

Cristina-Ileana PASCU

Cristina-Ileana PASCU

**TOLERANȚE ȘI CONTROL
DIMENSIONAL**

Ediție adăugită și revizuită



**EDITURA UNIVERSITARIA
Craiova, 2020**

Referenți științifici:

Prof.univ.dr.ing. NICOLAE DUMITRU

Universitatea din Craiova

Conf.univ. dr.ing. NICOLAE CRĂCIUNOIU

Universitatea din Craiova

Copyright © 2020 Universitaria

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

PASCU, CRISTINA ILEANA

Toleranțe și control dimensional / Cristina-Ileana Pascu. - Ed. adăug. și reviz.. - Craiova : Universitaria, 2020

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1617-2

62

Tehnoredactare și verificare: dr.ing. Pascu Cristina-Ileana

© 2020 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

PREFAȚĂ

Această monografie se dorește a fi o continuare actualizată și adăugită a unei ediții anterioare, din 2010, în care au fost prezentate toleranțele dimensionale și geometrice. Actualizarea rezidă în aducerea la zi a denumirilor, definițiilor și interpretărilor, conform standardelor în vigoare, iar prin prezentarea tehnicii măsurătorilor și a aparaturii de măsurare și control utilizată la verificările dimensionale se consideră valoarea augmentată față de cea a edițiilor anterioare.

Determinarea cu acuratețe a toleranțelor dimensionale și stabilirea corectă a lanțurilor de dimensiuni, constituie o premiză fundamentală a asigurării preciziei în industrie, începând cu proiectarea, continuând cu tehnologia și precizia de prelucrare și terminând cu controlul tehnic de calitate.

În cadrul lucrării sunt tratate problemele de bază ale interschimbabilității, noțiunile de bază ale preciziei dimensiunilor, punând accent pe regulile de determinare corectă a abaterilor și ajustajelor ISO.

Analiza lanțurilor de dimensiuni reprezintă un mijloc de rezolvare rațională a problemelor datorate funcționării în ansamblu a mașinilor, stabilirea condițiilor de precizie, cu alegerea corectă a toleranțelor fiabilizate necesare bunei funcționări a mașinilor.

În continuare, un capitol este destinat tehnicii măsurătorilor, în care sunt prezentate și noțiuni de calcul al probabilităților și statistică matematică, cu aplicații numerice, utile la realizarea cu acuratețe a unui control de calitate adecvat.

Ultimul capitol este dedicat prezentării aparaturii de măsurare și control dimensional, prezentând atât mijloace de verificare uzuale: șubler, micrometru, comparator, etc. dar și aparatură performantă și de precizie care, prin utilizarea de softuri dedicate CAD/CAM permite prelucrarea statistică a datelor rezultate în urma măsurătorilor și obținerea formei reale a produselor supuse controlului.

Într-o ultimă secțiune sunt tratate problemele de bază, lucrarea sintetizează cele mai importante aspecte legate de toleranțe și ajustaje, fiind elaborată în urma consultării unei bogate bibliografii de specialitate, a standardelor în vigoare, fără a se substitui acestora, și a recomandărilor forurilor europene specializate în acest domeniu.

În egală măsură, lucrarea poate fi privită ca un îndrumar practic pentru interpretarea corectă a indicațiilor de pe desenele de execuție și stabilirea procedurilor de prelucrare și a condițiilor în care acestea trebuie executate, în vederea asigurării conformității produselor.

Prin tematica abordată, lucrarea se adresează în primul rând studenților din învățământul superior tehnic, de la facultățile cu profil mecanic, dar poate fi utilă și specialiștilor din domeniul mecanic, care au ca obiect de activitate construcția de mașini, precum și profesorilor de specialitate din învățământul preuniversitar.

Prin reacțiile celor care vor studia prezenta lucrare, se va constata dacă, și în ce măsură, aceasta corespunde exigențelor acestora.

Autoarea este convinsă că există loc pentru mai bine și că pot exista unele deficiențe în abordarea tematicii prezentate, fapt pentru care crede că lucrarea poate fi perfecționată și mulțumește anticipat tuturor aceluia care prin observații pertinente vor contribui la îmbunătățirea calității ulterioare a acesteia.

Mulțumesc totodată aprecierilor formulate de domnii prof.dr.ing. Nicoale Dumitru și conf.dr.ing. Nicolae Crăciunoiu, referenții științifici ai acestei lucrări.

Nu în ultimul rând, un gând pios de aducere aminte și recunoștință se îndreaptă spre domnii prof. dr.ing Stanimir Alexandru și prof. dr.ing Vătafu Mihai, doi profesori care m-au sprijinit și sub a căror competență îndrumare m-am format ca inginer, și, ulterior, cadru didactic al facultății de Mecanică din Craiova.

*Ileana Pascu
Craiova, 25 iunie 2020*

CAPITOLUL 1

INTRODUCERE

1.1 IMPORTANȚA TOLERANȚELOR DIMENSIONALE LA ASIGURAREA CALITĂȚII PRODUSELOR

O cerință esențială a dezvoltării economice contemporane o constituie realizarea unui înalt nivel calitativ al produselor. În general, calitatea unui produs este determinată de suma acelor proprietăți ale produsului care reflectă măsura în care acesta poate satisface nevoile societății și depinde de calitatea proiectării și cea a execuției. În fig. 1.1 este prezentat triunghiul calității care exprimă legătura dintre calitatea concepției, calitatea execuției și calitatea produsului.

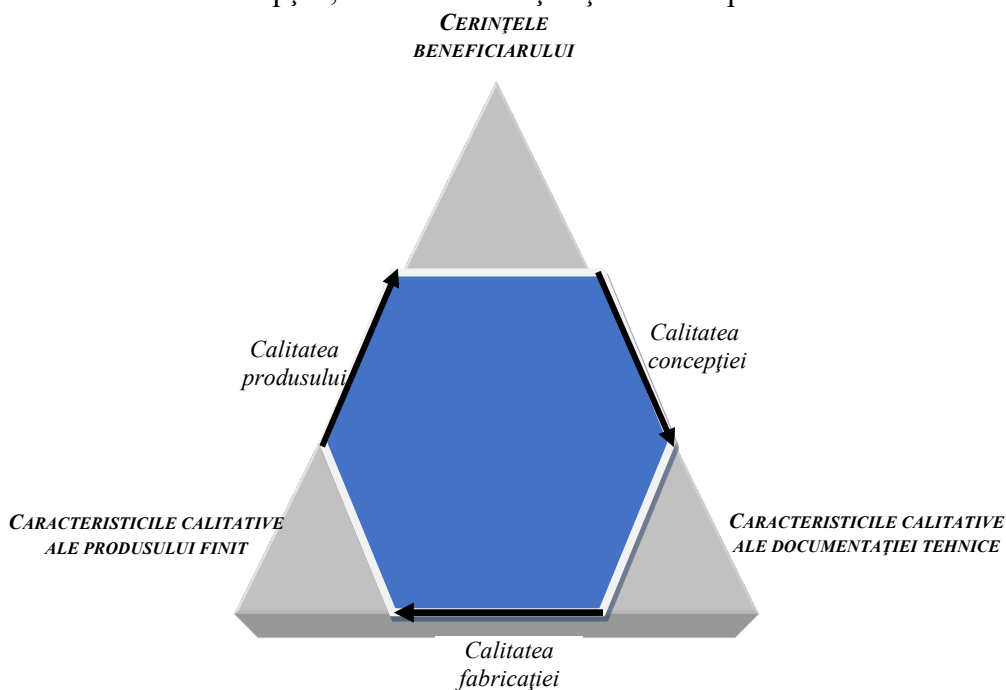


Fig.1.1.

Pentru a realiza un produs de o anumită calitate, se fac anumite cheltuieli. Costul global reprezintă suma dintre costul de achiziție și costul de exploatare și întreținere în bună stare de funcționare pe toată perioada de utilizare a produsului. Între nivelul calitativ minim și cel maxim, corespunzător produsului perfect, se

poate determina un nivel calitativ optim, caracterizat printr-o calitate corespunzătoare cerințelor, realizată cu costuri minime.

Din punct de vedere tehnologic, calitatea produselor în construcția de mașini se poate aprecia prin luarea în considerare a cinci parametri principali și anume: precizia de prelucrare, calitatea suprafețelor prelucrate, economicitatea fabricației, durabilitatea și fiabilitatea produselor 20, 38, 63, 98 .

Corespunzător rolului funcțional al diferitelor piese, pe desenele de execuție ale acestora, sunt prevăzute anumite *condiții tehnice*, care fac referire la: dimensiuni și toleranțe dimensionale, condiții și toleranțe de formă geometrică, condiții și toleranțe de poziție reciprocă a suprafețelor, condiții privind rugozitatea suprafețelor prelucrate etc. La unele piese, pentru asigurarea rolului funcțional, se prevăd condiții tehnice suplimentare referitoare la duritate, rezistență mecanică, structura stratului superficial și a materialului de bază etc. Respectarea condițiilor tehnice este de mare însemnătate pentru asigurarea bunei funcționări și a interschimbabilității pieselor.

În cadrul acestei lucrări piesele vor fi privite ca ansambluri de suprafețe, motiv pentru care, numai condițiile tehnice dimensionale vor fi discutate.

Precizia reprezintă un indicator de calitate care exprimă gradul de corespondență al caracteristicilor dimensionale și geometrice ale suprafețelor pieselor cu valorile teoretice care rezultă din desenele de execuție. Precizia unei piese se poate analiza atât în faza de proiectare, caz în care ea se numește precizie funcțională sau precizie prescrisă, cât și în faza de execuție, când se vorbește de precizie tehnologică sau precizie de prelucrare.

Precizia funcțională sau precizia prescrisă este definită de totalitatea condițiilor tehnice prevăzute în desenul de execuție al piesei referitoare la caracteristicile dimensionale și geometrice ale suprafețelor acesteia și care trebuie să fie realizate la prelucrarea acesteia. Condițiile amintite sunt determinate, nemijlocit, de rolul funcțional al piesei.

Pornind de la desenul de execuție al unei piese, se poate defini modelul teoretic al acesteia sau piesa ideală. Realizarea într-un proces tehnologic a unei asemenea piese nu este posibilă, datorită influenței mai multor factori care acționează în sistemul tehnologic, prin prelucrare obținându-se așa-numita *piesă reală*, care tinde să se apropie de modelul ei teoretic.

Precizia de prelucrare sau precizia tehnologică reprezintă gradul de corespondență (dimensională și geometrică) dintre piesa reală, rezultată în urma prelucrării, și piesa ideală. Pentru ca piesa să corespundă din punct de vedere tehnic precizia de prelucrare trebuie să fie superioară preciziei funcționale.

Diferențele dintre piesa reală și piesa ideală constituie *abateri*. De aceea, precizia de prelucrare poate fi exprimată și prin mărimea abaterilor și anume, cu cât abaterile sunt mai mici, cu atât precizia de prelucrare este mai mare.

În practică, referitor la precizia prelucrărilor, sunt utilizate noțiuni precum: prelucrare normală, prelucrare de precizie sau prelucrare ultraprecisă. În figura 1.2 este prezentată diagrama lui Norio Taniguchi privind evoluția preciziei de prelucrare 59 . Aceasta permite încadrarea prelucrărilor pe nivelele de precizie

dimensională menționată mai sus și oferă o serie de exemple privind echipamentul tehnologic necesar obținerii unor asemenea precizii, precum și o serie de aplicații.

EVOLUȚIA PRECIZIEI DE PRELUCRARE (TANIGUCHI 1983)

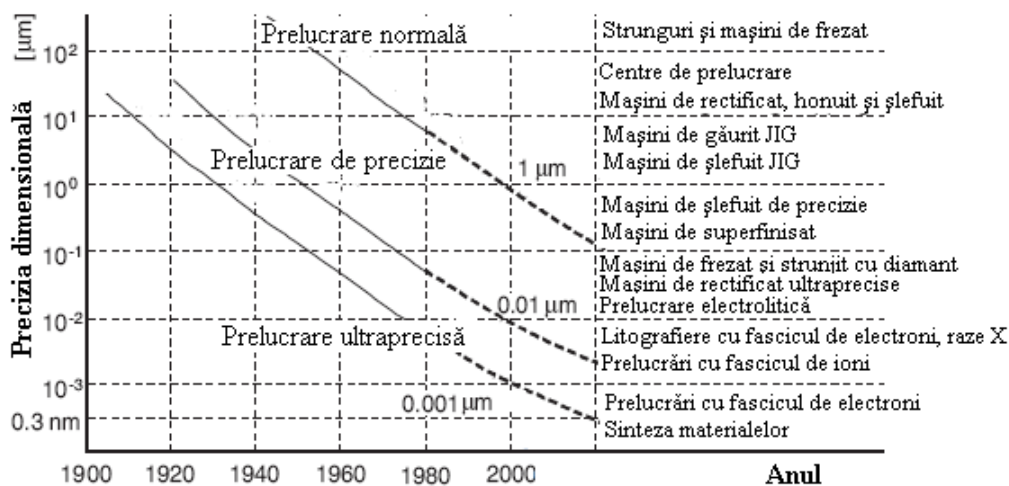


Fig. 1.2

Calitatea suprafețelor prelucrate este determinată de abaterile geometrice ale suprafeței reale în raport cu cea ideală și de proprietățile fizico-mecanice ale stratului superficial 74, 98 .

Sub aspect geometric, suprafața prelucrată poate prezenta diverse neregularități care, în funcție de formă și dimensiuni, pot fi împărțite în macroneregularități, ondulații și microneregularități. Microneregularitățile sau rugozitatea suprafețelor influențează comportarea în exploatare a produselor și anume: rezistența la uzură a suprafețelor în contact, rezistența la oboseală, rezistența la coroziune, calitatea îmbinărilor dintre piese etc.

În conformitate cu cele prezentate mai sus, proiectantul unui produs indică în documentația tehnică pe care o elaborează o serie de condiții care să asigure funcționalitatea, fiabilitatea și anumite performanțe ale acestuia și care, în același timp, să permită o realizare ușoară și cu costuri mici, fie că este vorba de prelucrare, de asamblare sau de control, iar modul de cotare și tolerare utilizat la întocmirea documentației respective trebuie să fie în concordanță cu aceste obiective. De aceea, este deosebit de important ca în etapa de proiectare a unui produs să se acorde o atenție deosebită cotării și tolerării desenelor de execuție întrucât depistarea ulterioară (de exemplu la fabricație) a unor erori sau omisiuni în legătură cu acestea poate conduce la cheltuieli suplimentare legate de pregătirea fabricației și întâzieri în livrarea produselor către beneficiari.

Odată cu evoluția produselor în sensul miniaturizării acestora și a creșterii complexității constructive și funcționale a lor 98 , devine tot mai importantă realizarea unei cotări și tolerări adecvate.

În vederea descrierii cât mai exacte a rolului funcțional al piesei sau produsului, proiectantul trebuie să înscrie pe desen specificațiile dimensionale și geometrice strict necesare și să indice principiile de tolerare utilizate, fără a face exces de precizie și fără a prevedea un grad de netezire al suprafețelor nejustificat de ridicat, deoarece în asemenea cazuri este necesară de cele mai multe ori utilizarea de operații tehnologice suplimentare, care ridică costul prelucrării. De aceea este necesară o bună înțelegere a măsurii în care diferitele moduri de cotare și tolerare pot exprima rolul funcțional al piesei și utilizarea în consecință a acelor care pot exprima mai bine o anumită funcție. De exemplu, este cunoscut faptul că utilizarea toleranțelor dimensionale liniare și a celor unghiulare este în multe situații insuficientă pentru a exprima rolul funcțional al piesei, pentru aceasta ele trebuind să fie completate sau înlocuite cu o serie de toleranțe geometrice.

Pe desenul de execuție al unei piese se înscriu mai multe specificații, de aceeași natură sau de naturi diferite, pentru a căror analiză, în vederea stabilirii conformității piesei, se aplică, în general, *principiul independenței*, conform căruia, fiecare cerință dimensională sau geometrică trebuie respectată independent de celelalte, exceptând cazul în care este indicată o relație specială între dimensiuni și geometrie. În cazul indicării unor astfel de relații speciale, acest principiu se poate dovedi mult prea restrictiv, motiv pentru care se pot utiliza alte principii de tolerare, ca de exemplu principiul înfășurătorii (pentru relații între dimensiune și formă) sau principiile maximumului sau minimumului de material (în cazul unor relații între dimensiune și orientare sau între dimensiune și poziție).

Un alt aspect legat de analiza conformității piesei cu specificațiile dimensionale și geometrice indicate pe desen se referă la acțiunea acestora din urmă, locală sau globală și tratarea lor în consecință. Astfel, *principiul înfășurătorii* se poate aplica numai unei anumite suprafețe, care este cotată de exemplu $\Phi 100 \pm 0,1(E)$, sau tuturor elementelor unice de pe desen, dacă printr-o notă, aflată în general în apropierea indicatorului, este indicat SR EN ISO 8015:2011.

O bună cunoaștere a cotării și tolerării pieselor este necesară atât controlorilor cât și tehnologilor. Astfel, atunci când la prinderea semifabricatelor pe mașini-unelte nu pot fi folosite suprafețele indicate pe desen ca baze de referință, pentru realizarea condițiilor dimensionale și geometrice indicate de proiectant, tehnologul trebuie să realizeze o nouă cotare și tolerare a piesei, numită în mod obișnuit cotare tehnologică. În plus, pentru întocmirea documentației tehnologice, mai este necesară o bună cunoaștere a preciziei medii economice și a preciziei limită, precum și a rugozității suprafețelor realizate prin diferite procedee de prelucrare.

În tabelul 1.1 este prezentată precizia medie economică și precizia limită care poate fi obținută prin diferite procedee de prelucrare, iar în tabelul 1.2 sunt date toleranțele fundamentale pentru dimensiuni până la 3150 mm, conform SR EN ISO 286-1:2010.

Tabelul 1.1

PRECIZIA MEDIE ECONOMIC																				
CARACTERISTIC DI ERITELOR PROCEDEE DE PRELUCRARE																				
CLASA DE PRECIZIE	STAS	PRECIZIA LIMIT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	ISO		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Strunjire exterioră	Degroșare	10																		
	Semifinisare	9																		
	inisare	7																		
	Neted cu diamant	5																		
Strunjire interioară	Degroșare	10																		
	Semifinisare	9																		
	inisare	6																		
	Neted cu diamant	5																		
Rabotare	Degroșare	10																		
	inã	8																		
rezare	Degroșare	9																		
	inisare	8																		
	Netezire	7																		
Burghiere		9																		
Adâncire		8																		
Lãrgire		8																		
Alezare	Degroșare	7																		
	inisare	6																		
	oarte finã	5																		
Broșare	Degroșare	7																		
	inisare	6																		
	oarte finã	5																		
Prelucrare danturi	Prin rabotare	6																		
	Prin mortezare	6																		
	Prin frezare	6																		
	Rectificare	5																		
Rectificare rotundã	Degroșare	7																		
	inisare	6																		
	oarte finã	5																		
Rectificare planã	inisare	6																		
	oarte finã	5																		
Rodare	inisare	6																		
	oarte finã	5																		
onuire	Medie	6																		
	oarte finã	5																		

PRECIZIA MEDIE ECONOMIC																				
CARACTERISTIC DI ERITELOR PROCEDEE DE PRELUCRARE																				
CLASA DE PRECIZIE	STAS	PRECIZIA LIMIT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	ISO		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Lepuire	Prealabilă	6																		
	Medie	6																		
	Finisare	5																		
Filetare interioară	Cu tarodul	6																		
	Cu cuțit pieptăne sau freză	5																		
Filetare exterioară	Cu filiera	6																		
	Cu cuțit pieptăne sau freză	6																		
	Prin deformare cu role	7																		
	Rectificare	5																		
Observații:	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Precizie obținută fără măsuri tehnologice deosebite (precizie medie); </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Precizie obținută cu măsuri tehnologice deosebite (precizie limită). </div>																			

Tabelul 1.2

TOLERANȚE UNDAMENTALE IT, μm																			
Intervalul de dimensiuni mm		TREAPTA DE PRECIZIE																	
		01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
-	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000
500	630				9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	700	1100	1750	2800
630	800				10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	800	1250	2000	3200
800	1000				11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	900	1400	2300	3600
1000	1250				13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1050	1650	2600	4200
1250	1600				15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1250	1950	3100	5000
1600	2000				18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1500	2300	3700	6000
2000	2500				22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1750	2800	4400	7000
2500	3150				26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2100	3300	5400	8600
Observație:		Cifrele marcate cu * sunt incluse în intervalul de dimensiuni considerat. De exemplu, pentru dimensiunea de 120 mm și treapta de precizie 7 se obține IT = 35 μm. Valorile toleranțelor din acest tabel sunt valabile atât la prelucrarea suprafețelor de revoluție, cât și a celor plane.																	

1.2. NOȚIUNI DESPRE INTERSCHIMABILITATE

1.2.1. GENERALITĂȚI

La realizarea unui produs specific industriei constructoare de mașini, este necesară parcurgerea mai multor etape de fabricație: proiectarea constructivă a ansamblului și a reperelor componente proiectarea tehnologiei de execuție a reperelor proiectarea tehnologiei de montaj fabricarea reperelor realizarea montajului testarea fiabilității produsului ambalarea acestuia.

Datorită faptului că un organ de mașină trebuie să îndeplinească un anumit rol funcțional în cadrul unui subansamblu sau ansamblu [20], piesele sunt concepute sub forma unor corpuri geometrice având anumite caracteristici ideale de formă și poziție reciprocă ale suprafețelor. Dimensiunile stabilite în faza de concepție vor avea valori ideale și vor determina generarea unor suprafețe cu forme ideale.

Ulterior, datorită unui număr mare de factori obiectivi și subiectivi care intervin în procesele de execuție, este imposibilă obținerea riguroasă a dimensiunilor prescrise la proiectare. De asemenea, forma reală a pieselor este diferită de cea geometric ideală. S-a constatat practic că o piesă funcționează la parametri optimi și dacă, în urma proceselor de prelucrare, dimensiunile au rezultat cu abateri efective. De aceea proiectantul trebuie să stabilească anumite abateri admisibile îmbinând condițiile de calitate cu factorul economic, respectiv, prețul de cost al prelucrării, care va influența în măsură destul de mare costul produsului finit.

Apare astfel noțiunea de precizie de prelucrare prin care se înțelege gradul de apropiere dintre valorile parametrilor geometrici ai piesei finite (obținuți la prelucrare) și valorile fixate pentru acestea prin desenele de execuție sau montaj și prin condițiile tehnice.

Pentru a studia gradul de concordanță dintre formele geometrice ale pieselor reale și cele prescrise de proiectant, precizia de prelucrare se studiază pe baza următoarelor componente: precizia dimensională, precizia formei geometrice și precizia poziției reciproce a axelor și suprafețelor, rugozitatea suprafețelor.

Toate aceste componente ale noțiunii de precizie de prelucrare vor fi tratate în cadrul acestei monografii, fiind una din direcțiile importante de care se ocupă disciplina de Toleranțe și control dimensional.

În toate etapele necesare realizării unui produs în construcția de mașini sunt necesare cunoștințe de Toleranțe și control tehnic.

Astfel, un inginer proiectant trebuie să posede cunoștințe temeinice legate de toleranțe și lanțuri de dimensiuni în vederea stabilirii corecte a acestora (toleranțe dimensionale, toleranțe de formă și poziție, rugozitate, etc.). Ulterior, inginerul tehnolog va trebui să stabilească o tehnologie de execuție și montaj adecvată, la un preț de cost cât mai mic, și care să se poată îmbina cu tehnologia de control pe fluxul de fabricație. De asemenea, personalul de la compartimentul de control al calității trebuie să fie familiarizat cu noțiunile de toleranțe și lanțuri

de dimensiuni pentru a alege corect metodele și mijloacele necesare controlării parametrilor prevăzuți prin proiectare.

1.2.2 INTERSCHIMBABILITATEA ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

Interschimbabilitatea reprezintă proprietatea pieselor de aceeași natură și de același tip ca să poată fi schimbate între ele, fără a fi necesară în prealabil o ajustare, sortare sau reglare, funcționarea realizându-se în condițiile tehnice prescrise [5, 25].

Elementele care îndeplinesc această cerință se numesc elemente interschimbabile [26].

Pentru a fi asigurată interschimbabilitatea, este necesar ca dimensiunile diferite ale produselor să fie realizate între anumite limite, deci să fie prevăzute cu abateri și toleranțe [54]. De aici, unul din motivele principale care au impus necesitatea utilizării toleranțelor.

După gradul de complexitate în aplicarea ei, interschimbabilitatea se clasifică [3, 5]:

- ✓ *interschimbabilitate totală* (completă), la care definiția prezentată se aplică fără restricții se referă la piesele sau produsele de același fel, interschimbabile indiferent de data și locul fabricației sau utilizării lor (exemplu: organe de mașini normalizate pe plan internațional, șuruburi și piulițe, rulmenți, etc.) 76, 78
- ✓ *interschimbabilitate parțială* (limitată sau incompletă), întâlnită mult mai des, este condiționată de data și locul fabricației, de perfecționările aduse produselor, condițiilor de exploatare, etc., la care definiția se aplică cu unele amendamente 5, 25 :
 - interschimbabilitate prin sortare
 - interschimbabilitate prin reglare
 - interschimbabilitate prin ajustare.

Din punct de vedere al locului de aplicație al interschimbabilității, există 5, 25, 88 :

- *interschimbabilitate exterioară*, aici se vor încadra grupe, subansamble sau ansamble care se pot înlocui reciproc
- *interschimbabilitate interioară* care se aplică pieselor care intră în componența grupelor, subansamblelor sau ansamblelor.

Se menționează că, prin realizarea interschimbabilității totale se mărește mult prețul costului de prelucrare, motiv pentru care se utilizează interschimbabilitatea parțială, fără a periclita precizia de prelucrare impusă. Costul de prelucrare poate fi realizat la valori convenabile, chiar și în cazul interschimbabilității totale, doar în cadrul producției de serie și de masă.

Acest concept se definește drept rezultat al preciziei de prelucrare [5], realizând legături cu anumite faze ale proceselor conexe: