

Dr. ing. **Filip Gabriel CIOLACU**
Dr. ing. **Nicolae CRĂCIUNOIU**

TEORIA AȘCHIERII



EDITURA UNIVERSITARIA
Craiova, 2014

Referenți științifici: Prof. univ. dr. ing. Alexandru STANIMIR
Conf. univ. dr. ing. Aurel STOIAN

Copyright © 2014 Universitaria
Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
CIOLACU, FILIP GABRIEL

Teoria aşchierii / Ciolacu Filip Gabriel, Crăciunoiu
Nicolae. - Craiova : Universitaria, 2014
Bibliogr.
ISBN 978-606-14-0813-9

I. Crăciunoiu, Nicolae

621.91

Contribuția autorilor la realizarea lucrării:

Filip Gabriel CIOLACU: capitolele 1- 3, 6 - 11 și coordonarea lucrării
Nicolae CRĂCIUNOIU: capitolele 4, 5, 12, 13

Tehnoredactare computerizată și corectura: autorii

Generarea (prelucrarea) prin aşchiere a suprafețelor pieselor este un procedeu larg utilizat și reprezintă circa 70% din totalitatea operațiilor necesare realizării pieselor din construcția de mașini. Ponderea ridicată a operațiilor de prelucrare prin aşchiere este justificată de avantajele pe care le conferă privind productivitatea și precizia (dimensională, de formă geometrică, poziție reciprocă și calitate a suprafețelor).

În capitolele 1...13, se prezintă teoriile de bază ale procesului de aşchiere, prin mărimile prin care acesta este apreciat, precum și interdependențele dintre fenomenele specifice.

Lucrarea se adresează studenților ce urmează specializări din domeniile inginerie mecanică, ingineria materialelor, inginerie economică, dar poate fi utilizată, parțial sau integral, de studenții de la alte specializări ale facultăților cu profil mecanic.

CUPRINS

1	Generalități privind prelucrarea prin aşchiere	1
1.1	Suprafeţele pieselor	1
1.2	Procesul de aşchiere	2
1.3	Condiţiile desfăşurării procesului de aşchiere	4
1.4	Tendenţe în prelucrarea prin aşchiere	6
	Bibliografie	7
2	Noţiuni privind generarea suprafeţelor prin aşchiere	9
2.1	Generarea teoretică a suprafeţelor	9
2.2	Generarea suprafeţelor reale pe maşinile-unelte	11
2.3	Metode de obţinere a curbelor generatoare	14
2.4	Metode de obţinere a curbelor directe	17
2.5	Generatoarele şi directoarele reale	20
2.6	Exemplu de generare a unei suprafeţe	22
	Bibliografie	24
3	Cinematica procesului de aşchiere	25
3.1	Cinematica generării suprafeţelor pe maşinile-unelte	25
3.2	Sistemul de referinţă al maşinii-unelte	31
	Bibliografie	34
4	Lanţuri cinematice ale maşinilor-unelte	35
4.1	Definirea şi clasificarea lanţurilor cinematice	35
4.2	Funcţiile lanţurilor cinematice	37
4.3	Structura lanţurilor cinematice	38
4.4	Asocierea lanţurilor cinematice	40
4.5	Reglarea cinematicii maşinii-unelte	41
	Bibliografie	42

5	Parametrii sculei aşchietoare	43
5.1	Generalităţi	43
5.2	Structura şi elementele constructiv-geometrice ale sculei aşchietoare elementare	44
5.3	Sisteme de referinţă pentru definirea geometriei părţii aşchietoare	49
5.3.1	Sistemul de referinţă constructiv	50
5.3.2	Sistemul de referinţă efectiv (funcţional)	56
5.4	Materiale pentru sculele aşchietoare	58
	Bibliografie	61
6	Procesul de formare a aşchiei	63
6.1	Formarea aşchiei la aşchiera ortogonală	64
6.2	Forma şi dimensiunile zonei de deformare	65
6.3	Modele privind formarea aşchiei	67
6.4	Secţiunea transversală a aşchiei	72
6.5	Importanţa formei aşchiei	73
6.6	Direcţia de curgere a aşchiei	77
	Bibliografie	78
7	Deformaţiile plastice ale materialului de prelucrat	79
7.1	Metode de apreciere a deformaţiilor plastice	79
7.2	Deformarea plastică a aşchiei	81
7.3	Influenţa diverşilor factori asupra deformării materialului aşchiat	84
7.4	Fenomene plastice secundare	87
	Bibliografie	94

8	Forțele și puterea de așchiere	95
8.1	Generalități	95
8.2	Componentele forței de așchiere	98
8.3	Determinarea mărimii componentelor forței de așchiere	100
8.4	Influența parametrilor procesului de așchiere asupra forței specifice și a componentelor forței de așchiere	103
8.5	Relații de calcul pentru componentele F_c , F_f , F_p	108
8.6	Calculul puterii la așchiere	109
8.7	Măsurarea forței de așchiere	110
	Bibliografie	112
9	Fenomene termice în procesul de așchiere	113
9.1	Surse de căldură și bilanțul termic la așchiere	113
9.2	Repartizarea căldurii în elementele sistemului tehnologic	114
9.3	Influența parametrilor procesului de așchiere asupra temperaturii tăișului sculei așchietoare	116
9.4	Relația generală de calcul a temperaturii sculei la așchiere	120
9.5	Metode și mijloace de măsurare a temperaturii la așchiere	121
	Bibliografie	123
10	Medii pentru așchiere	125
10.1	Funcțiile și proprietățile mediilor pentru așchiere	125
10.2	Structura lichidelor pentru așchiere	126
10.3	Tipuri de lichide pentru așchiere	127
10.4	Modul de acțiune a lichidelor pentru așchiere	128
10.5	Alegerea lichidelor pentru așchiere	131
10.6	Utilizarea lichidelor pentru așchiere	133
	Bibliografie	138

11	Uzura și durabilitate sculelor așchietoare	139
11.1	Forme de uzură ale sculelor așchietoare	139
11.2	Cauzele uzării sculelor așchietoare	142
11.3	Durabilitatea sculei. Criterii de apreciere a uzurii	146
11.4	Influența parametrilor procesului de așchiere asupra uzurii și durabilității sculei așchietoare	148
11.5	Determinarea durabilității sculelor așchietoare	153
11.6	Mărirea durabilității sculelor așchietoare	154
	Bibliografie	158
12	Vibrațiile la prelucrarea prin așchiere	159
12.1	Surse de vibrații în procesul de așchiere	159
12.2	Modalități de diminuare și eliminare a vibrațiilor	162
	Bibliografie	164
13	Calitatea suprafețelor prelucrate prin așchiere	165
13.1	Rugozitatea suprafețelor prelucrate prin așchiere	165
13.2	Influența parametrilor procesului de așchiere asupra rugozității suprafeței prelucrate	167
13.3	Starea suprafeței prelucrate	171
	Bibliografie	172

GENERALITĂȚI PRIVIND PRELUCRAREA PRIN AȘCHIERE

Mașinile, utilajele și aparatele existente sunt constituite din piese. Realizarea pieselor necesită prelucrări prin deformare plastică, prelucrări prin așchiere, tratamente termice și operații de control tehnic. Totalitatea acestor operații formează tehnologia de execuție a pieselor respective.

Prelucrarea prin așchiere este un proces tehnologic de prelucrare prin care se obține de pe un semifabricat o nouă suprafață, îndeplinind anumite condiții de precizie dimensională, de formă și rugozitate. Suprafața se obține prin îndepărtarea, sub formă de așchii, a unui strat de material (adaos de prelucrare), prin acțiunea sculei așchietoare.

Piesa este elementul constructiv de bază al ansamblului și se definește ca un corp solid delimitat în spațiu de un număr finit de suprafețe ce au forme, dimensiuni și o anumită poziție reciprocă, impuse de rolul funcțional al acesteia.

1. 1. Suprafețele pieselor

Piesa este elementul constructiv de bază ce intră în componența diverselor mașini, aparate, utilaje și se definește ca un corp solid delimitat în spațiu de un număr finit de suprafețe ce au forme, dimensiuni și o anumită poziție reciprocă. Forma pieselor este determinată de rolul funcțional, precum și de alți factori (dimensiunile, rezistența mecanică necesară, tehnologia de fabricare, etc.). Caracteristicile, dictate de rolul pe care piesa trebuie să-l îndeplinească, constituie condițiile tehnice de realizare a suprafețelor și sunt precizate în desenul de execuție, elaborat de proiectant.

Condițiile de formă stabilesc forma geometrică teoretică pe care trebuie să o aibă suprafața și abaterile de formă admise de la forma geometrică nominală.

Condițiile dimensionale stabilesc dimensiunile nominale ale fiecărei suprafețe componente ale unei piese și abaterile admise de la dimensiunile nominale.

Condițiile de poziție relativă stabilesc distanțele și orientările relative nominale dintre suprafețele componente ale piesei, precum și abaterile admise (de la distanțe și orientări).

Condițiile de calitate a suprafeței stabilesc rugozitatea impusă suprafețelor, iar în unele cazuri și starea de duritate sau tratamentele termice și chimice aplicate.

Fiecare suprafață componentă a piesei se poate caracteriza prin următoarele:

- *formă geometrică (teoretică);*
- *dimensiuni;*
- *poziție relativă (față de celelalte suprafețe);*
- *calitate (rugozitate, starea stratului superficial).*

1. 2. Procesul de așchiere

Pentru generarea suprafețelor ce definesc piesa, în tehnică există mai multe procedee de prelucrare: turnare, sudare, deformare plastică la cald (forjare, laminare presare, matrițare), deformare plastică la rece (laminare, tragere, presare, ambutisare, ștanțare, extrudare), sinterizare și așchiere.

Procesul de prelucrare (generare) prin așchiere se poate defini ca un proces mecanic de tăiere-deformare, desprindere și îndepărtare sub formă de așchii a unei cantități de material de pe un semifabricat în scopul generării/obținerii formei geometrice, dimensiunilor, poziției reciproce și calității suprafeței respective. Noțiunea de așchiere provine de la așchie, adică forma sub care se îndepărtează adaosul de prelucrare.

Procesul de așchiere reprezintă totalitatea fenomenelor fizice care apar la detașarea sub formă de așchii a stratului de așchiere.

Generarea prin așchiere a unei suprafețe constă din îndepărtarea, de către o sculă așchietoare, a unui strat de material, sub formă de așchii.

Semifabricatul este bucata de material de la care se pornește în realizarea piesei finite și acesta este delimitat de suprafețele inițiale. Semifabricatele pot fi piese obținute prin procedeele primare de prelucrare: turnare, forjare, matrițare sau piese prelucrate intermediar prin alte procedee.

Scula așchietoare se află în mișcare relativă față de piesa semifabricat. În timpul procesului de generare se disting următoarele suprafețe (fig. 1.1):

- *suprafață inițială* reprezintă suprafața de la care se pornește generarea;
- *suprafață generată (prelucrată)* este suprafața obținută în urma generării și rezultă ca urmare a îndepărtării adaosului de prelucrare. Poate fi suprafața finală a piesei sau poate fi suprafață intermediară dacă mai urmează și alte operații de prelucrare;
- *suprafață așchiată* reprezintă partea suprafeței generată pe piesă ce urmează să fie detașată la cursa (rotația) următoare a sculei. Este generată prin deplasarea tăișului în timpul mișcării relative a acestuia față de semifabricat.

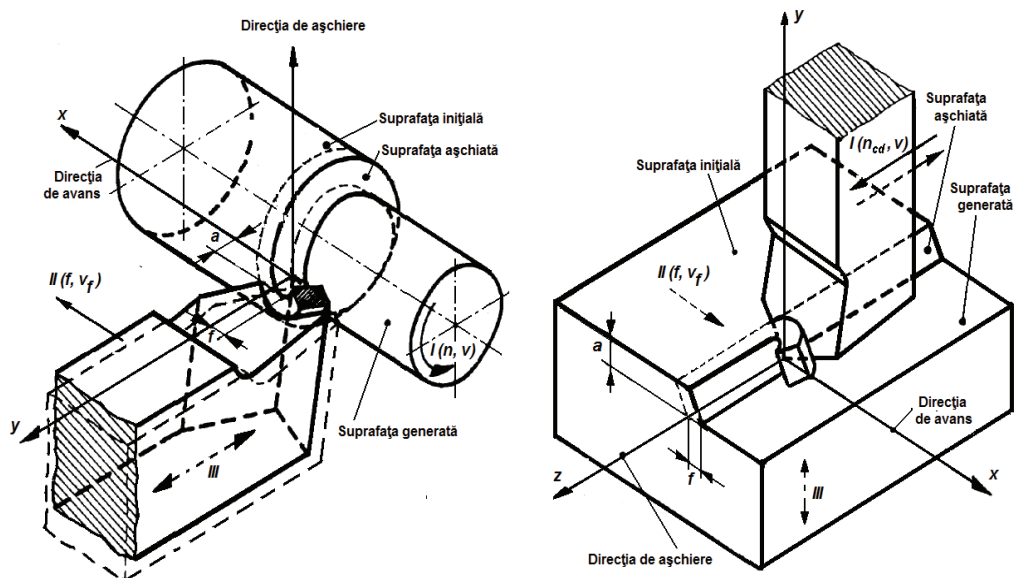


Fig. 1.1. Suprafețe, strat de așchiere

Adaosul de prelucrare reprezintă cantitatea de material ce trebuie îndepărtat pentru obținerea suprafeței. Îndepărtarea adaosului de prelucrare (dacă nu este prea mare) se poate face dintr-o singură trecere a sculei pe suprafața prelucrată. Dacă adaosul este prea mare, acesta se împarte în *adaosuri parțiale*, care se împart în *straturi de așchiere*.

Schema de așchiere reprezintă modul de divizare al adaosului de prelucrare în adaosuri parțiale și în straturi de așchiere, împreună cu scula așchietoare în poziție de lucru și cinematica relativă între sculă și piesă precum și succesiunea îndepărtării așchiilor și straturilor parțiale. Schema de așchiere stă la baza proiectării procesului de așchiere, al cinematicii mașinii-unelte și a sculei.

Condițiile tehnice de execuție. Obținerea de suprafețe reale se face prin îndeplinirea următoarelor condiții tehnice de execuție.

Condiții de formă, impun forma geometrică nominală pe care trebuie să o aibă suprafața reală, condiții stabilite prin abateri de formă ale suprafeței reale față de suprafața teoretică din care aceasta provine:

- abateri de la planeitate (concavitate și convexitate);
- abateri de la circularitate (ovalitate și poligonalitate);

- abateri de la cilindricitate (conicitate, formă butoi, formă șa, formă curbată).

Toleranțele pentru elementele geometrice la care nu s-a specificat toleranța individuală, în desenul de execuție, sunt reglementate de SR EN 22768-2, (toleranțele cotelor libere). Tot în acest standard sunt indicate și abaterile de poziție.

Condiții de precizie dimensională, care impun dimensiunile nominale ale suprafeței reale stabilite prin abateri de la dimensiunile nominale ale suprafeței reale față de suprafața teoretică din care aceasta provine (abateri liniare, unghiulare). Toleranțele sunt reglementate de SR EN 20286-2. Pentru dimensiunile netolerate abaterile sunt reglementate de SR EN 22768-1.

Condiții de poziție relativă, care impun distanțele și orientările relative nominale ale suprafețelor reale ale piesei față de un element de referință convenabil ales, stabilite prin abateri de poziție relativă (abateri de la paralelism, perpendicularitate, concentricitate, etc.).

Condiții de calitate a suprafeței, care impun calitatea necesară suprafeței reale, stabilite prin abateri de calitate (rugozitate, duritate, tratament termic, termochimic, mecanic, etc.).

Valorile recomandate pentru rugozitate sunt de asemenea standardizate, în conformitate cu recomandările ISO, în standardul românesc STAS 3730/1-85.

Condițiile de execuție și control trebuie precizate atent și justificat pentru a stabili mașinile-unelte și procedeele de prelucrare prin așchiere înainte de stabilirea parametrilor de așchiere.

Aceste caracteristici, dictate de rolul pe care piesa trebuie să-l îndeplinească, constituie condițiile tehnice de generare (de execuție) a suprafețelor și sunt precizate în desenul de execuție, elaborat de proiectant. Realizarea suprafețelor reale se face ținând seama de un complex de condiții denumite condiții tehnice de execuție.

1. 3. Condițiile desfășurării procesului de așchiere

Pentru realizarea procesului de prelucrare prin așchiere sunt necesare o mașină-unelte (*MU*), una sau mai multe scule așchietoare (*S*), dispozitive de poziționare fixe (*D*), piesa de prelucrat (*P*), aparate și instalații pentru controlul tehnic de calitate. Ansamblul *MUSDP* se numește *sistem tehnologic*.

Desfășurarea în condiții de eficiență economică a procesului de așchiere presupune existența mașinilor-unelte adecvate procedurii de generare a suprafețelor, sculelor așchietoare, semifabricatelor, dispozitivelor de orientare și fixare a semifabricatului și sculei, mijloacelor de măsurat și controlat. Dispunerea

acestor elemente în succesiunea rolului funcțional al procesului de așchiere formează sistemul tehnologic de așchiere (fig. 1.2).

Pe de altă parte, în timpul așchierii intervin o serie de perturbații:

- variații ale proprietăților așchietoare ale sculei așchietoare (datorate uzurii);
- variații ale durității materialului de prelucrat (datorate neomogenității);
- variații ale adaosului de prelucrare (cazul degroșării);
- slăbirea forței de strângere a sculei/piese;
- deformații elastice ale dispozitivelor de strângere;
- modificări ale rigidității sistemului mașină-uneltă.

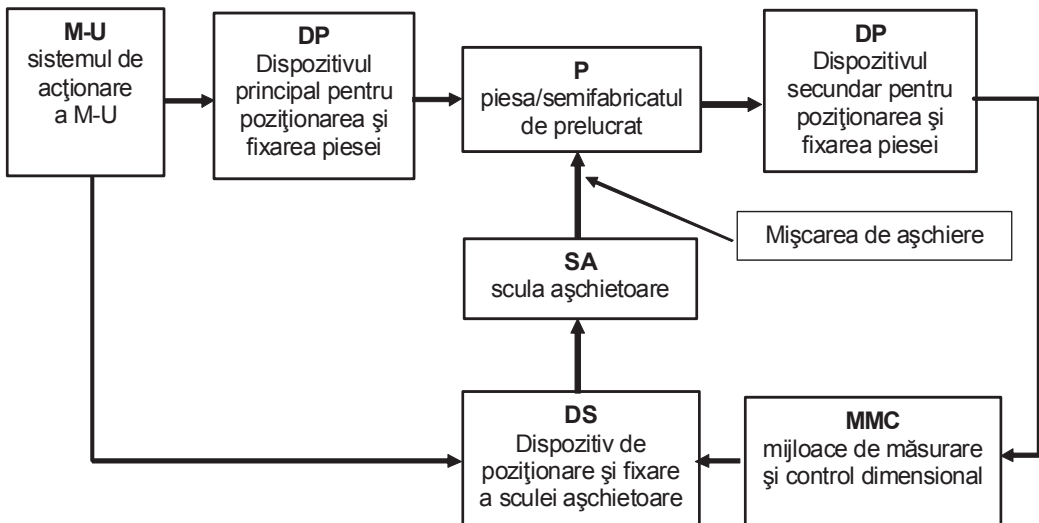


Fig. 1.2 Sistemul tehnologic de așchiere

Având în vedere aceste constatări, orice sistem tehnologic de așchiere trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să conțină un sistem de acționare capabil să asigure cinematica corespunzătoare generării suprafeței și să dezvolte o putere necesară întreținerii procesului de așchiere;
- să fie prevăzut cu dispozitive care să asigure poziționarea, orientarea și stabilitatea fixării semifabricatului, asigurându-se condițiile de generare a suprafețelor;
- să posede o bună stabilitate dinamică și un grad ridicat de precizie de prelucrare;