

TD no. : 04 - Forces et puissances de coupe

Rappel de cours :

Cas du tournage (cylindrage)

Efforts de coupe (F_c)

Dans le cas d'un outil à chariotier (ci-contre), l'effort radial F_a est nul (pas d'avance radiale). De plus, la vitesse d'avance V_f est en général 1000 fois plus petite que la vitesse de coupe. On peut donc négliger F_f devant F_c .

L'effort de coupe est : $F_c = K_c \cdot a \cdot f$
avec

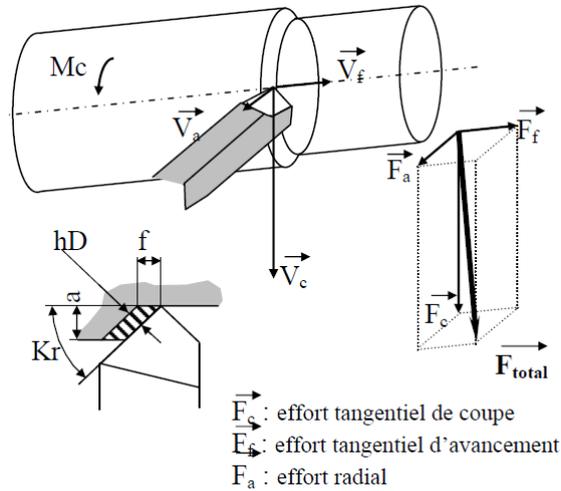
F_c : Force de coupe en N

K_c : Pression spécifique de coupe (fonction de hD et du matériau usiné) en N/mm^2

a : profondeur de passe en mm

f : valeur de l'avance en mm/tr

$hD = f \cdot \sin(Kr)$



Puissance nécessaire à la coupe (P_c)

Calcul de la puissance : cas général ($P = \vec{F} \cdot \vec{V}$). (\vec{V} en m/s et \vec{F} en N)

$$P = \begin{vmatrix} F_a \\ F_f \\ F_c \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} V_a \\ V_f \\ V_c \end{vmatrix} = F_a \cdot V_a + F_f \cdot V_f + F_c \cdot V_c \rightarrow P_c = F_c \cdot V_c \rightarrow P_c = K_c \cdot a \cdot f \cdot V_c / 60$$

avec

P_c : Puissance nécessaire de coupe en W

K_c : Pression spécifique de coupe (fonction de hD et du matériau usiné) en N/mm^2

a : profondeur de passe en mm

f : valeur de l'avance en mm/tr

V_c : vitesse de coupe en m/min

K_c en N/mm^2 (outil carbure et $Kr=75^\circ$)				
Matière	$hD=0,1$	$hD=0,2$	$hD=0,4$	$hD=0,8$
E335(A60)	4200	3000	2200	1550
C35 C45 (XC38-XC48)	3700	2800	2050	1500
C65 (XC65) Acier inox	4700	3400	2500	1800
Fonte Ft20	2900	2080	1500	1080
Fonte GS	3350	2500	1800	1300
Laiton	1400	1000	750	550
Bronze	3250	2400	1750	1300
Alu	1400	1000	700	520

Exercice no. 01 :

Calculez la puissance de coupe en tournage pour les données suivantes :

Matière= C45, $a=4$ mm, $V_c=160$ m/min, $f = 0.4$ mm/tr, outil carbure $Kr=75^\circ$.

Rappel de cours :

Cas du fraisage (en bout)

Efforts de coupe par dent (F_c)

L'effort d'avancement étant négligeable (devant F_c)

l'effort de coupe pour une dent est le suivant : $F_c = K_c \cdot a \cdot f$

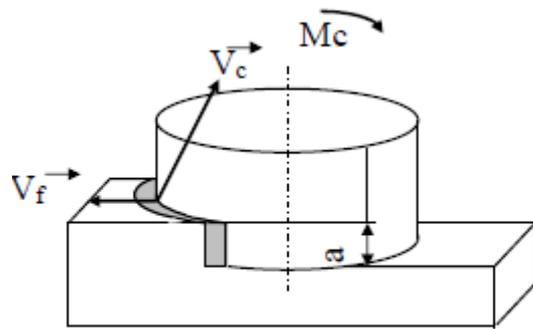
avec

F_c : Force de coupe en N

K_c : Pression spécifique de coupe (fonction de h_m et du matériau usiné) en N/mm^2

a : profondeur de passe en mm

f : valeur de l'avance en mm/tr/dent



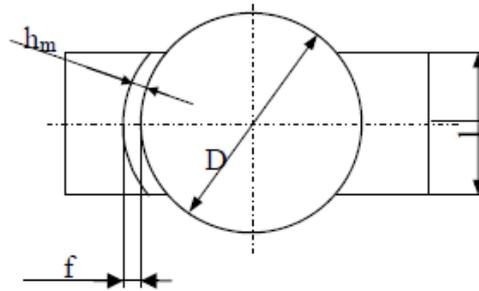
Puissance nécessaire à la coupe (P_c)

Comme pour le tournage, les efforts F_a et F_f sont négligés, ce qui donne la formule suivante (pour la fraise entière) :

$P_c = K_c \cdot Q$ (Q : débit de copeaux en mm^3/s)

et $Q = l \cdot a \cdot V_f / 60 = l \cdot a \cdot f \cdot Z \cdot n / 60 = l \cdot a \cdot f \cdot Z \cdot V_c / (\pi \cdot D \cdot 60)$

$$P_c = \frac{K_c \cdot l \cdot a \cdot f \cdot Z \cdot V_c}{\pi \cdot D \cdot 60}$$



P_c : Puissance nécessaire de coupe en W

K_c : Pression spécifique de coupe (fonction de h_m et de la matière) en N/mm^2

(Rem : Si $K_r \neq 75^\circ \rightarrow$

$h_m = 1,04 \cdot \sin K_r \cdot h_{m75^\circ}$)

l : largeur de coupe

a : profondeur de passe en mm

f : valeur de l'avance en mm/tr

Z : nombre de dents

V_c : vitesse de coupe en m/min

D : diamètre de la fraise (en mm)

h_m en mm (fraise centrée et $K_r=75^\circ$)									
l/\varnothing	$f=0,05$	$f=0,1$	$f=0,2$	$f=0,3$	$f=0,4$	$f=0,5$	$f=0,6$	$f=0,8$	$f=1,0$
0,1	0,05	0,1	0,19	0,29	0,38	0,48	0,58	0,77	0,96
0,2	0,05	0,1	0,19	0,28	0,38	0,48	0,57	0,76	0,95
0,3	0,05	0,09	0,19	0,28	0,38	0,47	0,56	0,75	0,94
0,4	0,05	0,09	0,19	0,28	0,37	0,47	0,56	0,74	0,93
0,5	0,05	0,09	0,18	0,28	0,37	0,46	0,55	0,74	0,92
0,6	0,04	0,09	0,18	0,27	0,36	0,44	0,53	0,71	0,89
0,7	0,04	0,09	0,17	0,26	0,35	0,43	0,52	0,70	0,87
0,8	0,04	0,08	0,16	0,25	0,33	0,41	0,49	0,66	0,82
0,9	0,04	0,08	0,15	0,23	0,31	0,39	0,46	0,65	0,77
1,0	0,03	0,07	0,12	0,18	0,24	0,31	0,37	0,49	0,61

K_c en N/mm^2 (outil carbure et $K_r=75^\circ$)						
Matière	$h_m=0,1$	$h_m=0,2$	$h_m=0,4$	$h_m=0,6$	$h_m=0,8$	$h_m=1,0$
E335(A60)	3280	2690	2250	1950	1810	1700
C35 C45 (XC38-XC48)	3250	2650	2180	1910	1780	1670
C65 (XC65)	3040	2570	2180	1950	1850	1750
Acier inox	3860	3240	2720	2430	2300	2170
Fonte Ft20	1930	1620	1360	1220	1150	1090
Fonte GS	2140	1800	1510	1350	1280	1200
Alu	1080	950	810	700	670	600

Exercice no. 02 :

Calculez la puissance de coupe en fraisage pour les données suivantes :

Matière XC38, $l=100$ mm, $a=5$ mm, $V_c=115$ m/min, $f=0,3$ mm/tr/dt, fraise carbure $\varnothing 125$ mm, $Z=8$ dents et $K_r=75^\circ$. NB : Retrouvez : h_m , K_c et calculez P_c .

Rappel de cours :

Cas du perçage

Efforts de coupe (F_c)

F_{1f} et F_{2f} sont négligeables (devant F_{1c} et F_{2c}) et F_{1a} et F_{2a} sont égales et opposées (en théorie).

De plus l'avance f fournie par les abaques de perçage est pour les 2 dents du foret. $f_{\text{réel}}$ pour une dent = $f/2$

$$\rightarrow F_c = \boxed{K_c \cdot D / 4}$$

avec

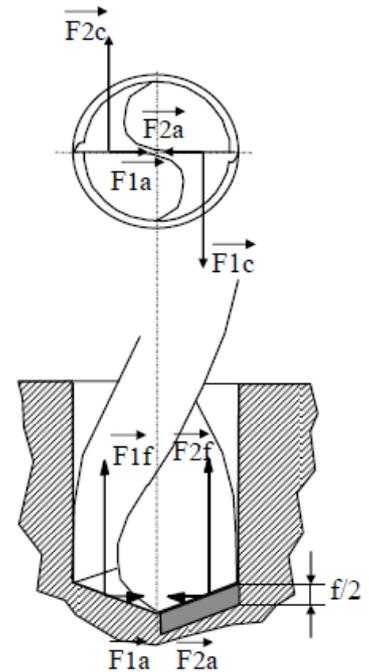
F_c : Force de coupe en N

K_c : Pression spécifique de coupe (fonction de h et de la matière) en N/mm^2

f : valeur de l'avance en mm/tr

D : Diamètre du perçage en mm

Remarque : Pour le cas d'un avant trou, le diamètre de perçage D est remplacé par $(D-d)$ où d représente le diamètre de l'avant trou



Puissance nécessaire à la coupe (P_c)

Calcul de la puissance : cas général ($P = \vec{F} \cdot \vec{V}$). (\vec{V} en m/s et \vec{F} en N)

La formule est la suivante :

$$P_c = F_c \cdot V_c \rightarrow P_c = \boxed{K_c \cdot D \cdot V_c / (4 \cdot 60)}$$

avec

P_c : Puissance nécessaire de coupe en W

K_c : Pression spécifique de coupe (fonction de h et de la matière) en N/mm^2

f : valeur de l'avance en mm/tr

D : diamètre de perçage en mm

V_c : vitesse de coupe en m/min

Kc en N/mm ² (pour outil ARS à 120°)						
Matière	h= 0,04	h= 0,06	h= 0,1	h= 0,16	h= 0,25	h= 0,4
E335(A60)	3400	2950	2600	2250	1970	1710
C35 C45 (XC38-XC48)	3550	3050	2640	2270	1950	1680
C65 (XC65)	3000	2710	2450	2200	2000	1800
Acier inox	2400	2300	2100	1960	1820	1680
Fonte Ft20	2650	2320	2010	1760	1530	1340
Fonte GS	2810	2500	2160	1890	1650	1450
Alu	1170	1040	900	790	680	610

Exercice no. 03 :

Calculez la puissance de coupe en perçage pour les données suivantes :

Matière= A60, $V_c=60$ m/min, $f = 0,2$ mm/tr, foret $\varnothing 20$ mm en ARS à 120°.

Rappel de cours :

Puissance absorbée (P_m)

Cette puissance sera en fonction du rendement de la machine. $P_m = \boxed{P_c / \eta}$

Les machines traditionnelles (à engrenages) ont un rendement moyen $\eta=0,6$ et les CN (moteurs à courant continu) ont un rendement moyen de 0,9

Exercice no. 04 :

Calculez la puissance nécessaire de la machine pour les exercices 1,2 et 3.