto případě velmi významnou roli hraje vyložení nástroje L , a proto při vytváření širších osazení doporučujeme pro vyšší vyložení ($L/D > 4$) upravit záběrové podmínky dle následujícího obrázku:

Здесь содержатся рекомендации максимальной ширины фрезерования для всех фрез. В этом случае большую роль играет вылет инструмента L . При использовании фрез с большим вылетом ($L/D > 4$) и обработке широких уступов рекомендуется применить стратегию согласно следующему рисунку:

Ta kategoria zawiera zalecenia dotyczące maksymalnej dopuszczalnej głębokości promieniowej skrawania dla danej grupy narzędzi. W tym przypadku, wysięg narzędzia odgrywa istotną rolę. Dlatego też, przy użyciu wyższego wysięgu ($L/D > 4$), aby utworzyć szersze wejścia, zalecamy zmodyfikowanie warunków pracy zgodnie z poniższym rysunkiem.

Na nasledujúcom obrázku môžeme vidieť spôsoby presadenia nástroja do materiálu. Ak použijete väčší presah ($L/D > 4$) pre väčšiu šírku, upravte pracovné podmienky v súlade s obrázkom 17:

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 17



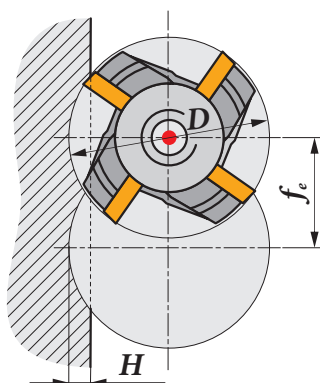
I tuto technologii můžeme rovněž použít jako dokončovací a výslednou drsnost (vlnitost) povrchu pak vypočteme ze vztahu:

Этот подход можно использовать для получения поверхности более высокого качества. Высота неровностей будет определяться по формуле:

Technologia może być również stosowana jako wykańczająca, otrzymaną chropowatość (wysokość wierzchołków) powierzchni można obliczyć za pomocą wzoru:

Táto technológia môže byť tiež použitá ako dokončovanie. Výslednú drsnosť (výšku výstupku) potom možno vypočítať podľa nasledujúceho vzorca:

Obrázek / Рисунок / Rysunek / Obrázok 18



$$H = \frac{f_e^2}{4D}$$

Kde:

f_e krok řádkování [mm]

D průměr frézy [mm]

H maximální hodnota nerovnosti ($\sim R_z$) [mm]

Где:

f_e Шаг плунжерного фрезерования [мм]

D Диаметр фрезы [мм]

H Максимальная высота неровностей ($\sim R_z$) [мм]

Gdzie:

f_e skok wgłębienia [mm]

D średnica głowicy frezarskiej [mm]

H Maksymalna wysokość wierzchołka ($\sim R_z$) w [mm]

Kde:

f_e krok presunutia nástroja [mm]

D priemer frézy [mm]

H maximálna výška výstupku ($\sim R_z$) [mm]



FRÉZOVÁNÍ DRÁŽEK / ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПАЗОВ
FREZOWANIE ROWKÓW / FRÉZOVANIE DRÁŽKY (DRÁŽKOVANIE)

I zde musíme provést podrobnější rozdělení na frézování kotoučovými a válcovými resp. stopkovými frézami.

Kotoučovými frézami můžeme obrábět jak osazení, tak drážky. Proto jsme v části technologie pro vás připravili tabulky, z nichž určíte minimální a maximální posuv, který můžete použít pro daný nástroj a radiální hloubku řezu (hloubku drážky) resp. pro daný poměr a_e/D .

Режимы резания при обработке пазов назначаются по-разному для дисковых и концевых фрез.

Дисковые фрезы могут использоваться для обработки уступов и пазов. Таблицы ниже позволят определить минимальную и максимальную подачу, ширину фрезерования для различных соотношений a_e/D .

Podczas operacji frezowania rowków musimy dokonać rozróżnienia między frezowaniem frezami tarczowymi, a frezami walcowymi, lub frezami palcowymi.

Frezy tarczowe mogą być używane do obróbki zarówno odsadzeń i rowków. Dlatego w sekcji technologicznej zawarliśmy tabele, z której można określić minimalną i maksymalną wartość posuwu, jaką można użyć dla danego narzędzia i głębokości promieniowej otworu obrabianego (głębokość rowka), lub dla danego stosunku (a_e/D).

Pri „drážkovaní“, musíme rozlíšiť, či sa jedná o frézovanie kotúčovou frézou, valcovou frézou, alebo monolitnou frézou.

Kotúčová fréza môže byť použitá na obrábanie drážky a drážky na oboch stranách, preto sme tu tiež zahrnuli tabuľky, z ktorých môžete určiť maximálny posuv a hĺbku pre daný nástroj. Prípadne môžete určiť správny pomer a_e pre daný priemer (a_e/D).