Technique de production mécanique

PMBK 2L f



Données technologieques relatives aux techniques d'usinage méchanique 7
Tournage avec des procédés conventionnels 61
Fraisage avec des procédés conventionnels 123
Rectification avec des procédés conventionnels 169
Entretien 209
Technique CNC 215
Fraisage avec des procédés CNC 257
Tournage avec des procédés CNC 275

EDITION SWISSMEM

SWISSMEM

Ont participé à l'élaboration de ce matériel didactique:

Direction du projet
Arn Hanspeter, chef de projet, Swissmem Formation professionnelle, Winterthur

Abbt Raphael, Bühler AG, Uzwil
Böläkbasi Gökkan, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Canonica Renzo, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Fricker Walter, Lernzentren LfW, Zurich
Hiese Phillip, Lernzentren LfW, Zurich
Knecht Daniel, Lernzentren LfW, Zurich
Kaufmann Christoph, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Meier Robert, Lernzentren LfW, Baden
Piraccini Boris, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Rietschin Daniel, Ridari Consulting, Elsau
Reber Sascha, azw Ausbildungszentrum Winterthur, Winterthur
Vogler Marcel, Lernzentren LfW, Zurich
Baur Daniel, Swissmem Formation professionnelle, Winterthur

Nous remercions toute l'équipe pour son excellent soutien technique et pour la qualité de sa collaboration.

Pour leur soutien en matière d'images et de contenus, nous remercions:

Blaser Swisslube AG, Hasle-Rüegsau
Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf
DMG Schweiz AG, Dübendorf
Dr. Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG, D-Constance
Fehlmann AG, Seon
Fischer Precise Management AG. Herzogenbuchsee
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, D-Traunreut
HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG, Schwerzenbach
Konrad Ing. Büro, D-Bretten
L. Kellenberger + Co. AG, St-Gall
Roli Lanz, Fotostudio, Rorbas
SandviK AG, Lucerne
Winterthur Schleiftechnik AG, Winterthur

Editeur: Editions Swissmem
3e édition 2016

Commandes:
Swissmem Berufsbildung
Brühlbergstrasse 4
8400 Winterthur

Téléphone service d'expédition 052 260 55 55
Fax service d'expédition 052 260 55 59

www.swissmem-berufsbildung.ch
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch

Copyright texte, dessins et graphisme:
© by Swissmem, Zurich

Tous droits réservés. L'œuvre avec toutes les parties qu'elle contient est protégée par les droits d'auteur. Toute utilisation dans d'autres cas que ceux prescrits par loi nécessite le consentement préalable écrit de l'éditeur.

Explication des symboles, structure du contenu

Explication des symboles



Cette variante est appropriée. Dans l'optique de l'optimisation du produit, nous cherchons la meilleure solution.



Variante convenable. Il y a sûrement de meilleures solutions.



Cette solution n'est pas adaptée. Trouvez pourquoi et cherchez une meilleure variante.



Utilisez les outils les plus appropriés pour résoudre ce problème.



Objectifs d'apprentissage



Remarques importantes



Information



Informationen en ligne: www.swissmem-elearning.ch

Notez ici les informations intéressantes, comme les normes nationales ou internationales, les normes de l'entreprise, les titres des ouvrages spécialisés, les notices d'exploitation, etc.

Structure du contenu

Le matériel didactique «Technique de production mécanique» est divisé en modules, appelés unités d'enseignement. On notera que les extraits de normes font partie du cours.

Ces unités d'enseignement sont structurées de la manière suivante:

Activation
Chaque unité d'enseignement commence par des questions de base concernant les connaissances les plus actuelles du domaine.

Théorie
La partie théorique comprend outre les aspects théoriques, des questions et/ou exercices que les apprenants doivent résoudre.

Exercices
Dans la partie exercices, différents problèmes relatifs à la partie théorique doivent être résolus.

Révisions
En conclusion de chaque unité d'enseignement, les apprenants doivent répondre à différentes questions de révision. Celles-ci permettent de consolider les connaissances, et servent de contrôle aux apprenants et au formateur.

Le bandeau de titre vous rappelle dans quelle partie de l'unité d'enseignement vous vous trouvez.

Table des matières

Données technologieques relatives aux techniques d'usinage méchanique

Bases de la technique de production par enlèvement de copeaux 7
Taillant d'outil 8
Formation de copeaux 12
Usure 13
Vitesse de coupe 15
Matériaux de coupe II 19
Propriétés requises des matériaux de coupe 20
Choix des matériaux de coupe 23
Liquides de refroidisement et lubrifiants 25
Rôle des lubrifiants et des liquides de réfroidisement 26
Types de lubrifiants et de liquides de réfroidiesement 26
Entretien 29
Protection de l'environnement et élimination des déchets 31
Introduction 32
Tri des déchets 33
Élimination des huiles usées et des lubrifiants caloporteurs 34
Technologie de tournage 35
Géométrie de coupe des outils de tournage 36
Géométrie des plaquettes amovibles 38
Vitesse de coupe 39
Mouvements sur le tour 42
Technologie de fraisage 49
Géométrie de coupe des outils de fraisage 50
Géométrie des plaquettes amovibles 51
Vitesse de coupe 52
Vitesse de rotation 53
Mouvement de coupe 54

Tournage avec des procédés conventionnels

Machines de tournage 61
Types de machines de tournage 62
Tour universel 62
Construction d'un tour 63
Paramètres 67
Utilisation les outils de tournage et les moyens de serrage 69
Décomposition du processus de tournage 70
Outils de tournage 72
Types de lames et matériaux de coupe 75
Désignation 77
des outils de tournage 77
Choix des outils appropriés 80
Appréciation de l'état des outils de tournage 81
Ablocage des pièces à tourner 83
Fixation des outils de tournage 89
Tourner des pièces, tournage extérieur 95
Sécurité du travail 96
Dressage au tour 97
Chariotage 99
Tournage en gradins 101
Chanfreinage 102
Centrage 103
Saignées 105
Gorges de dégagement 105
Gorges de dégagement pour filetage 107
Tronçonnage 108

Table des matières

Taraudage 110
Filetage 111
Tourner des pièces, tournage intérieur 117
Sécurité du travail 118
Outils 119
Tournage des contours inérieur 119

Fraisage avec des procédés conventionnels

Fraiseuses 123
Types de fraiseuses 124
Structure de la fraiseuse 125
Paramètres 128
Utilisation des outils de fraisage et les moyens de serrage 131
Classification des processus de fraisage 132
Types de fraises 134
Matériau de coupe 138
Fixation des plaquettes amovibles 140
Choix des bons outils 141
Fixation des outils 144
Ablocage des pièces pour le fraisage 149
Fraiser des pièces 157
Sécurité du travail 158
Avantages/Inconvénients des modes de fraisage 159
Fraisage de face 160
Fraisage de profil 160
Fraisage perpendiculaire d'un parallélépipè de rectangle 161
Fraisage combiné 162
Fraisage de poche 164
Rainurage 165
Tête d'alésage et de dressage 167

Rectifiage avec des procédés conventionnels

Rectifieuses 169
Description du processus de rectification 170
Rectifieuses 170
Utilisation des outils de rectifiage et les moyens de serrage 177
Construction d'un disque de meulage 178
Forme 181
Fixation du disque de meulage 183
Dressage et profilage des disques de meulage 185
Ablocage des pièces 187
Paramètres de coupe 189
Changements de paramètres 191
Rectifier des pièces 195
Sécurité du travail 196
Bases de la technique de rectification 197
Procédés de rectification 198
Lubrifiants caloporteurs 206

Entretien

Entretien des machines-outils 209
Entretien 210
Inspection 213

Technique CNC

Bases de la technique CNC **215**
Définitions NC, CNC, DNC 216
Machines-outils CNC 216
Types de commande 219
Axes d'un tour 220
Axes d'une fraiseuse 221
Système de coordonnées 222
Cotation en coordonnées 226
Système de mesure 228
Points de référence 230
Structure d'un programme CNC **236**
Principes 236
De l'ordre au déplacement 240
Mode opératoire pour la programmation 242
Fonctions de programmation – Fraisage **243**
Fonctions de programmation – Tournage **253**

Fraisage avec des procédés CNC

Fraiseuse CNC **257**
Documents de fabrication 257
Centre d'usinage 258
Fabrication de l'étau «Gressel» **263**

Tournage avec des procédés CNC

Tour CNC **275**
Documents de fabrication 275
Tour CNC 276
Ablocage des pièces 278
Fabrication de l'étau «Gressel» **282**

Activation

Bases de la technique de production par enlèvement de copeaux

– Connaître les bases de la production par enlèvement de copeaux

1. Quels facteurs déterminent si une pièce peut être convenablement usinée?

Pièce à usiner, outil ⇒ taillant d'outil, données technologiques

2. Que pouvez-vous faire lorsqu'un outil ne coupe plus correctement?

Contrôler la géométrie de coupe ⇒ usure, modification des données technologiques

3. Qu'obtenez-vous en utilisant du lubrifiant caloporteur lors de l'usinage?

Réduction du frottement, refroidissement, éjection des copeaux

4. Quels déchets et polluants l'usinage par enlèvement de copeaux produit-il?

Copeaux, lubrifiant caloporteur

5. Qu'entend-on par «élimination des déchets et polluants respectueuse de l'environnement»?

Collecte séparée de ces matériaux, élimination conforme aux règles en vigueur

6. Qu'entend-on par usure?

Dégradation de la géométrie de coupe

SWISSMEM

Théorie — Bases de la production par enlèvement de copeaux

Introduction

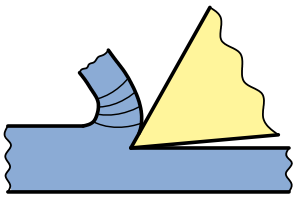
Pour tous les procédés de production par enlèvement de copeaux, sont particulièrement importants:
– la forme du taillant de l'outil
– les forces et températures au niveau du taillant de l'outil
– l'usure du taillant d'outil
– la vitesse de coupe

Taillant d'outil

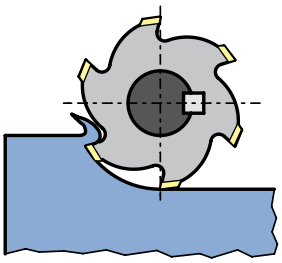
Il existe des outils avec un taillant (p. ex. outil de tournage), avec deux taillants (p. ex. foret hélicoïdal), avec plusieurs taillants (p. ex. fraise conique à tige) ou avec un grand nombre de taillants (p. ex. lame de scie, lime). Tous les taillants d'outils sont en forme de coin et travaillent selon le même principe:
Le coin de l'outil, en avançant, pénètre dans le matériau, duquel il enlève un copeau.

La forme de base de tous les taillants d'outil est le **coin**. Les forces et les températures occasionnées durant l'usinage entraînent l'**usure** du coin taillant.

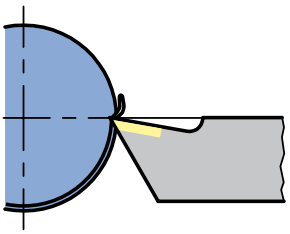
Burin



Fraise



Outil de tournage



Théorie

Bases de la production par enlèvement de copeaux

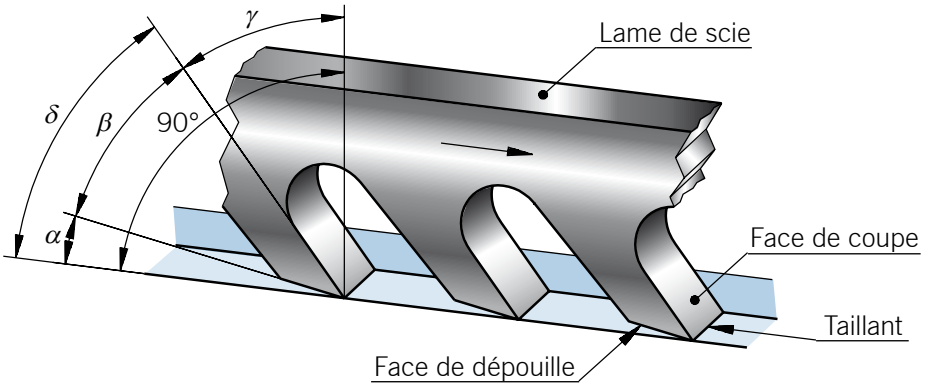
Angles de coupe

Comme tous les taillants se ressemblent, les angles de coupe sont toujours désignés de la même manière. Ils sont nommés selon leur fonction:

– **Angle de dépouille** α
Angle mesuré entre la face de dépouille et la surface de la pièce à usiner. Si l'angle de dépouille était égal à 0°, la face de dépouille serait en contact avec la surface à usiner. Le frottement induit détruirait la face de dépouille.
Un angle de dépouille trop important fragilise le taillant. Celui-ci s'émousse rapidement ou casse. En général, l'angle de dépouille est compris entre 3° et 14°. Il est déterminé par le matériau à usiner, la taille de l'outil et l'avance.

– **Angle de taillant** β
Angle mesuré entre la face de coupe et la face de dépouille. Plus l'angle de taillant est petit (pour les matériaux tendres), plus le taillant pénètre facilement dans le matériau. En revanche, plus le matériau à usiner est résistant, plus le tranchant doit être robuste, c'est-à-dire, plus l'angle de taillant doit être grand.

– **Angle de coupe** γ
Angle formé entre la face de coupe et une ligne imaginaire perpendiculaire à la surface à usiner. Il influence la formation de copeaux. Plus l'angle de coupe est important, plus l'évacuation des copeaux est facilitée. Il est en même temps étroitement lié à l'angle de taillant. Un angle de taillant important nécessite un angle de coupe faible, et inversement.



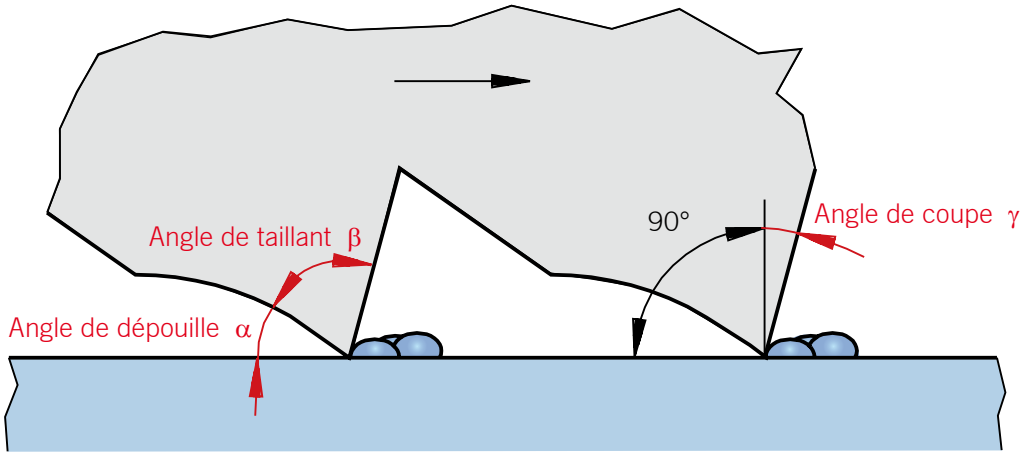
Normalement: $\alpha + \beta + \gamma = 90°$

La somme de l'angle de dépouille et de l'angle de taillant est appelée **angle d'attaque** δ.

Théorie — Bases de la production par enlèvement de copeaux

Angle de coupe négatif

La géométrie de coupe d'une lime est la suivante:



1. Dessinez dans l'esquisse les angles de coupe et leur désignation (angle de dépouille, angle de taillant et angle de coupe).

Vous avez constaté que l'angle δ est supérieur à 90° et que l'angle de coupe est «surplombant» par rapport à la perpendiculaire à la surface à usiner. L'angle de coupe est négatif. Dans ce cas, on parle également d'outils à coupe négative. Ces outils arrachent les copeaux non pas en les coupant, mais en les raclant.

Pour les angles de coupe négatifs: $\alpha + \beta + (-\gamma) = \alpha + \beta - \gamma = 90°$

Corrélation: angles de coupe en fonction du matériau à usiner

Normalement:

Matériau tendre, à copeaux longs	**Matériau dur, à copeaux courts**
grand angle de dépouille faible angle de taillant grand angle de coupe	faible angle de dépouille grand angle de taillant angle de coupe faible ou négatif

Théorie

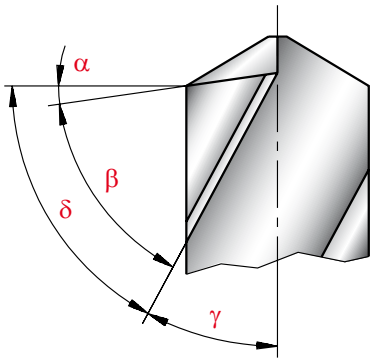
Bases de la production par enlèvement de copeaux

Angles de coupe pour outils HSS

Les angles de coupe ne dépendent pas seulement du matériau à usiner, mais aussi du matériau de coupe utilisé. Pour les outils HSS (High Speed Steel), les **valeurs indicatives** suivantes sont appliquées:

Matériau	**Angles**		
	dépouille (α)	taillant (β)	coupe (γ)
Acier 300 ... 500 N/mm²	8°	62°	20°
Acier 500 ... 700 N/mm², fonte de fer avec graphite lamellaire	8°	68°	14°
Acier de plus de 700 N/mm², fonte de fer avec graphite sphéroïdal, bronze	8°	74°	8°
Fonte à graphite sphéroïdal de plus de 500 N/mm², laiton, bronze	6° ... 3°	84°	0° ... 3°
Alliages d'aluminium, métaux tendres	10°	40°	40°

2. Désignez les angles de coupe dans l'illustration du foret hélicoïdal.

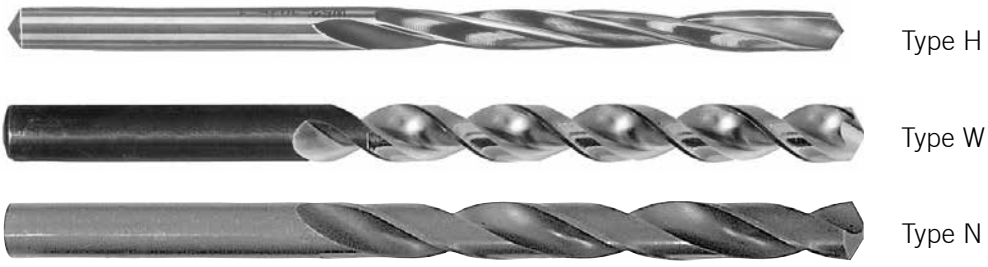


3. Avec lequel des forets hélicoïdaux illustrés ci-dessous percez-vous...

...les alliages d'aluminium? ⇒ type: W

...le bronze, le laiton? ⇒ type: H

...l'acier de construction? ⇒ type: N



Type H

Type W

Type N

SWISSMEM

Théorie

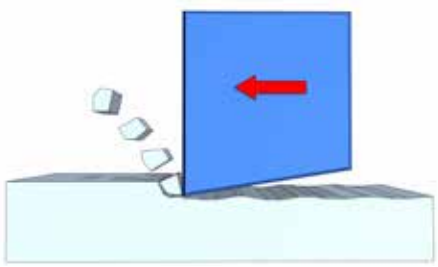
Bases de la production par enlèvement de copeaux

Formation de copeaux

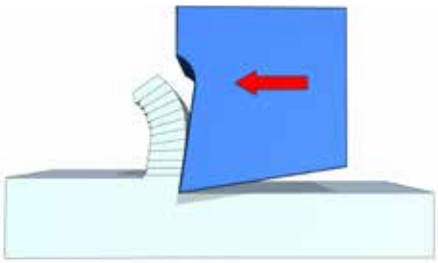
Pour tous les procédés de séparation, en pénétrant dans le matériau, le taillant arrache des copeaux.

On distingue trois types de copeaux:

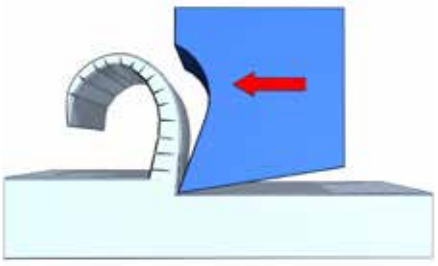
– **Copeaux fragmentés**
Apparaissent avec les matériaux cassants tels que la fonte ou le laiton. Ils sont courts et de forme irrégulière.



– **Copeaux cisaillés**
Apparaissent avec les matériaux durs, tels que l'acier inoxydable. Ils sont de forme régulière, mais de longueur irrégulière.



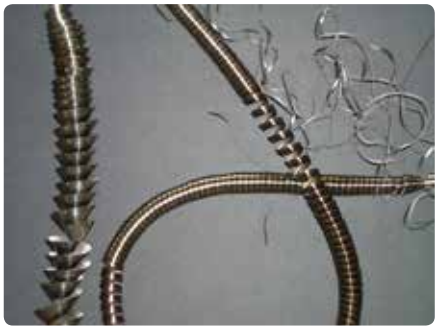
– **Copeaux continus**
Apparaissent avec les matériaux tendres et résistants tels que l'aluminium. Ils sont longs et de forme régulière.



copeaux conformes



copeaux non conformes



En principe, il faut essayer d'obtenir des copeaux courts.

3. Justifiez la remarque précédente.

Réduction des risques d'accident, surface de meilleure qualité, meilleure évacuation des copeaux