

# CÁC CÔNG THỨC VÀ BẢNG TRA CỦA PHƯƠNG PHÁP PHAY

(Trích từ “*Applied machining technology*” của tác giả *Heinz Tschätsch*)

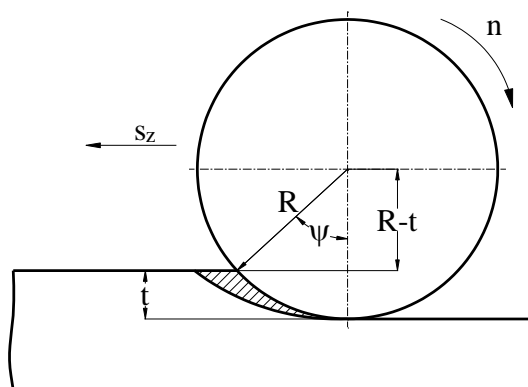
## 1 Tính toán lực cắt

### 1.1 Phay mặt phẳng bằng dao phay trụ

#### ❖ Góc tiếp cận

$\Psi$  là góc ở tâm của dao chẵn cung tiếp xúc  $l$  giữa dao và chi tiết. Khi phay mặt phẳng bằng dao phay trụ, góc tiếp xúc được tính theo công thức:

$$\cos \psi = 1 - \frac{2t}{D}$$



Hình 1.1 Góc tiếp cận

Trong đó:

- $\psi^\circ$  là góc tiếp cận
- $t$  chiều sâu cắt (mm)
- $D$  đường kính dao phay (mm)

#### ❖ Chiều dày phoi trung bình

$$h_m = \frac{360 \cdot t}{\pi \cdot \psi \cdot D} \cdot s_z \cdot \sin(90 - \lambda)$$

Trong đó:

- $h_m$  là chiều dày phoi trung bình (mm)
- $s_z$  lượng chạy dao răng (mm)
- $\lambda^\circ$  là góc xoắn răng,  $\lambda = 0^\circ$  cho răng thẳng

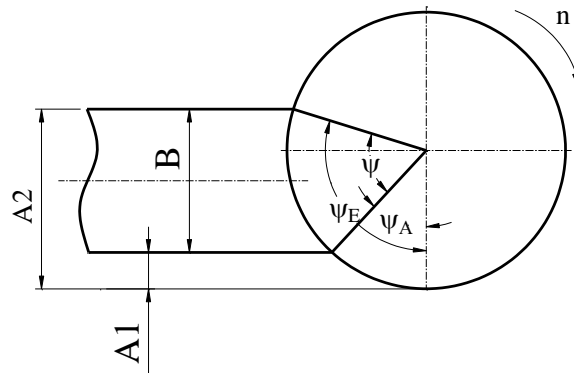
## 1.2 Phay mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu

### ❖ Góc tiếp cận

$$\cos \psi_A = 1 - \frac{2A_1}{D}$$

$$\cos \psi_E = 1 - \frac{2A_2}{D}$$

$$\psi = \psi_E - \psi_A$$



Hình 1.2 Góc tiếp cận

Trong đó:

- $\psi^\circ_A$  là góc chuyển động ăn dao đầu vết cắt
- $\psi^\circ_E$  là góc chuyển động ăn dao cuối vết cắt
- $A_1$  là khoảng cách từ đường kính dao đến điểm bắt đầu của phôi, quan sát theo hướng quay của máy phay (mm)
- $A_2$  là khoảng cách từ đường kính dao đến điểm kết thúc của phôi (mm)
- $D$  đường kính dao (mm)

### ❖ Chiều dày phoi trung bình

$$h_m = \frac{114,6^\circ \cdot B \cdot s_z \cdot t}{\psi^\circ \cdot D \cdot b}$$

Trong đó:

- $B$  bề rộng phôi (mm)
- $s_z$  lượng chạy dao răng (mm)
- $t$  chiều sâu cắt (mm)
- $b$  chiều rộng lớp cắt (mm)

### 1.3 Lực cắt đơn vị

$$k_c = \frac{1}{h^z} \cdot k_{c1,1} \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{st} \cdot K_{ver}$$

Trong đó:

- $k_c$  lực cắt đơn vị (N/mm<sup>2</sup>)
  - $z$  là hằng số vật liệu
  - $k_{c1,1}$  lực cắt đơn vị với  $h = 1\text{mm}$ ,  $b = 1\text{mm}$ ,  $v_c = 100\text{ m/ph}$  (N/mm<sup>2</sup>)
  - $K_\gamma$  hệ số hiệu chỉnh góc trước
- $$K_\gamma = 1 - \frac{\gamma_{tat} - \gamma_0}{100}$$
- $\gamma_{tat}$  góc trước thực tế
  - $\gamma_0$  góc trước cơ bản,  $\gamma_0 = 6^\circ$  khi phay thép,  $\gamma_0 = 2^\circ$  khi phay gang
  - $K_v$  hệ số ảnh hưởng vật liệu dao,  $K_v = 1,2$  khi vật liệu dao là thép gió,  $K_v = 1,0$  khi vật liệu dao là cemented carbide
  - $K_{ver}$  hệ số hao mòn ( $K_{ver} = 1,3$ )
  - $K_{st}$  hệ số nén phoi,  $K_{st} = 1,2$ .

### 1.4 Lực cắt chính trung bình

$$F_{cm} = b \cdot h_m \cdot k_c$$

Trong đó:

- $F_{cm}$  lực cắt chính trung bình (N)

## 2 Công suất yêu cầu

### 2.1 Số lưỡi cắt thực tế

$$z_e = \frac{z \cdot \psi}{360^\circ}$$

Trong đó:

- $z_e$  số lưỡi cắt thực tế
- $z$  số lưỡi cắt của dao

### 2.2 Công suất yêu cầu

$$P = \frac{F_{cm} \cdot v \cdot z_e}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta}$$

Trong đó:

- $P$  công suất yêu cầu (kW)
- $v$  tốc độ cắt (m/ph)
- $\eta$  hiệu suất làm việc của máy

### 3 Thời gian gia công

Đối với tất cả các hình thức gia công phay, thời gian gia công được tính theo công thức sau:

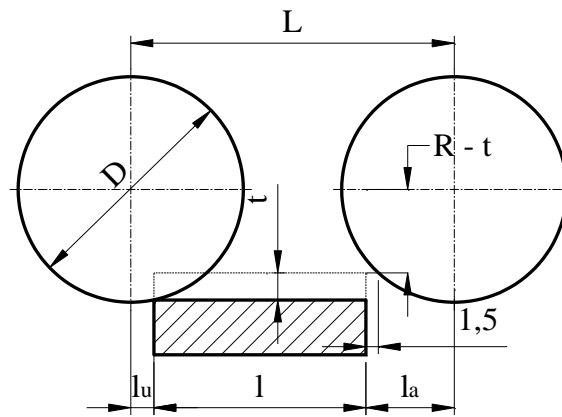
$$t_h = \frac{L \cdot i}{s \cdot n}$$

Trong đó:

- $t_h$  thời gian gia công (ph)
- $L$  tổng chiều dài chạy dao (mm)
- $i$  số lần chạy dao
- $s$  lượng chạy dao (mm/v)
- $n$  số vòng quay (v/ph)

So sánh với các phương pháp gia công phay khác nhau, chúng chỉ khác nhau tổng chiều dài chạy dao  $L$ , dưới đây là công thức tính  $L$  của mỗi phương pháp.

#### 3.1 Phay mặt phẳng bằng dao phay trụ



Hình 3.1 Phay mặt phẳng bằng dao phay trụ

Phay thô:  $L = l + 3 + \sqrt{D \cdot t - t^2}$

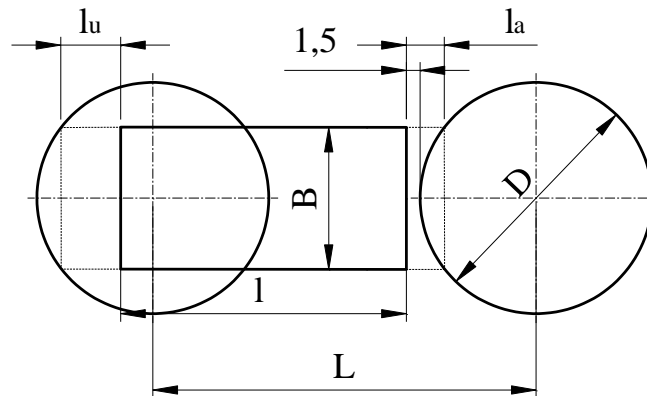
Phay tinh:  $L = l + 3 + 2\sqrt{D \cdot t - t^2}$

Trong đó:

- $l$  chiều dài phôi (mm)
- $D$  đường kính dao (mm)
- $t$  chiều sâu cắt (mm)
- $l_a, l_u$  khoảng cách an toàn trước và sau khi gia công (mm),  $l_a + l_u = 3$

### 3.2 Phay mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu

*Phay đúng tâm*

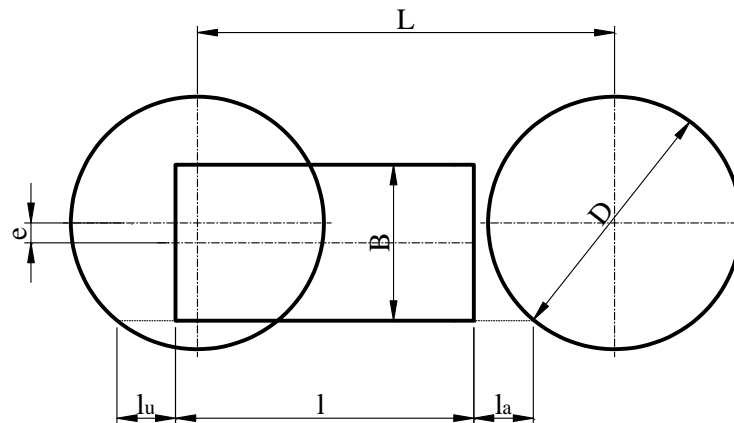


Hình 3.2 Phay đúng tâm

Phay thô: 
$$L = l + 3 + \frac{1}{2}\sqrt{D^2 - B^2}$$

Phay tinh: 
$$L = l + 3 + \sqrt{D^2 - B^2}$$

*Phay lệch tâm*



Hình 3.3 Phay lệch tâm

Phay thô: 
$$L = l + 3 + \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{B}{2} + e\right)^2}$$

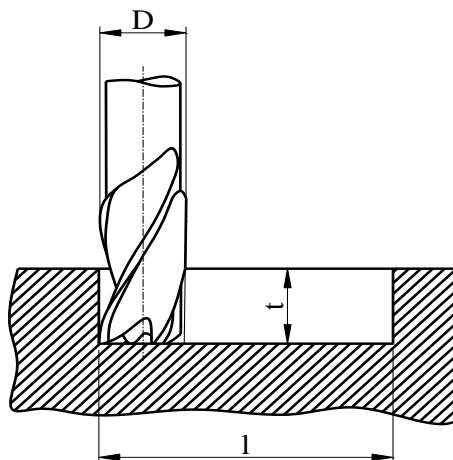
Phay tinh: 
$$L = l + 3 + D$$

Trong đó:

- B chiều rộng phôi (mm)
- D đường kính dao (mm)
- l chiều dài phôi (mm)
- e độ lệch tâm (mm)

### 3.3 Phay rãnh

$$t_h = \frac{(t_a + 2)i}{s_1 \cdot n} + \frac{(l - D)i}{s_2 \cdot n}$$



Hình 3.4 Phay rãnh

Trong đó:

- $S_1$  lượng chạy dao dọc (mm/v)
- $S_2$  lượng chạy dao ngang (mm/v)
- $t_a$  chiều sâu rãnh (mm)

## 4 Một số bảng tra tham khảo

Bảng 1. Góc trước, góc sau và góc xoắn của một số dao phay thép gió (°)

(góc trước  $\alpha$ , góc sau  $\gamma$ , góc xoắn  $\lambda$ )

Phôi	Dao phay trụ và dao phay đĩa 3 mặt			Dao phay rãnh 2 mặt			Dao phay ngón		
	$\alpha$	$\gamma$	$\lambda$	$\alpha$	$\gamma$	$\lambda$	$\alpha$	$\gamma$	$\lambda$
Thép (độ bền > 850 N/mm <sup>2</sup> )	6	12	40	6	12	15	7	10	20
Thép đúc	5	12	40	5	10	20	6	10	30
Gang xám	6	12	40	6	12	15	7	12	30
Đồng thau	6	15	45	6	15	20	6	12	35
Hợp kim nhôm	8	25	50	8	25	30	10	25	40

Bảng 2. Đường kính và số răng dao của dao phay mặt phẳng làm từ thép gió

Type	Loại dao	Đường kính dao (mm)										
		10	20	30	40	50	63	80	100	125	160	200
<b>N</b>	Dao phay trụ	-	-	-	4	4	5	7	8	10	12	-
	Dao phay đĩa 3 mặt	-	-	-	6	6	7	8	10	12	14	-
	Dao phay rãnh 2 mặt	-	-	-	-	12	14	14	14	16	18	20
	Dao phay ngón	4	4	6	6	8	10	-	-	-	-	-
	Dao phay rãnh dạng đĩa	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
<b>H</b>	Dao phay trụ	-	-	-	10	10	10	12	14	16	20	-
	Dao phay đĩa 3 mặt	-	-	-	12	12	12	14	16	18	20	-
	Dao phay rãnh 2 mặt	-	-	-	-	16	18	20	24	28	28	36
	Dao phay ngón	6	8	10	12	12	14	-	-	-	-	-
	Dao phay rãnh dạng đĩa	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
<b>W</b>	Dao phay trụ	-	-	-	3	4	4	4	5	6	8	-
	Dao phay đĩa 3 mặt	-	-	-	3	4	5	6	6	6	8	-
	Dao phay rãnh 2 mặt	-	-	-	-	6	6	6	8	8	10	12
	Dao phay ngón	3	3	4	4	-	-	-	-	-	-	-
	Dao phay rãnh dạng đĩa	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-

Bảng 3. Tốc độ cắt, lượng chạy dao răng và thông số hình học dao làm từ cemented carbide. Giá trị khi tiện thô tương ứng với chiều sâu cắt  $t = 10\text{mm}$

Vật liệu dao	Phôi	Kiểu gia công	$s_z$	v	Thông số hình học dao			
					$\alpha^\circ$	$\gamma^\circ$	$\gamma_z^\circ$	$\lambda^\circ$
P25 - P40	E 295-E 335 C 35-C 45	Thô	0,2-0,5	100-180	8-12	5-10	-4	-8
		Tinh	0,1-0,2	120-200				
	E 360 and slightly alloyed steels	Thô	0,2-0,5	70-140	8-12	5-10	-10	-8
		Tinh	0,1-0,2	90-180				
	Highly alloyed steels die steels	Thô	0,2-0,4	50-100	8-10	5	-10	-8
		Tinh	0,1-0,2	70-120				
	GE240-GE260	Thô	0,2-0,4	60-100	8-10	5-10	-10	-8
		Tinh	0,1-0,2	70-120				
K10 - K20	GJL250-GJL300	Thô	0,2-0,5	60-120	8-12	0-8	-4	-8
		Tinh	0,2-0,3	80-140				
	CuZn42-CuZn37 (Ms 63)	Thô	0,2-0,4	80-140	8-10	10-12	0	-8
		Tinh	0,1-0,3	90-150				
	Al alloy (9-13 % Si) G-AlSi	Thô	0,1-0,6	300-600	8-12	12-20	0-15	-4-4
		Tinh	0,05-0,2	400-900				



*Bảng 4.(Bảng dưới) Lượng chạy dao răng  $s_z$  và tốc độ cắt  $v$  cho phép khi phay với vật liệu dao thép gió và cemented carbide với chiều sâu cắt  $t = 8\text{mm}$  (phay thô) và  $t = 1\text{mm}$  (phay tinh) hoặc với bề rộng dao phay  $b$  (mm) (dao phay dạng đĩa) hoặc với đường kính dao phay  $\varnothing$  (dao phay ngón)*

SS kí hiệu thép gió, HM kí hiệu cemented carbide. Giá trị lượng chạy dao răng  $s_z$  tương ứng với gia công thô. Với gia công tinh, giá trị này phải giảm 40 - 50%. Đối với dao phay ngón và dao phay đĩa, giá trị tốc độ cắt tương ứng với gia công thô. Khi gia công tinh, giá trị này tăng lên 20%

Phôi	Vật liệu dao	Độ cứng và độ bền	Dao phay trụ			Dao phay đĩa 3 mặt			Dao phay rãnh 2 mặt		Dao phay ngón		
			s <sub>z</sub>	t		s <sub>z</sub>	t		s <sub>z</sub>	Bề rộng b ≤ 20	s <sub>z</sub>	Đường kính Ø	
				8	1		8	1				≤ 20	> 20
S185–S275 JR, C15–C22	SS	≤ 500	0.22	24	33	0.22	20	30	0.12	16	0.1	28	24
	HM		120	200	120		200	200				180	
E295–E335, C35–C45	SS	500 - 800	0.18	20	33	0.18	18	30	0.12	14	0.08	24	20
	HM			80	200		70	180				160	150
E360, C60	SS	750 - 900	0.12	15	28	0.12	14	25	0.09	12	0.06	22	18
	HM			70	150		65	140				140	120
16MnCr5, 30Mn5	SS	850–1000	0.12	10	25	0.12	9	18	0.08	16	0.08	20	16
	HM			50	100		45	90				80	70
42CrMo4, 50CrMo4	SS	1000–1400	0.09	8	13	0.09	7	12	0.07	10	0.06	24	20
	HM			20	60		20	60				60	50
GE240–GE260	SS	450–520	0.18	12	16	0.12	10	14	0.09	12	0.07	18	14
	HM			40	85		35	80				80	60
GJL100–GJL200	SS	1400–1800 HB	0.22	15	25	0.22	13	22	0.12	14	0.08	20	18
	HM			60	100		55	90				90	70
GJL250–GJL300	SS	1800–2200 HB	0.22	10	18	0.18	9	16	0.09	12	0.07	18	14
	HM			40	80		35	75				80	60
CuZn37–CuZn42 (Ms63)	SS	800–120 HB	0.22	35	75	0.18	32	70	0.08	40	0.08	60	50
	HM			80	200		75	180				110	100
Al alloy 9–13% Si	SS	600–1000 HB	0.12	80	200	0.12	70	180	0.09	180	0.06	240	200
	HM			100	300		90	280				300	250