



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



Investește în oameni !

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial pentru Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

Axa prioritară 2: Corelarea învățării pe tot parcursul vieții cu piața muncii.

Domeniul major de intervenție : 2.2: "Tranziția de la școală la o viață activă"

Titlul proiectului: "Construiește-ți inteligent din timp cariera profesională"

Contract nr. POSDRU/90/2/2.1/S/62399

INDRUMAR DE PRACTICA

TEHNOLOGIA DE FABRICATIE A ECHIPAJULUI MOBIL AL MOTOARELOR CU ARDERE INTERNA

UNIVERSITATEA POLITEHNICA BUCURESTI
FACULTATEA INGINERIE MECANICA SI MECATRONICA



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013

Tehnologia de fabricatie a echipajului mobil al motoarelor cu ardere interna

Echipajul mobil (mecanismul biela-manivela), este format din : grupul piston, biela si arborele cotit. Grupul piston este alcatuit din piston, segmenti si bolt.

1. 1. Tehnologia de fabricatie a pistonului

Materiale. Pentru a raspunde conditiilor la care este supus in timpul functionarii, materialul din care se realizeaza pistonul trebuie sa indeplineasca urmatoarele cerinte:

- rezistenta mecanica ridicata la temperatura de functionare
- duritate satisfacatoare
- densitate cat mai mica
- o buna rezistenta la uzura (proprietati antifricțiune bune)
- coeficient de dilatare redus, care sa permita un joc de montaj mic
- conductivitate termica ridicata, pentru a evacua mai bine caldura
- cost redus
- prelucrabilitate buna.

Pentru fabricarea pistoanelor se folosesc aliajele fierului si aluminiului. Ca aliaje ale fierului se utilizeaza fonta si otelul, iar ca aliaje ale aluminiului sunt cele la care elementul principal de aliere este cuprul, sau siliciul.

Semifabricatul se obtine prin turnare (fonta in nisip, iar aliajul de aluminiu in cochila) sau matritare (procedeu mai scump, dar proprietatile mecanice sunt mai bune). Semifabricatul se trateaza termic in vederea imbunatatirii calitatilor sale.

Tabelul 1– Fonte pentru pistoane

Tipuri		Nealiata	Aliata
Marci (echivalente STAS)		MAHLE (Fc250 STAS 568-82)	MAHLE
Semifabricat		Turnat in nisip	Turnat in nisip si tratat termic
Compoziti a chimica %	C	3,3...3,5	2,8...3,3
	Si	2,1...2,4	1,8...2,1
	Mn	0,5...0,75	0,6...0,95
	P	0,15	0,15
	S	0,1	0,1
	adaosuri de Ni,Cr,Mo,V Fe	- rest	la alegere rest
Rezistenta la tractiune, N/mm ² , la 20°C		175...245	245...345
Limita de curgere σ_{02} , N/mm ² , la 20°C		145...215	195...275
Alungire la 20°C, %		<1	
Duritate la 20°C, HB		200...240	250...280

Rezistența la oboseală (incovoiere), N/mm ² , la 20°C	100...135	110...155
Modul de elasticitate, N/mm ² , pe intervalul 20°...250°C	98 100...117 700	107 900...137 300
Densitate, kg/dm ³	7,3	
Conductivitate termică, W/mK, la 20°C	42,0...54,5	32,5...46
Coefficient mediu de dilatare, în 1/grad, pe intervalul 20°...200°C	(11...12)×10 ⁻⁶	

Fonta este de tip perlitic cu incluziuni fine de grafit lamelar; uneori se aliază în vederea menținerii proprietăților mecanice la temperatura ridicată. Tabelul 1 prezintă compoziția chimică și proprietățile mecanice ale unor fonte utilizate în fabricarea pistoanelor. Folosirea fontei cu grafit nodular permite atingerea unor temperaturi în zona capului pistonului de 350...400°C. Fonta cu grafit nodular are o conductivitate termică cu 20 % mai mică decât fonta cenușie.

Tabelul 2 – Proprietățile fizico-chimice ale aliajelor de aluminiu pentru pistoane

Tipuri aliaje		Eutectice		Hipereutectice			Y	
Marci (echivalente STAS)		MAHLE 124 [AlSi 12 CuMgNi] (ATC AlSi 12 CuMgNi)		MAHLE 138 [AlSi 18 CuMgNi] (ATC AlSi 18 CuMgNi)		MAHLE 244 [AlSi 25 CuMgNi]	MAHLE Y [AlCu 4 NiMg]	
Semifabricat		Turnat în cochila și tratat termic	Matritat și tratat termic	Turnat în cochila și tratat termic	Matritat și tratat termic	Turnat în cochila și tratat termic	Turnat în cochila și tratat termic	Matritat și tratat termic
Compoziție chimică %	Si	11...13		17...19		23...26	0,5	
	Cu	0,8...1,5		0,8...1,5		0,8...1,5	3,5...4,5	
	Mg	0,8...1,3		0,8...1,3		0,8...1,3	1,25...1,75	
	Ni	1,3		1,3		1,3	1,75...2,25	
	Fe	0,7		0,7		0,7	0,8	
	Ti	0,2		0,2		0,2	0,2	
	Mn	0,3		0,2		0,2	0,2	
	Zn	0,3		0,3		0,2	0,2	
	Cr	-		-		0,8	-	
	Al	rest		rest		rest	90...93	
Rezistența la tracțiune, N/mm ² , la	20°C	195...245	295...360	175...215	225...295	165...206	225...275	345...410
	150°C	175...225	245...295	165...205	205...255	155...195	215...255	295...365
	250°C	100...145	110...165	100...135	100...155	100...136	156...195	145...255
Limita de curgere σ _{0,2} , N/mm ² , la	20°C	185...225	275...335	165...195	215...255	165...195	145...175	275...315
	150°C	175...215	225...275	145...185	195...245	125...175	-	-
	250°C	70...110	90...120	80...120	100...135	90...120	-	-
Alungire la 20°C, %		0,3...1,5	1...3	0,2...1,0	0,5...1,5	0,1...0,5	0,3...1,0	5...15
Duritate, la 20°C, HB		90...125	90...125	90...125	90...125	90...125	90...125	90...125
Rezistența la oboseală (incovoiere) N/mm ² , la	20°C	80...115	110...135	80...110	90...115	70...100		
	150°C	70...100	90...115	60...90	70...110	50...80		
	250°C	50...70	60...70	40...60	50...70	40...60		
Modul de elasticitate, N/mm ² , la	20°C	78 500	79 400	81 400	82 400	88 200	76 500	77 500
	250°C	71 600	72 600	73 500	74 500	79 400	68 600	69 600

Densitate, kg/dm ³	2,70		2,68		2,65	2,80	
Conductivitate termica, W/(m×K), la 20°C	142,5...155	146,5...159	134...146,5	142,5...155	125,5...138	138...151	142,5...159
Coeficient mediu de dilatare, 1/grad, pe intervalul 20°-200°C	(20,5...21,5)×10 ⁻⁶		(18,5...19,5)×10 ⁻⁶		(17...18)×10 ⁻⁶	(23...24)×10 ⁻⁶	

La pistoanele puternic solicitate capul se executa din otel: otel cu mangan (40Mn4), otel cu crom-siliciu (X45CrSi9) sau otel crom-molibden(42CrMo4V). Capul pistonului de fonta sau otel trebuie sa aiba o duritate de cca. 30 HRC.

Aliajele pe baza de aluminiu au o densitate de 2...4 ori mai mica decat fonta sau otelul, micșorand astfel masa pistonului. In acelasi timp, costurile pentru prelucrarea mecanica a pistoanelor din aliaje de aluminiu sunt mai scazute. Dar rezistenta mecanica mai scazuta determina dimensiuni sporite pentru peretii pistonului astfel ca diferenta de greutate dintre pistoanele confectionate din cele doua materiale nu este foarte mare. Aliajul de aluminiu asigura insa o conductivitate termica mai buna si in consecinta o micșorare importanta a temperaturii in zona capului pistonului. Ca dezavantaje ale aliajelor de aluminiu citam rezistenta mecanica mai scazuta, coeficient de dilatare mai mare (Tab.2), stabilitate scazuta.

La fabricarea pistonului sunt utilizate doua categorii principale de aliaje de aluminiu:

1° - Aliaje Al-Cu, numite si duraluminiu, care au un continut ridicat de Cu (12 %). Aceste aliaje au o buna rezistenta la uzura, un foarte bun coeficient de conductivitate termica, dar densitatea aliajului este ridicata (datorita cuprului), iar coeficientul de dilatare - mare, necesitand jocuri mari de montaj.

O imbunatatire a proprietatilor se obtine micșorand continutul de Cu la 3...5 %, adaugand in schimb Ni (2...3 %). Acest aliaj al aluminiului, aliaj Y, are o rezistenta mecanica foarte ridicata, o duritate apreciabila si o buna rezistenta la uzura.

Ele se folosesc la MAC greu solicitate mecanic si termic (motoare cu camere separate de preardere si motoare supraalimentate). Au, inasa, un cost mai ridicat si se mentine dezavantajul coeficientului de dilatare mare.

2° - Aliajele pe baza de siliciu, numite si silumin, au ca element principal de aliere Si:

- hipoeutectice cu 9...11,5 % Si;
- eutectice cu 11,5...13,5 % Si;
- hipereutectice cu 13,5...26 % Si, tab.3.4, 3.5.

Pe masura ce creste continutul de siliciu, coeficientul de dilatare liniara scade, inasa se micșoreaza conductivitatea termica ceea ce obliga la ingrosarea peretilor. Prin urmare, aliajele

hipereutectice se preteaza la motoarele diesel, iar cele eutectice sunt recomandate pentru MAS. Un alt dezavantaj al procentului ridicat de siliciu il constituie prelucrabilitatea scazuta (uzura ridicata a sculelor aschietoare).

Aliajele Al-Si au bune calitati antifricțiune, duritate mare la temperaturi ridicate, o rezistenta mecanica satisfacatoare (prin adaugare de Cu si Ni rezistenta mecanica creste).

Aliajele de aluminiu obtinute prin sinterizare au o foarte buna rezistenta mecanica, comparativ cu aliajele turnate sau matritate.

Aliaje pe baza de Mg se folosesc la pistoanele motoarelor de curse datorita densitatii scazute, coeficientului de dilatare redus si rezistentei mecanice ridicate. Au insa dezavantajul unei durabilitati scazute la temperatura ridicata.

Astazi, tot mai des, in cazul motoarelor greu solícitate termic se folosesc materiale ceramice obtinute prin sinterizare. Acestea prezinta avantajul unei rezistente sporite la temperatura foarte ridicata si un coeficient de dilatare redus, Tab.3.

Astfel, prin placarea capului pistonului unui motor de autoturism cu camera separata de vartej cu titanat de aluminiu temperaturile in materialul de aluminiu din zona capului s-au redus, nemaifiind necesara racirea pistonului cu jet de ulei.

Tabelul 3 – Proprietatile unor materiale ceramice folosite la motoare

Material	Identificare	σ_B (293 K)	E	ρ	λ (1 200 K)	α	σ_B (1 200 K)
		MPa	GPa	kg/dm ³	W/(m×K)	1/K	MPa
Nitrura de siliciu	SSN	500	300	3,21	10	$3,2 \times 10^{-6}$	400
Carbura de siliciu	SSIC	450	400	3,15	40	$4,6 \times 10^{-6}$	450
Oxid de aluminiu	Al ₂ O ₃	240	360	~3,78	25	$8,0 \times 10^{-6}$	-
Oxid de zirconiu	ZrO ₂ (Mg)	600	200	~5,73	2	$9,8 \times 10^{-6}$	300
Titanat de aluminiu	ATI (Al ₂ TiO ₅)	35	13	3,2	2	$2,0 \times 10^{-6}$	25
Silicat de aluminiu si magneziu	MAS	10	12	1,0	1	$2,0 \times 10^{-6}$	10

O alta posibilitate de folosire a materialelor ceramice este sub forma de fibre scurte, obtinute prin presare, ale caror proprietati sunt redade in Tab.4.

Tabelul 4 – Proprietatile fibrelor ceramice scurte

Lungimea fibrei	μm	100...300	50...200
Diametrul fibrei	μm	1...4	0,1...0,5
Rezistenta la tractiune	MPa	2 000	5 000
Coeficient de dilatare	1/K	$7,5 \times 10^{-6}$	$4,5 \times 10^{-6}$
Conductivitate termica	W/(m×K)	30	80
Modul de elasticitate	GPa	300	500
Densitate	g/cm ³	3,3	3,2

La utilizarea fibrelor ceramice pentru imbunatatirea calitatilor materialului pistonului trebuie avute in vedere urmatoarele aspecte:

- au o rezistenta proprie ridicata;
- sa existe o compatibilitate fizica si chimica cu materialul de baza, atat in stare topita, cat si in stare solida;
- fibrele sa poata fi utilizate in forma compactizata;
- sa se preteze la o productie de serie;
- pretul fibrelor trebuie sa fie comparativ cu al materialelor metalice sau altor materiale de piston concurentiale.

Fibrele ceramice intra in componenta materialului de baza (aliaj de aluminiu) in proportie de pana la 20 %. Se constata o imbunatatire substantiala a rezistentei mecanice mai ales la temperaturi inalte. Cu aceste materiale se poate confectiona inelul pentru primul segment de compresie, muchia (marginea) camerei de ardere si chiar tot capul pistonului.

Asemănător fibrelor ceramice scurte presate, se obține durificarea prin folosirea unor elemente metalice de durificare care prin porozitatea lor asigură patrunderea topiturii de aluminiu în momentul realizării semifabricatului. Pentru execuția inelului de protecție a segmentului de foc se pot folosi spume metalice de Ni sau Ni-Cr cu o porozitate de cel puțin 90 %. Ca și în cazul presării fibrelor se obține o rezistență la uzură asemănătoare traditionalului nirezist (15...17,5 % Ni; 1,75...2,5 % Cr; 5,5...7,5 % Cu; 1,0...1,5 % Mn; 1,0...2,8 % Si; max. 3,0 % C; rest Fe).

Spuma metalică se obține pe cale galvanică prin depunere pe plăci de spuma de poliuretan acoperite în prealabil cu un strat electroconducător. După desprinderea de pe placă de poliuretan se stantează sau se roluiește, obținându-se forma dorită. Turnarea semifabricatului piston se face la presiune, în vid, aliajul de aluminiu pătrunzând în spuma metalică; după aceea semifabricatul piston este prelucrat mecanic obișnuit.

La motoarele mici, de turatie ridicata, in doi timpi, sunt incercari de folosire a materialelor din fibra de carbon (de exemplu monocilindrul Sachs-Dolmar 110-84: $V_s=43 \text{ cm}^3$, $S/D=34/40 \text{ mm}$; $P_e=2 \text{ kW}/8 \text{ 500 rpm}$; $n_{\max}=13 \text{ 500 rpm}$). Materialul din fibra de carbon prezinta avantajul unei densitati foarte mici ($\rho=1,5 \text{ g/cm}^3$) si se preteaza foarte bine la motoarele in doi timpi unde ungerea piston-cilindru este deficitara. Cum fibra de carbon este supusa unei oxidari permanente la temperatura de cca. 300°C , se acopera capul, mantaua si umarul pistonului cu un strat de 0,1 mm carbura de siliciu si, in acest fel, poate rezista la temperaturi de peste 2000°C .



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



CNDIPT
OIPOSDRU



Deformatiile pistonului din fibra de carbon sunt mult mai mici decat ale pistonului de aluminiu, iar temperaturile, desi mai mari in zona capului (390°C fata de 335°C), sunt mult mai coborate in zona mantalei ($125\ldots150^{\circ}\text{C}$ fata de $200\ldots230^{\circ}\text{C}$), aceasta datorita conductivitatii termice mult mai scazute.

Studii de aplicare a fibrei de carbon la constructia pistonului sunt in curs si la firma Mercedes-Benz; ea a obtinut un sortiment cu o rezistenta mecanica de 150 MPa. Pe langa faptul ca are o densitate situata la cca. $1/3$ din cea a aliajelor de aluminiu, fibra de carbon are si un coeficient de dilatare extrem de scazut la temperaturi ridicate (aproape de trei ori mai mica ca a aliajelor de aluminiu), permitand montarea pistonului cu jocuri foarte mici (la alezajul de 100 mm, jocul a fost redus de la 0,02 mm in cazul aliajului de aluminiu, la 0,006 mm in cazul fibrei de carbon, ceea ce a determinat micsorarea volumului piston-cilindru deasupra primului segment de la $0,65\text{ cm}^3$ la $0,2\text{ cm}^3$; in felul acesta, cantitatea de hidrocarburi nearse (HC) din zona mentionata - zona apreciata ca sursa de HC - scade aproape la jumătate.)

Pentru imbunatatirea comportarii la frecare a cuplului piston de aliaj de aluminiu-camasa de cilindru (mai ales cand blocul de cilindri este turnat din aluminiu) se recurge la acoperirea mantalei cu diverse materiale care sa retina uleiul si, astfel, sa previna uzura prematura:

- cu un strat moale de crom - piston Mahle-Cromel
- cu un strat de fier - piston KS-Ferocoat
- cu un strat de grafit (stratul de grafit se regaseste si dupa 1 000...2 000 ore de functionare chiar si atunci cand se folosesc combustibili grei)
- crearea unui strat dur si poros, de oxid de aluminiu in bai galvanice - procedeul

ELOXAL

- acoperiri cu staniu
- acoperiri cu plumb.

Au fost aplicate depuneri de straturi superficiale pe mantaua pistonului cu scopul de a diminua zgomotul din timpul functionarii motorului. Depunerile pe manta de teflon (PTFE - PoliTetraFluorEtilena) sau teflon + oxid de crom, in grosime de 0,20 mm, la pistoanele de MAS functionand in cilindri de aluminiu necromati, au redus atat frecarea piston-cilindru, cat si zgomotul functional.

Profilul pistonului nu este cilindric, deoarece in timpul functionarii apar deformatii atat datorita solicitarilor mecanice cat mai ales datorita solicitarilor termice.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



Materialul din care este realizat pistonul nu este distribuit uniform și, ca urmare dilatarile termice sunt și ele neuniforme și anume vor fi dilatare mai mari în zonele cu temperaturi mai mari și în acele zone în care este mai mult material adică în zona capului pistonului și pe direcția axei umerilor. Ca urmare a acestui fapt, pistonul are pe lungime diametre diferite iar în secțiune transversală mantaua are formă eliptică cu axa mare pe direcție perpendiculară pe axa umerilor. În fig.1 sunt prezentate câteva tipuri de profile laterale care se întâlnesc mai frecvent la pistoane și forma secțiunii transversale în zona mantalei (ovalitatea maximă este de 0,1...1,0 mm în dreptul umerilor, iar cea minimă este la marginea inferioară a mantalei de 0,05...0,1 mm).

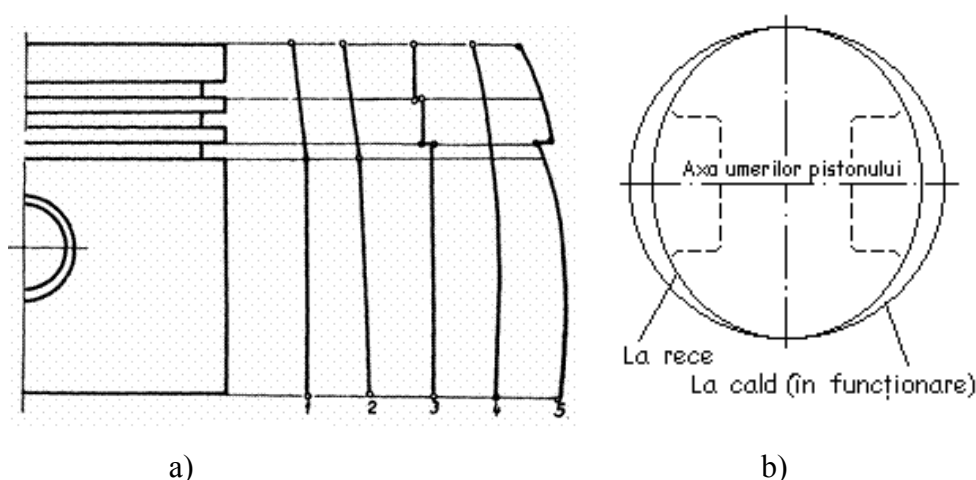


Fig.1 - Forma pistonului : a)–profilul longitudinal ; b)–profilul transversal

Semifabricatul pentru pistoane. Majoritatea pistoanelor pentru motoare sunt construite din aliaje de aluminiu, semifabricatul fiind obținut prin turnare în cochila cu mai multe miezuri, fig.2, sau prin matritare. Turnarea în cochila este procedeul cu cea mai mare utilizare, deoarece se asigură o structură cu granulație fină și caracteristici mecanice ridicate. Precizia semifabricatelor este mai înaltă, calitatea suprafețelor este mai bună, ceea ce determină micșorarea adaosurilor pentru prelucrarea mecanică și creșterea coeficientului de

utilizate a metalului (adaosul de prelucrare este de $\sim 0,8...1,2$ mm).

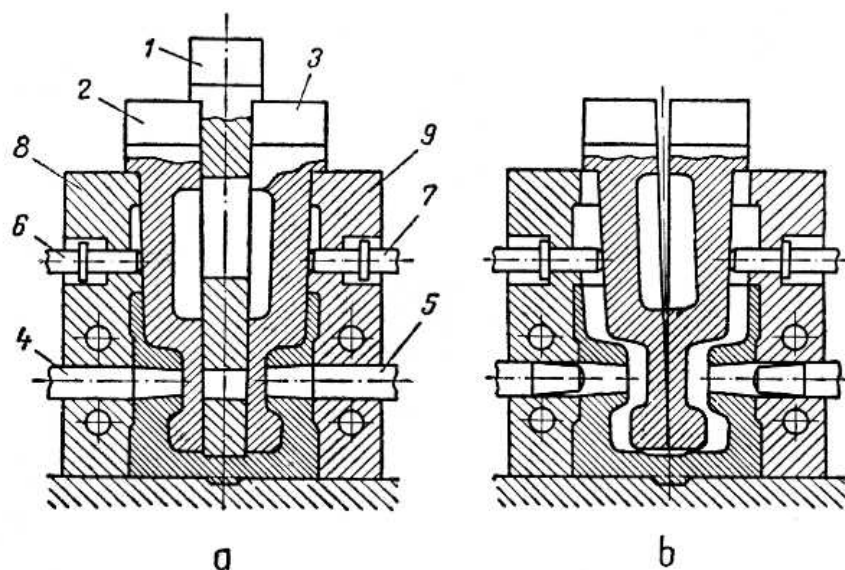


Fig.2 – Cochila pentru turnarea pistoanelor: 1-partea centrală a miezului; 2,3-partile laterale ale miezului; 4,5-miezuri pentru locul de bolt; 6,7-impingatoare; 8,9-partile exterioare ale cochilei; **a**-la turnare; **b**-dupa turnare

La pistoanele cu solicitari mari se plasează un inel din fontă cenușie, sau aliată (nirezist) pentru canalul primului segment; acest inel de protecție pentru primul segment poate fi în legătură cu un inel de protecție pentru muchia camerei de ardere din piston (ex. La motorul diesel D2156 HMN). În cazul unei fabricații de serie mare, turnarea poate fi complet automatizată.

Matritarea pistoanelor din aliaj de aluminiu asigură rezistență mai mare și uniformă a semifabricatelor față de cele turnate, însă la un cost mai ridicat. Matritarea se aplică la motoare forțate de autovehicule.

Obținerea pistoanelor prin sinterizare din pulberi metalice asigură un semifabricat de calitate, la care se aplică un număr minim de prelucrări mecanice. Se folosesc în acest scop aliaje hipereutectice cu conținut ridicat de siliciu.

Tehnologia de prelucrare mecanică. Pistonul se caracterizează prin diametrul nominal, profilul longitudinal și transversal. Profilul longitudinal are în general o formă poligonală, iar în secțiune transversală o formă eliptică, fig.30. Coordonatele unui punct sunt definite radial, în raport cu suprafața laterală cilindrică și axial prin distanța față de capul pistonului. Definit în acest mod, profilul exterior al pistonului este realizat prin prelucrări pe msini cu comandă program. Este de asemenea importantă prelucrarea alezajului pentru bolt,



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



unde se prescriu tolerante în limite foarte strânse. Un aspect particular de care trebuie să se țină seama este faptul că pistonul se caracterizează prin pereți subțiri, deci rigiditate mică.

Datorită acestor particularități, în cadrul procesului de prelucrare trebuie să se țină seama de unele cerințe de bază:

- concentricitatea conturului exterior față de conturul interior neprelucrat se poate obține fixând pistonul pe un dispozitiv cu strângere interioară cu autoreglare

condițiile de perpendicularitate dintre canalele segmentelor și suprafața cilindrică exterioară impun prelucrarea concomitentă a acestora la o singură așezare

- condiția de perpendicularitate dintre axa boltului și axa de simetrie a pistonului impune ca operațiile de prelucrare a acestor suprafețe să se execute în cadrul aceleiași prinderi.

Principalele etape ale procesului tehnologic de prelucrare mecanică a pistoanelor pentru motoare de autovehicule, fabricate în serie mare, sunt:

- alegerea și prelucrarea bazelor de așezare
- prelucrarea suprafețelor exterioare
- prelucrarea alezajului pentru bolt
- operații de găurire și frezare
- sortare pe grupe masice și dimensionale
- operații de control.

La alegerea bazelor de așezare se are în vedere că prin aplicarea forțelor de strângere să nu se provoace deformări, să permită executarea unui număr cât mai mare de operații la o singură prindere, să se asigure în urma prelucrării o grosime cât mai uniformă a peretilor, în condițiile în care suprafețele interioare nu sunt prelucrate.

Ca bază de așezare servește suprafața interioară a braului mantalei pistonului. Ca bază auxiliară servește fie gaura de centrare din adaosul lăsat pe capul pistonului, fie alezajul pentru bolt, fig.3. Prelucrarea suprafeței interioare a braului mantalei se face la o așezare pe suprafața cilindrică brută exterioară, după clasa 2 sau 3 de precizie; bataia fetei frontale față de braul interior nu trebuie să depășească 0,05...0,07 mm.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013

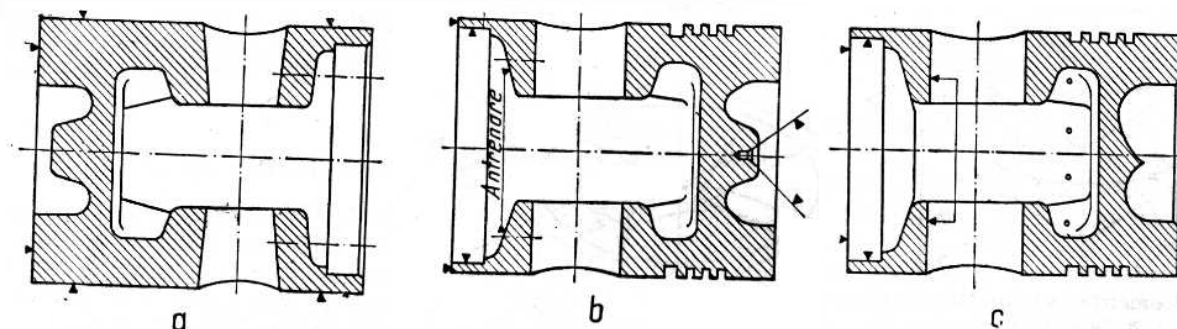


Fig.3 – Schema bazelor de asezare: a-suprafata exterioara bruta;

b-intre varfuri; c-cu bolt tehnologic

În cazul producției de serie mare, prelucrarea suprafețelor exterioare și a canalelor pentru segmenti se execută pe mașini cu mai multe axe, fig.4, permitând la o singură prindere efectuarea unui număr mare de operații.

Pentru finisarea suprafețelor exterioare se preferă strunjirea fină, cu cutite cu varf de diamant. Pentru realizarea suprafeței exterioare profilate (cu ovalitate constantă sau variabilă) se utilizează mașini speciale de strunjit. Strunjirea se face prin copiere după sablon cu cutit cu varf de diamant, în două treceri (degrosare, finisare), respectând un regim de așchiere corespunzător.

În cazul pistoanelor din aliaj de aluminiu prevăzute cu orificii pentru bolt din turnare, se execută semifinisarea și finisarea alezajului, urmată de o prelucrare fină. Prelucrarea de semifinisare constă în adâncirea simplă sau dublă, sau strunjirea interioară, urmată de alezare. Uneori la această operație se adaugă și strunjirea canalelor pentru sigurantele boltului flotant. Fixarea piesei se face pe baza de așezare în poziție verticală.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013

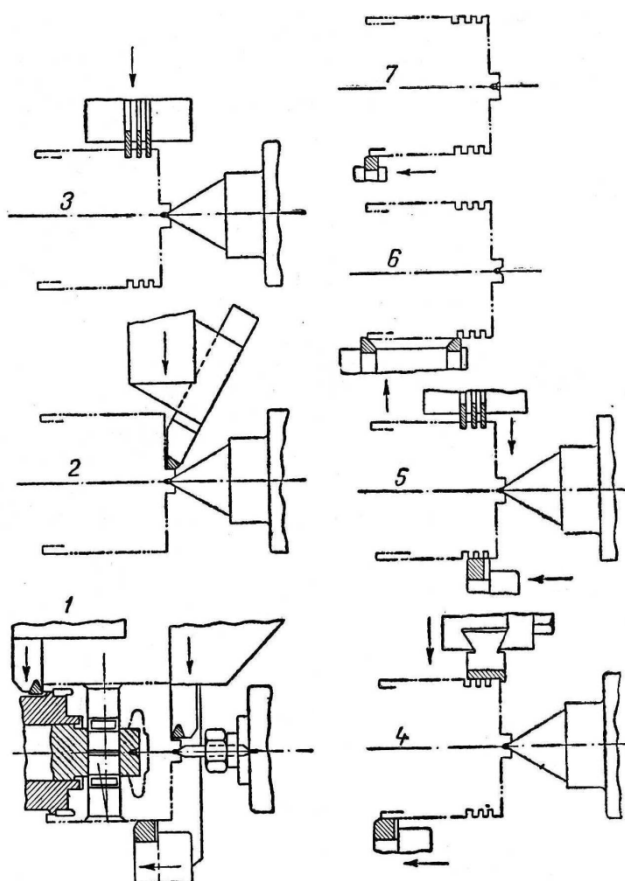


Fig.4 – Schema prelucrării exterioare a pistonului la o mașină cu mai multe axe: 1-centrarea și retezarea prealabilă a mantalei, strunjirea calotei; 2-strunjirea de finisare a calotei; 3-strunjirea de degrosare a canalelor pentru segmenti; 4-strunjirea de degrosare a mantalei și a regiunii portsegmenti; 5-finisarea regiunii portsegmenti și a canalelor; 6-strunjirea fatetelor ultimului canal și a mantalei; 7-strunjirea ovală a pistonului prin copiere.

Ca ultima trecere se execută o alezare prin strapungere, prelucrand concomitent ambele alezaje. Prelucrarea de finisare constă în strunjirea fină cu cutit cu varf de diamant, folosind mașini de alezat multiaxe. Prinderea piesei se face în dispozitive cu prisme sau pahare sectionate și brate speciale rabatabile. În anumite cazuri, pentru înlăturarea conicității, după strunjirea fină se execută o calibrare cu alezorul, sau se realizează netezirea și ecruisarea alezajului pentru bolt prin calibrare cu bile sau prin rulare cu dornuri cu role. Anumite procedee tehnologice prevăd rodarea alezajului după strunjirea de finisare, înlocuind calibrarea prin alezare și asigurând cerințe ridicate privind precizia dimensională și calitatea suprafeței.

Pentru executarea orificiilor radiale din canalele segmentilor de ungere se folosesc agregate cu mai multe posturi de lucru, amplasate pe o masă rotativă. Gaurirea se execută concomitent prin schimbarea poziției unghiulare a pistonului. Frezarea fantelor se execută la



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



masini de frezat cu destinatie generala echipate cu freze disc, subtiri sau la agregate speciale de gaurit si frezat cu mai multe posturi de lucru.

Pentru a evita perturbarea echilibrării motorului, pistoanele trebuie să aibă aceeași grupă masică. Aducerea pistoanelor în aceeași grupă masică se obține prin îndepărtarea surplusului de material prin strunjirea braului interior, determinat printr-o cântărire prealabilă. În cazul turnării de precizie a semifabricatului se renunță la îndepărtarea surplusului de material și se recurge numai la sortarea pe grupe masice.

În cursul procesului de fabricare a pistoanelor se prevăd operații de control intermediar și control final. Controlul final se efectuează în încăperi cu temperatură constantă, utilizând aparate și dispozitive cu posibilitatea măsurării simultane a mai multor parametri.

Controlul vizual constă într-o examinare privind defectele superficiale (nu se admit crapături, sufluri, adăncituri, rizuri, bavuri etc.).

Controlul dimensional constă în: controlul suprafeței exterioare și sortarea pe grupe de dimensiuni marcate pe culori; controlul alezajului pentru bolt și sortarea pe grupe de dimensiuni cu marcă pe culori; controlul diametrelor, lății și amplasării canalelor pentru segmenti, precum și a bătăii suprafețelor frontale ale canalelor; controlul masei pistonului și sortarea pe grupe masice cu marcă pe culori.

În fig.5 se prezintă desenul de execuție al unui piston de motor diesel cu injecție directă, iar în tabelul 5 se prezintă succesiunea principalelor operații de prelucrare mecanică a unui piston de motor cu aprindere prin comprimare.



UNIUNEA EUROPEANĂ



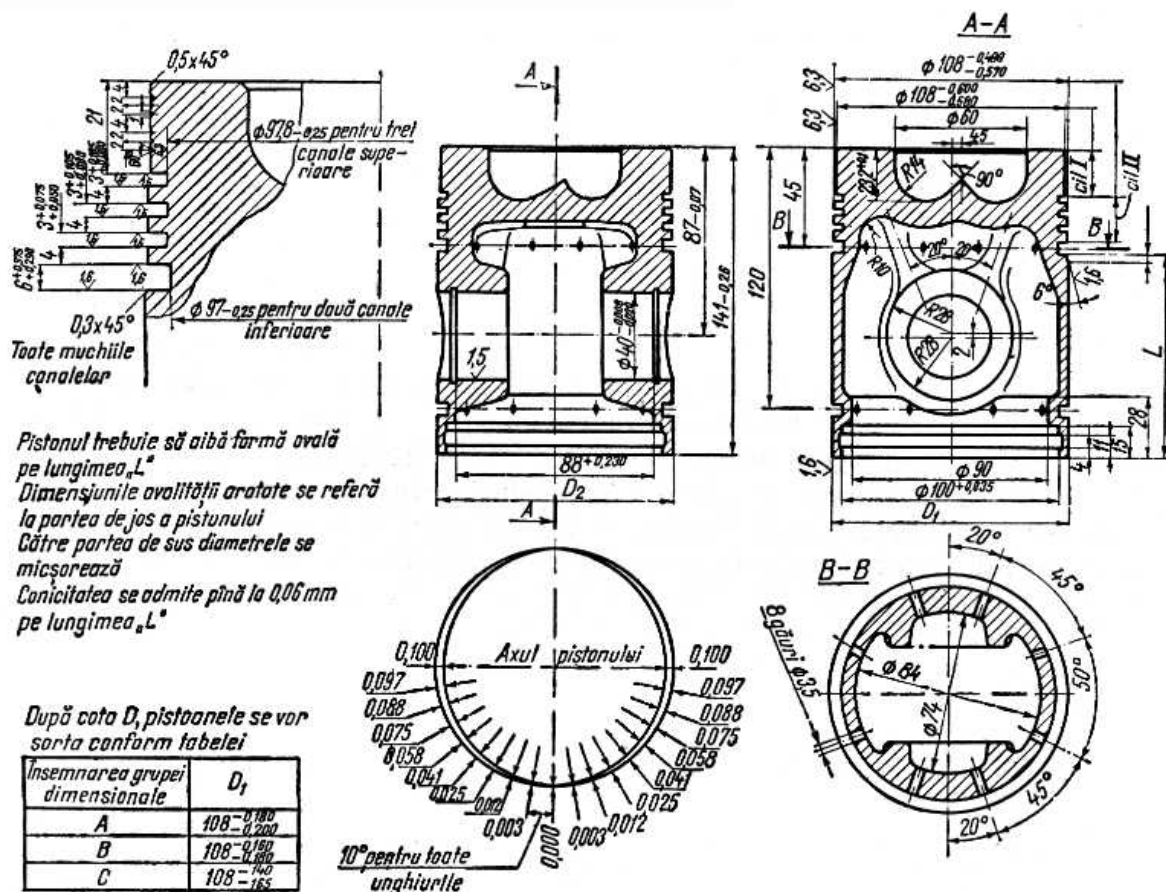
GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



1. Aboterea de la perpendicularitate a axei găurii pentru axul pistonului și axei suprafeței exterioare cel mult 0,035 mm pe lungimea de 100 mm
2. Axa găurilor pentru axul pistonului trebuie să se întretaie cu axa verticală a pistonului. Se admite deplasarea axelor până la 0,25 mm
3. Ovalitatea și conicitatea găurilor pentru axul pistonului să fie în limitele 0,008 mm
4. Bătăia maximă a suprafeței de sus a pistonului față de axa suprafeței exterioare a pistonului 0,08 mm pe punctele extreme
5. Bătăia maximă a suprafețelor cilindrice I și II față de axa suprafeței exterioare a pistonului 0,1 mm
6. Pistoanele se casitoresc chimic. Grosimea stratului de acoperire 0,003-0,005 mm. Suprafețele casitate trebuie să fie uniforme, de o nuanță deschisă și să nu prezinte aspecte poroase. Stratul de casilor nu trebuie să se desprindă de pe metalul de bază
7. Bătăia maximă a suprafețelor frontale ale canalelor pentru segmenti față de axa suprafeței exterioare a pistonului 0,05 mm

Fig.5 - Desenul de execuție al unui piston de motor diesel cu injecție directă

Tabelul 5-Succesiunea principalelor operații de prelucrare mecanică a unui piston de motor diesel [5]

Nr.	Denumirea operației	Masina unalta
1	Strunjirea suprafeței cilindrice exterioare, concomitent cu prelucrarea bazei de așezare	Agregat special
2	Adancirea, semifinisarea și finisarea alezajelor pentru bolt	Agregat bilateral orizontal
3	Strunjirea profilului suprafeței exterioare (degrosare și semifinisare), concomitent cu strunjirea canalelor pentru segmenti	Agregat special

4	Burghierea orificiilor din canalele pentru segmentii de ungere	Agregat special
5	Strunjirea profilului calotei	Strung echipat special
6	Strunjirea fină a profilului suprafeței exterioare	Strung echipat special
7	Strunjirea fină a alezajului pentru bolt	Agregat special
8	Ajustare masică	Utilaj adecvat
9	Stanare	Instalație de stanat
10	Sortare, marcarea	Banc de lucru
11	Control final	Masa de control

1.2. Tehnologia de fabricație a boltului pistonului

Materiale. Boltul pistonului, este piesa prin intermediul căreia se realizează articulația dintre piston și biela la motoarele fără cap de cruce.

Pentru fabricarea boltului se folosesc oțeluri de cementare. Semifabricatele sunt bare tubulare sau bare laminate sau forjate. Datorită solicitărilor mari la care este supus, boltul se confecționează din oțeluri carbon de calitate și oțeluri speciale, puternic aliate cu Cr, Ni, Va. Prin cementare pe întreaga lungime și adâncimea de 0.5-1.5 mm, urmată de calire, duritatea suprafeței exterioare ajunge la 58-62 HRC. În miez, duritatea se limitează la 35-44 HRC. În final se execută tratamentul de revenire pentru stabilizarea structurii. Pentru oțelurile de calitate cu conținutul de carbon cuprins între 0.45...0.55% se aplică tratamentul de calire prin CIF, mai ieftin decât cementarea, pe adâncimea de 1...1.5 mm. În tabelul 6 se prezintă unele proprietăți ale materialelor pentru bolt.

Ținând seama de solicitările tot mai mari la care este supus boltul, presiunea maximă din cilindrul motorului de autoturism și autocamion apropiindu-se de 200 bari, se adoptă materiale cu proprietăți mecanice îmbunătățite (materiale ceramice) și chiar cu densitate redusă pentru micșorarea masei (titan sau aluminat de titan), tab.7. Oțelul de nitrurare propus suportă încărcări cu 10...20% mai mari decât cele de calire. El mai are și avantajul că suprafața nitrurată are o rezistență la uzură mai mare. Oțelurile nu vor fi înlocuite curând la motoarele de serie de materialele ceramice (au duritate redusă) sau de cele ușoare și foarte rezistente ca aluminatul de titan (deformații mai mari, costuri ridicate).

Tabelul 6 - Proprietati fizico-chimice ale oțelurilor pentru confectionarea boltului

Marca	Compozitia chimica				Rezistenta	Utilizare
	C	Mn	S/P max	Alte elemente de alier	la rupere la tractiune σ_{rt} , [N/mm2]	
STAS						
Oteluri carbon de calitate (STAS 880-80)						
OLC 15	0,12...0,19	0,25...0,50	$\frac{0,045}{0,040}$	-	750...900	Bolturi cu solicitare medie
OLC 20	0,17...0,24	0,35...0,65		-	500...650	
OLC 45	0,42...0,50	0,50...0,80	-	-	620...660	
OLC 60	0,57...0,65	0,50...0,80	$\frac{0,035}{0,035}$	-	710...750	
Oteluri aliate (STAS 791-80)						
15Cr08	0,12...0,18	0,4...0,7	$\frac{0,035}{0,035}$	0,7...1,0 Cr	800...1050	Bolturi greu solicitate
18MnCr10	0,15...0,22	0,9...1,2		0,9...1,2 Cr	900...1200	
13CrNi30	0,09...0,16	0,3...0,6		0,6...1,9 Cr 2,75...3,15 Ni	1000...1350	
20MoNi35	0,18...0,23	0,4...0,7		0,2...0,3 Mo 3,23...3,75 Ni	1200...1550	



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013CNDIPT
OIPOSDRU

ACADEMIA ROMÂNĂ

Tabelul 7- Proprietatile unor materiale noi folosite de firma Mahle pentru confectionarea boltului

Materialul	Otel de calire	Otel de calire	Otel de nitrurare	Aluminat de titan	Material ceramic
	17Cr3	16MnCr5	31CrMoV9	TiAl	Si ₃ N ₄
Densitate, ρ , g/cm ³	7,8	78	7,8	3,9	3,2
Modulul de elasticitate E, GPa	210	210	210	167	300
Coeficientul de dilatare, α , K ⁻¹	$13,1 \cdot 10^{-6}$	$13,1 \cdot 10^{-6}$	$13,0 \cdot 10^{-6}$	$11,4 \cdot 10^{-6}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$
Rezistenta minima la tractiune*, σ_{rt} , N/mm ²	850	900	1.000	850- 1.000	1.220
Limita de curgere (elasticitate), σ_{02} , N/mm ²	750	810	900	800- 1.000	-
Rezistenta la oboseala, σ_{-1} , N/mm ²	400	450	500	450-550	380 (min.220)
Rezistenta specifica la oboseala, σ_{-1}/ρ , %	100	120	125	250	230
Rigiditatea specifica, E/ρ , %	100	100	102	160	350

*la o grosime a peretelui de 5-10 mm

Aspecte tehnologice

Conditii tehnice. Pentru asigurarea jocurilor impuse de functionare, boltul trebuie realizat cu tolerante mici: 2,5...3,0 μ m pentru MAS si 5,0...8,0 μ m pentru MAC. Pentru incadrarea in aceste tolerante, bolturile se prelucraza in clasa 1 de precizie, dupa care se sorteaza pe grupe dimensionale. Tabelul 8 prezinta sortarea boltului pe grupe dimensionale si imperecherea lui cu pistonul si biela.

Grupa	Culoarea	Bolt	Piston	Biela
1	Rosu	$25^{+0,003}_0$	$25^{+0,009}_{+0,006}$	$25^{+0,008}_{+0,005}$
2	Alb	$25^0_{-0,003}$	$25^{+0,006}_{+0,003}$	$25^{+0,005}_{+0,002}$
3	Negru	$25^{-0,003}_{-0,006}$	$25^{+0,003}_0$	$25^{+0,002}_{-0,001}$

- grosimea peretelui se executa cu o abatere de cel mult 0,6 mm;
- abaterea de cilindricitate 2,5...3,0 μm ;
- rugozitatea suprafetei exterioare 0,2...0,4, iar a celei interioare 3,2...6,3.

In figura 9 este prezentat desenul de executie al unui bolt.

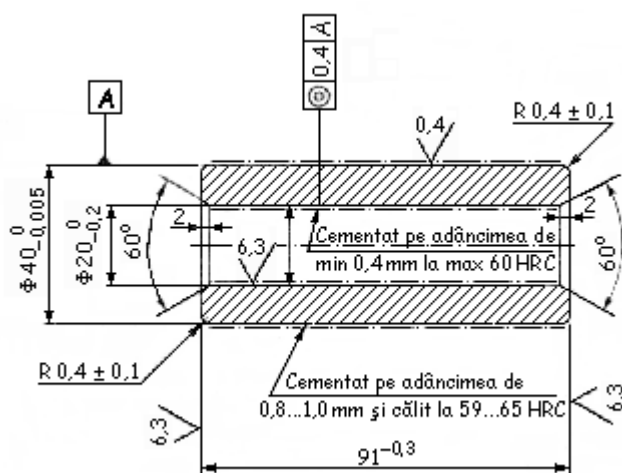


Fig.9 – Desenul de executie al boltului

Semifabricat. Tratamente termice. Ca semifabricat se folosesc bare tubulare, sau bare laminate ori forjate. Bolturile sunt supuse unui tratament de cementare (in bai de saruri, in praf de carbune sau cu gaz), urmat de calire (se asigura la exterior o duritate 58...62 HRC, iar pentru miez 38...44 HRC) si revenire (se asigura stabilizarea structurii). In urma cementarii la exterior si la interior rezistenta boltului creste cu 15...20%.



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013CNDIPT
OIPOSDRU

Un alt tratament aplicat boltului este nitrurarea care are avantajul ca se aplica la o temperatura mai scazuta de cat cementarea, neafectandu-l dimensional; rezistenta boltului creste cu 35...45%. Daca pe suprafata exterioara sunt rizuri, rezistenta boltului scade la jumatate.

In tabelul 9 se prezinta succesiunea principalelor operatii de prelucrare mecanica a unui bolt, semifabricatul fiind o bara rotunda/

Tabelul 9 - Succesiunea principalelor operatii de prelucrare mecanica a boltului pistonului [5]

Nr.	Denumirea operatiei	Masina unealta
1	Gaurire	Masina automata
2	Alezare	Masina automata
3	Frezare	Masina de frezat
4	Spalare	Masina de spalare
5	Rectificare	Masina de rectificat
6	Spalare	Masina de spalare
	Cementare	Cuptor de cementare
7	Calire-revenire	Instalatie specializata
8	Rectificare fina	Masina de rectificat
9	Rodare	Instalatie specializata
10	Control	Masa
11	Sortare, conservare	Baie de conservare
12	Ambalare	Masa

1.3. Tehnologia de fabricatie a segmentilor

Materiale. Cerintele pe care trebuie sa le indeplineasca materialele pentru segmenti sunt:

- bune calitati de frecare;
- sa-si pastreze elasticitatea in timp si la temperatura ridicata (buna termostabilitate);
- sa aiba o rezistenta mecanica ridicata;
- sa aiba o duritate suficienta pentru a rezista la uzura si pentru ca muchiile sa nu se rupa;
- sa aiba o buna rezistenta la coroziune.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



Ca materiale sunt utilizate:

- fonta cu structura perlitica fina;
- fonta cu grafit nodular;
- fonta aliata cu Cr, Mo, Ni, Ti, V;
- otelul;
- pulberi metalice sinterizate.

Pentru o rezistenta mecanica si o duritate superioare structura fontei trebuie sa fie omogena. Carbonul se prezinta in compozitia materialului sub forma libera (grafitul in lamele subtiri) si sub forma combinata. O proportie grafit/carbon legat ridicata imbunatateste calitatile anitfrictiune si antigripante, dar micsoreaza rezistenta mecanica si modulul de elasticitate. Cresterea cantitatii de carbon legat imbunatateste comportarea la uzura. Siliciul este cel ce asigura reglarea acestei proportii. Nu se admit incluziuni mari de grafit deoarece dislocarea lor duce la goluri in material – goluri cu muchii ascutite, muchii ce se rup si actioneaza ca un abraziv.

In cazul turnarii individuale, fontele pentru segmenti au o compozitie hipereutectica cu 3,1–4,2 % C, 2,2–3,2 % Si (3,5–5,5 % in cazul fontelor cu valori mari ale rezistentelor mecanica si la uzura) si 0,5–1,2 % Mn. Desi nu este dorit din punct de vedere al fragilitatii pe care o imprima materialului, fosforul se adauga, totusi, fontelor pentru segmenti (cel mult 0,7%) pentru a mari rezistenta la uzura, deoarece fosfura de fier asigura aderarea mai buna a uleiului.

In privinta duritatii materialului cerintele sunt antagoniste:

- din punct de vedere al cilindrului, segmentul sa fie moale ca uzura cilindrului sa fie cat mai mica;
- din punct de vedere al segmentului, duritatea lui sa fie cat mai ridicata pentru ca forma sa sa se modifice cat mai putin (uzura lui duce la modificarea presiunii pe circumferinta). Duritatea mare a segmentului este ceruta si pentru ca muchiile lui sa nu se rupa si sa actioneze, in consecinta, ca un abraziv.

Duritate ridicata se obtine la segmentii turnati individual unde viteza de racire este mare. Alierea cu crom asigura o structura omogena si o marire a stabilitatii elastice, atat in timp cat si la temperatura ridicata; de asemenea imbunatateste proprietatile mecanice ale



fontelor pentru segmenti (realizeaza o rezistenta de rupere la incovoiere mare in conditii de temperatura ridicata).

Pentru o structura omogena temperatura de turnare nu trebuie sa fie mai mica de 1400°C.

Alte elemente de aliere, Mo, V, Ni, Ti, imbunatatesc proprietatile fontelor pentru segmenti – termostabilitatea, rezistenta mecanica (la oboseala, la uzura).

Proprietatile mecanice ale fontelor pentru segmenti (rezistenta la rupere, modulul de elasticitate) depind foarte mult si de sectiunea segmentului;cu cat sectiunea segmentului creste scade rezistenta mecanica si modulul de elasticitate.

Segmentii realizati din pulberi metalice sinterizate au o rezistenta la uzura si un modul de elasticitate superioare fontelor, dar au o termostabilitate inferioara acestora.

Materialele din tabelele 10 (fonte) si 11 (oteluri) sunt recomandate de:

- firma germana GOETZE pentru constructia segmentilor conform specificatiilor standardelor germane DIN 70909, DIN 34109 (si normelor interne ale firmei GOETZE),
- american SAE 9254 si
- standardelor internationale ISO 6622 – 6625;

in tabele sunt precizate si proprietatile lor fizico-mecanice.

Standardizarea ISO (ISO 6621-3) imparte materialele pentru segmenti in clase si subclase in vederea codificarii segmentilor, tab.12. Tabelul 10 - Proprietatile fizico-mecanice ale fontelor folosite pentru segmenti, dupa GOETZE

Marimea		Materialul									
		Standard	IKA	F12	F13	F14	F15	KV 1	KV 4	KF 6	LP 7
Utilizare		Segmenti pentru D<200 mm	Segmenti cu σ_t mare, D<150 mm ¹⁾	Segment cu E mare, D<150 mm	Segmenti cu σ_t ⁵⁾ mare, D<130 mm ²⁾	Segmenti cu σ_t , σ_{uzura} ⁶⁾ ↑, D<130 mm ³⁾	Segmenti cu σ_t bun, D<70 mm	Segmenti cu \square_t mare, D<200 mm	Segmenti cu σ_t bun, duritate ↑ D<200 mm	Segmenti ungere, σ_t bun, D<200 mm	Segmenti cu σ_t bun, D<200 mm
Compozitie chimica %	C	3,5 – 3,9	3,1 – 3,7 ¹⁾	3,0 – 3,8	2,4 – 3,2 ²⁾	2,5 – 3,3 ³⁾	1,7 – 2,3	3,7 – 4,2	3,7 – 4,2	2,5 – 3,8	3,0 – 3,7
	P	0,3 – 0,6	max. 0,7 ¹⁾	0,1 – 0,5	max. 0,35	max. 0,35	max. 0,2	max. 0,3	max. 0,3	max. 0,3	max. 0,4
	Cu	max. 0,5	0,7 – 1,3	0,7 – 1,3	0,2 – 0,5	0,5 – 1,0 ³⁾	max. 0,5	-	-	max. 1,0	max. 0,5
	Si	2,4 – 3,1	2,3 – 3,1	2,2 – 3,2	3,6 – 4,6	3,6 – 4,6	3,8 – 4,5	2,4 – 3,2	2,4 – 3,2	4,2 – 5,5	1,5 – 2,3
	S	max. 0,15	max. 0,1	max. 0,1	max. 0,15	max. 0,15	max. 0,15	max. 0,05	max. 0,05	max. 0,1	max. 0,15
	Mn	0,5 – 0,9	0,5 – 0,8	0,5 – 0,8	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2	max. 0,5	max. 0,5	max. 0,5	0,5 – 1,0
	Cr	max. 0,4	0,3 – 0,7	0,3 – 0,8	0,2 – 0,6	0,2 – 0,6	max. 0,5	max. 0,2	max. 0,2	max. 0,3	0,2 – 0,7
	V	-	max. 0,3	max. 0,25	0,1 – 0,3	0,3 – 0,7	max. 0,3	-	-	-	-
	Ni	-	0,4 – 0,9	0,3 – 1,0	max. 0,3	0,5 – 1,0	max. 0,3	-	-	-	-
	Mo	-	0,7 – 1,2	0,5 – 1,2	0,2 – 0,5	0,5 – 1,0	max. 0,5	-	-	-	max. 0,5
	Nb	-	-	-	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	-	-	-	-	-
	W	-	-	-	0,2 – 0,5	0,8 – 1,2	-	-	-	-	-
Structura	Grafite	Lamelar uniform distribuit	Lamelar fin	Lamelar fin	Lamelar fin-aspect punctiform	Lamelar fin-aspect punctiform	Sub forma sferica sau vermiculara	Aproximativ de forma sferica	Aproximativ de forma sferica	Sub forma sferica sau vermiculara	Lamelar uniform distribuit
					-	-	max. 0,1	max. 0,1	max. 0,1	max. 0,1	-



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013CNDIPT
OIPOSDRUAsociația
Oțelului
ROMÂNIA

	Materialul de baza	Perlita, Ferita<5%	Aliat	Aliat	Aliat, distribuire uniforma a carbonului separat	Aliat, distribuire uniforma a carbonului separat	Aliat, carbonul separat fiind admis	Aliat, carbonul separat fiind admis	Aliat, carbonul separat fiind admis	Ferita sili- cioasa, per-lita <40%, carbon se-parat admis	Perlita, Ferita<5%
	Eutectic fosforos	Retea	Retea	Retea	Punctiform pana la retea	Punctiform pana la retea	-	-	-	-	Retea
Proprietati mecanice	Duritate, HB	210 – 290	340 – 440	320 – 340	340 – 460	350 – 470	400 – 520HV	310 – 430	390 – 470	230 – 330	200 – 280
	σ_t ⁴⁾ , N/mm ²	min. 350	min. 500	min. 450	min. 750	min. 650	min. 1200	min. 1300	min. 1300	min. 1100	min. 420
Coeficient de dilatare liniara, α , 10 ⁻⁶ /K	E ⁷⁾ , N/mm ²	85 – 115 ⁸⁾	100 – 130 ⁸⁾	100 – 130 ⁸⁾	130 – 160 ⁸⁾	130 – 160 ⁸⁾	165 – 195 ⁸⁾	min. 150 ⁸⁾	min. 150 ⁸⁾	min. 150 ⁸⁾	90 – 120 ⁸⁾
	20 – 100°C	11,1	11,6	11,6	-	-	-	10,0	10,0	-	-
	20 – 200°C	11,4	11,9	11,9	-	-	-	-	-	-	-
	20 – 300°C	11,6	12,2	12,2	-	-	-	-	-	-	-
	20 – 400°C	11,9	12,6	12,6	-	-	-	-	-	-	-
	20 – 500°C	12,2	13,0	13,0	-	-	-	-	-	-	-
	20 – 600°C	12,5	13,2	13,2	-	-	-	-	-	-	-
Densitate, ρ , g/cm ³		7,3	7,35	7,35	-	-	-	7,3	7,3	-	-

¹⁾ 150<D<350mm si C=2,9-3,5; P max.0,4;²⁾ 130<D<350mm si C=2,0-3,0;³⁾ 130<D<350mm si C=2,0-3,0;

Cu=0,2-0,5;⁴⁾ σ_t – rezistența la încovoiere;

⁵⁾ σ_r – rezistența la rupere;⁶⁾ σ_{uzura} – rezistența la uzură;⁷⁾ E – modulul de elasticitate; ⁸⁾ $\times 10^3$

Tabelul 11 - Proprietățile fizico-mecanice ale oțelurilor folosite pentru segmenti, după GOETZE

Marimea		Materialul								
		X65CrMo14	67SiCr5	10CrMoV18	OL 1 ⁵⁾	X12CrNi17	OL 2 ⁵⁾	OL S ⁵⁾	OL C 75 ⁵⁾	S 6-5-2
Utilizarea		Segment din otel nitro- carburat	Segment din otel	Segment din otel	Pentru arc expandor segment de ungere	Stift imbina- re pentru arc expandor	Lamele otel pentru segmenti de ungere	Arc expandor cu durabilitate ↑ la caldura	Banda de otel pentru arc segment ungere	Segment cu rezistența ↑ la caldura
Compozitia Chimica %	C	0,50 – 0,75	0,62 – 0,72	0,80 – 0,95	0,6 – 0,7	max. 0,12	0,65 – 0,75	0,50 – 0,60	0,70 – 0,85	0,70 – 0,85
	P	max. 0,045	max. 0,035	max. 0,04	≤ 0,03	max. 0,045	-	≤ 0,03	≤ 0,045	≤ 0,045
	V	max. 0,1	-	0,08 – 0,15	-	-	-	-	-	-
	Si	max. 1,0	1,20 – 1,40	0,35 – 0,50	0,2 – 0,3	max. 1,50	0,2 – 0,3	1,20 – 1,65	0,15 – 0,35	0,15 – 0,35
	S	max. 0,03	max. 0,035	max. 0,04	≤ 0,02	max. 0,03	-	≤ 0,025	≤ 0,045	≤ 0,045
	Mo	0,1 – 0,6	-	1,0 – 1,25	-	max. 0,80	-	-	-	-
	Mn	max. 1,0	0,4 – 0,6	0,25 – 0,55	0,5 – 0,9	max. 2,0	0,4 – 0,5	0,50 – 0,80	0,35 – 0,70	0,35 – 0,70
	Cr	11,0 – 15,0	0,4 – 0,6	17,0 – 18,5	-	16,0 – 18,0	-	0,50 – 0,80	-	-
	Ni	-	-	-	-	6,0 – 9,0	-	-	-	-
	Cu	-	-	-	≤ 0,06	-	-	-	-	-
	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Structura (aspect)		Aliata cu C uniform distribuit	Aliata	Aliata cu C uniform distribuit	Aliata	Predominant austenitica	Aliata	Aliata	Aliata	Aliata
Proprietatile mecanice	Duritate	300 – 400 ³⁾	47 – 53 ⁴⁾	38 – 44 ⁴⁾	-	-	480 – 550 ³⁾	-	500 – 600 ³⁾	500 – 600 ³⁾
	σ_t ¹⁾ , N/mm ²				1,80-1,95 ^{6),8)}	-	1,6 – 1,8 ⁸⁾	1,8 – 2,0 ^{7),8)}	-	-
	E ²⁾ , N/mm ²	cca. 210 ⁸⁾	cca. 206 ⁸⁾	230 ⁸⁾	cca. 200 ⁸⁾	cca. 185 ⁸⁾	cca. 210 ⁸⁾	cca. 210 ⁸⁾	cca. 210 ⁸⁾	cca. 210 ⁸⁾
Coeficientul de dilatare liniara, α , 10 ⁻⁶ /K	20 – 100°C	10,5	-	10,5	-	-	-	-	-	-
	20 – 200°C	11,0	-	11,0	-	-	-	-	-	-
	20 – 300°C	11,0	-	11,0	-	-	-	-	-	-
	20 – 400°C	11,5	-	11,5	-	-	-	-	-	-
	20 – 500°C	12,0	-	12,0	-	-	-	-	-	-
Densitatea, ρ , g/cm ³		7,7	7,8	7,7	7,85	7,9	-	7,85	-	-

¹⁾ σ_r rezistența la rupere; ²⁾ modulul de elasticitate; ³⁾ HV 5; ⁴⁾ HRC; ⁵⁾ otel de arc; ⁶⁾ pentru sarma $\varnothing < 1$ mm; ⁷⁾ limita de întindere = $0,9 \times \sigma_t$; ⁸⁾ $\times 10^3$



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013CNDIPT
OIPOSDRU

Tabelul 12 – Clasele și subclasele materialelor pentru segmenti după ISO

Clasa	Subclasa	Materialul	Proprietăți mecanice			
			Modulul de elasticitate	Rezistența minimă la încovoiere	Duritatea minimă	Observații
			N/mm ²	N/mm ²		
10	11	Fonta cenusie	90 000	300	93HRB	Netratată
	12		100 000	350	95HRB	
20	21	Fonta cenusie	115 000	450	23HRC	Tratată
	22		115 000	450	28HRC	
	23		115 000	450	40HRC	
	24		115 000	500	32HRC	
	25		130 000	650	37HRC	
30	31	Fonta cenusie de cementare	145 000	550	25HRC	Tratată perlitic
	32			500	30HRC	Tratată mertensitic
40	41	Fonta maleabilă	160 000	600	95HRB	Tratată perlitic
	42			600	22HRC	Tratată mertensitic
	43			600	30HRC	Tratată mertensitic
	44			1000	27HRC	Tratată cementare
50	51	Fonta cu grafit nodular	160 000	1100	23HRC	Tratată mertensitic
	52			1300	23HRC	Tratată mertensitic
	53			1300	28HRC	Tratată mertensitic
	54			1300	95HRB	Perlitică
	55			–	97HRB	Feritică
60	61	Oțel	200 000	–	38HRC	Aliaț CrMoV
	62				40HRC	Aliaț CrSi
	63				48HRC	Aliaț CrSi

Durabilitatea segmentilor poate fi marită prin acoperirea lor cu straturi superficiale metalice. Astfel, prin acoperire cu straturi superficiale moi, care au o funcție antigripantă se îmbunătățesc condițiile de rodaj și se micșorează forța de frecare. Ca metale de acoperire se folosesc St, Pb, Cd, stratul de acoperire fiind de 5..10 μm. Protecția segmentului la uzura corosivă se asigură prin acoperire cu un strat superficial de fosfor, pe o grosime mai mare pentru a se menține pe toată durata funcționării. Prin acoperirea cu straturi superficiale dure cu ajutorul jetului de plasmă în mediu de Ar-H₂ sau N₂-H₂ la 10000-15000⁰ C, se mărește rezistența la uzura. Cromarea poroasă a segmentului – acoperirea cu un strat de Cr pe o adâncime de 60-170 μm cu o structură poroasă (adâncimea porilor 3-5 μm) asigură reduce uzura segmentului de 2-5 ori. Cromarea se aplică de regulă primului segment de compresie datorită condițiilor sale de lucru. Deoarece segmentii cromati se rozează greu, pot fi acoperiți cu un strat moale St sau Pb. La motoarele de automobil se utilizează frecvent și acoperirea cu molibden prin metalizare. Oxizii formați în strat asigură o duritate mai ridicată decât a molibdenului necombinat. Pentru solidarizarea acoperirilor dure cu materialul segmentului se introduc straturi intermediare de aliaj Ni-Al.

Semifabricatul se obține prin turnare individuală (pentru segmenti de producție în serie mare) sau prin turnare în buca (pentru segmentii de dimensiuni mari de producție în serie mică).



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



În tabelul 13 se prezintă succesiunea principalelor operații de prelucrare mecanică a unui segment iar în fig. 10 este prezentat desenul de execuție al unui segment de compresie.

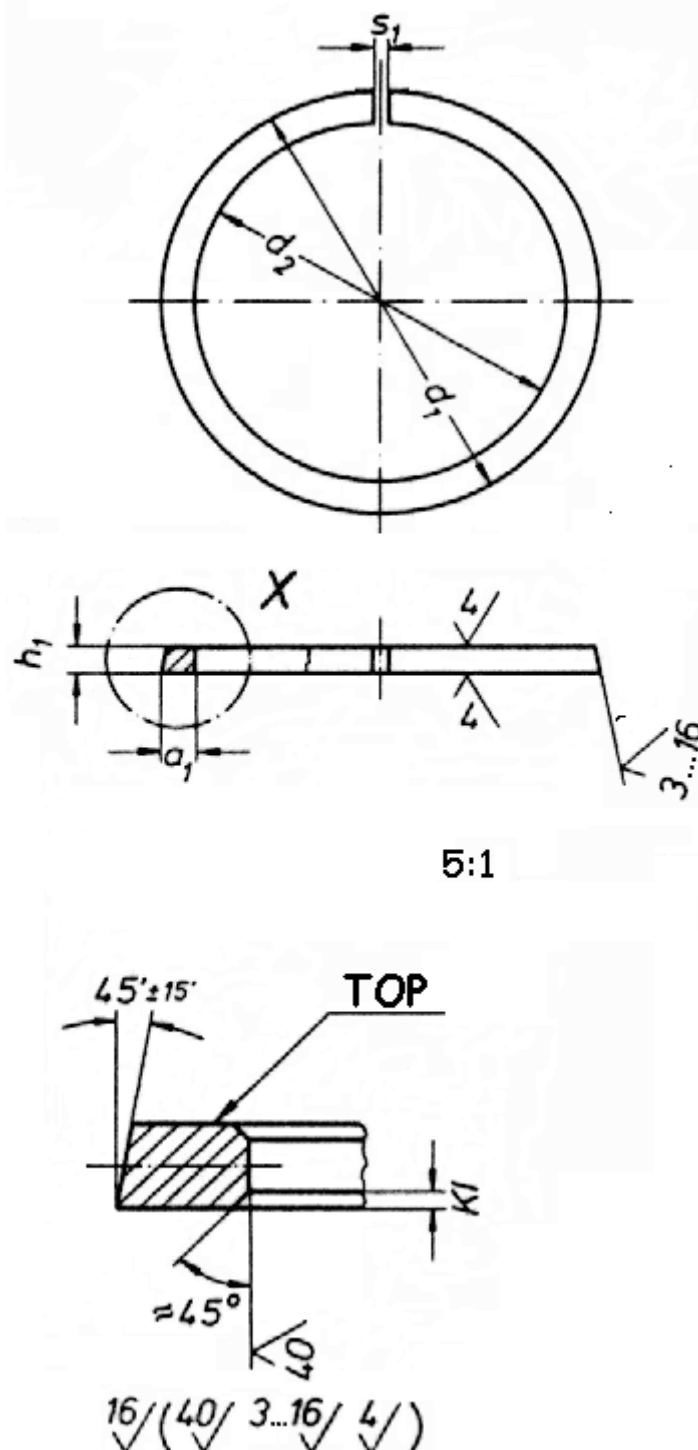


Fig. 10 Desenul de execuție al unui segment de compresie

Tabelul 13 - Succesiunea principalelor operații de prelucrare mecanică a segmentului [5]

Nr.	Denumirea operației	Masina unealta
-----	---------------------	----------------



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



1	Rectificare de degrosare a suprafetelor plane	Masina speciala de rectificat
2	Rectificare de semifinisare si finisare a suprafetelor plane	Masina speciala de rectificat
3	Curatire, control, spalare	Baie
4	Formarea de pachete	Masa
5	Strunjirea de forma a suprafetelor interioare si exterioare	Strung de copiat
6	Taierea fantei	Masina speciala de frezat
7	Control, sortare	Masa
8	Calibrare fanta	Masina speciala de frezat
9	Taierea muchiilor	Masina speciala
10	Strunjire exterioara fina	Strung special
11	Calibrare fanta	Masina speciala de frezat
12	Rectificare fina a suprafetelor plane	Masina speciala de rectificat
13	Strunjirea canalelor colectoare frezarea orificiilor pentru evacuarea uleiului (numai pentru segmentul de ungere	Strung special
14	Frezarea orificiilor pentru evacuarea uleiului(numai pentru segmentul de ungere	Masina speciala de frezat
15	Control intermediar	Masa
16	Acoperire superficiala	Baie
17	Sortare, conservare	Baie de conservare
18	Impachetare	Masa

1.4. Tehnologia de fabricatie a bieiei

Materiale. Materiale folosite :

- ✓ Pentru biela :
 - ❖ Oteluri carbon de calitate sau aliate, tabelul 14
 - ❖ Fonta cu grafit sferoidal
 - ❖ Aluminiu
- ✓ Pentru bucsa piciorului bieiei – materiale cu bune calitati antifricțiune si de uzura, tabelul 15
- ✓ Pentru cuzineti : carcasa din otel sau din bronz placata cu materiale antifricțiune (vezi tabelele 17 si 20 de la arborele cotit)



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013

Tabelul 14 – Oteluri pentru biela

Marca		Compozitia chimica %							Caracteristici mecanice		
	C	Mn	S max.	P max.	Cr	Ni	Mo	V	Rezistenta la rupere la tractiune N/mm ²	Limita de curgere N/mm ² min.	Elongatie %
Oteluri carbon de calitate *											
OLC 35	0,32...0,39	0,5...0,8	0,045	0,04	-	-	-	-	630...780	430	
OLC 45	0,42...0,50								710...860	490	
Oteluri aliate **											
33MoCr11	0,30...0,37	0,4...0,8	0,035	0,035	0,9...1,3	-	0,15...0,30	-	1000...1200	800	
41CrNi12	0,37...0,45				0,45...0,75	1,0...1,4	-	-		850	
50VCr11	0,45...0,55	0,55...0,90			0,90...1,25	-	-	0,10...0,25	1100...1300	900	
4MoCrNi15	0,30...0,38	0,4...0,7			1,4...1,7	1,4...1,7	0,15...0,30	-	1200...1400	1000	
9MoCrNi20	0,26...0,34	0,3...0,6			1,8...2,1	1,8...2,1	0,25...0,35	-	1250...1450	1050	

* după STAS 880-80 ; ** după STAS 791-80

Tabelul 15 – Materiale pentru bucsa piciorului bielei

Tipul de material	Marca	Execuția bucsii	Compoziția chimică * %													Caracteristici mecanice		
			Al	Fe	Ni	P	Pb	Pb + Zn	Sn	Zn	Impurități max.					Rezistență la rupere la tracțiune N/mm ² min.	Elongația A _s % minimum	Duritate Brinell min.
											Ni	Pb	Sb	Sn	Altele			
Aliaj Cu-Al	CuAl9Fe3T STAS 198/2-81	T	8...10,5	2...4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,7	400...450	8...10	90...100
Aliaj Cu-Pb-Sn	CuPb10Sn10 STAS 1512-80		-	-	max. 1,5	-	8...11	-	9...11	max. 1	-	-	0,5	-	0,35	170...210	6...7	65...70
Aliaj Cu-Sn (Bronz cu staniu)	CuSn10Zn2 STAS 197/2 83		-	-	-	-	-	-	8,8...11	0,8...3	2	1,5	-	-	1	220...260	7...10	65...75
	CuSn6Zn4Pb4 STAS 197/2 83		-	-	-	-	2,5...5,5	-	4,8...7	2,3...5,5	2	-	-	-	1,5	180...200	6...8	60...70
Bronz fosforos			-	-	-	0,15	-	2,5	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		TC	-	-	-	0,3	-	-	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bronz pentru rulare		R ₁	-	-	-	-	4	-	3,5	3	-	-	-	-	-	-	-	-

* Rest Cu ; T – tutnare ; TC – Tub calibrat la rece ; R₁ – rulare din banda ; R₂ – rulare din banda de oțel
moale placată cu bronz

Semifabricatul se obține în două variante: într-o variantă corpul bielei și capacul se execută separat; în alta variantă corpul și capacul bielei fac corp comun. Orificiul din capul



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013CNDIPT
OIPOSDRU

bielei are forma eliptică, iar separarea în cele două părți având loc în cursul procesului tehnologic de prelucrare mecanică. Semifabricatele din oțel se forjează astfel: debitare material, încălzire în cuptor la

temperatura de $900-1100^{\circ}\text{C}$; preforjare în matrită închisă; reîncălzire în cuptor la $1100-1200^{\circ}\text{C}$, matritare prealabilă cu debavurarea materialului de adaos, reîncălzire în cuptor, matritare finală. După forjare, se aplică un tratament termic de normalizare urmat de calire-revenire, curățire și ecrusare cu alică.

Tehnologia de prelucrare mecanică. La prelucrarea mecanică a bielei se execută următoarele grupe de operații: alegerea și prelucrarea bazelor de așezare, respectiv a suprafețelor frontale plane; prelucrarea prealabilă a alezajelor din capul și piciorul bielei; prelucrarea suprafețelor plane de separare ale capului și capacului bielei; prelucrarea gaurilor pentru suruburile de bielă; prelucrarea de finisare a alezajelor; ajustarea și sortarea bielexlor pe grupe masice.

În fig.11 se prezintă desenul de execuție a unei bielexi iar în tabelul 16 se prezintă succesiunea principalelor operații de prelucrare mecanică a bielexi.

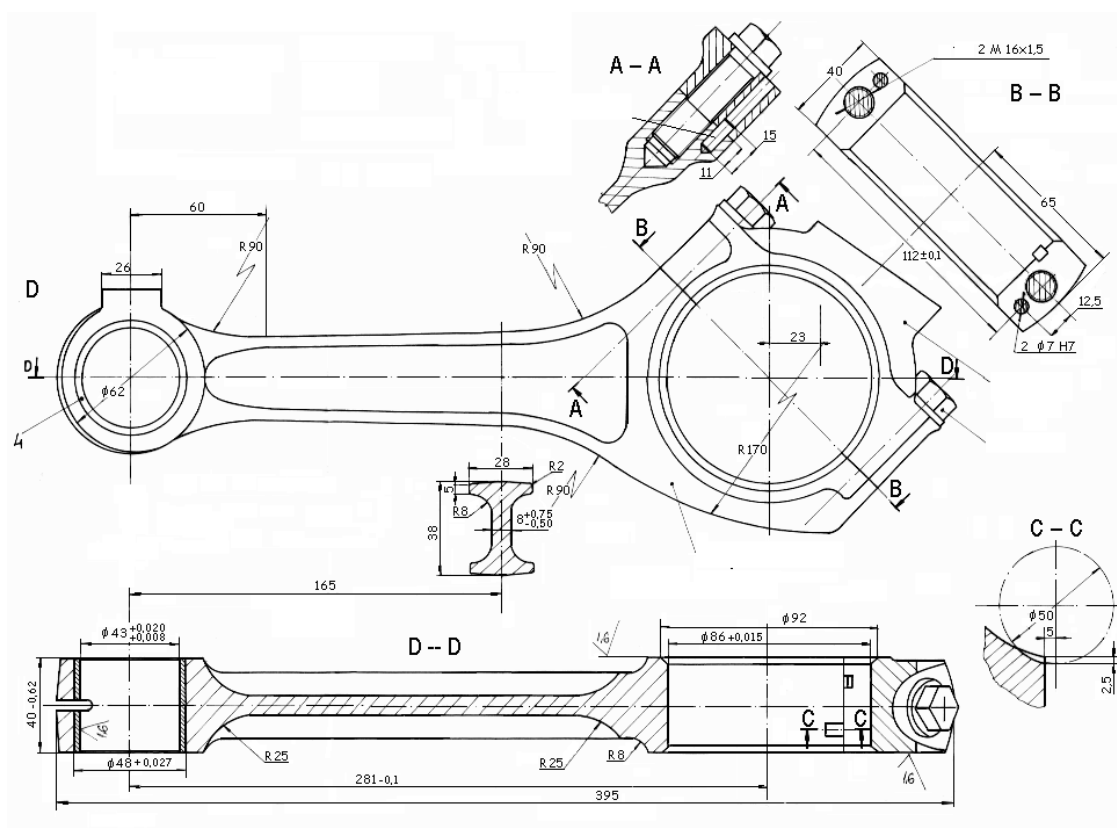


Fig. 11. Desen de execuție bielă

Tabelul 16 - Succesiunea principalelor operatii de prelucrare mecanica a bielei [5]

Nr. operatiei	Denumirea operatiei	Masina-unealta
1	Rectificare simultana a suprafetelor plane ale capului si piciorului bielei	Masina de rectificat plan cu platou magnetic
2	Demagnetizare	Dispozitiv de demagnetizare cu banda
3	Prelucrarea alezajului din piciorul bielei prin gaurire-alezare	Agregat de gaurit
4	Retezarea capacului de biela din corpul acesteia	Agregat de retezat cu disc
5	Rectificarea simultana a suprafetei de imbinare Icorp si capac)	Masina de rectificat plan
6	Prima strunjire a alezajului din capul bielei la o prindere pereche a corpului si capacului bielei	Strung paralel
7	Executarea gaurilor pentru suruburi in capacul si corpul bielei	Masina de gaurit cu cap multiaxe
8	Filetarea gaurilor pentru suruburi in corpul bielei	Masina de filetat
9	Control intermediar	Aparatura de control
10	Asamblarea bielei cu capacul	Banc de montaj
11	Strunjirea simultana a alezajelor din capul si piciorul bielei cu respectarea antraxului	Masina speciala de strunjit
12	Presarea bucei in alezajul piciorului bielei	Banc de montaj
13	Strunjirea de finisare a alezajelor din capul si piciorul bielei cu controlul active al dimensiunilor	Masina speciala de strunjit
14	Control intermediar	Aparatura de control
15	Demontarea capacului bielei	Banc de montaj
16	Frezarea locasului pentru pintenul cuzinetului simultan la corp si capac	Masina de frezat universala
17	Asamblarea bielei cu capacul	Banc de montaj
18	Cantarirea si marcarea masei suplimentare	Cantar
19	Frezarea adaosului de material de la capul si piciorul bielei	Masina de frezat universala
20	Cantarirea si sortarea pe grupe masice, marcare	Cantar, banc de lucru
21	Control final	Aparatura de control
22	Conservare	Baie de conservat

1.5. Tehnologia de fabricatie a arborelui cotit

Materiale. Pentru arborele cotit :

- ❖ Oteluri carbon de calitate sau aliate, pentru arborii cotiti obtinuti prin turnare sau forjare, tabelul 18
- ❖ Fonta cu grafit sferoidal, slab aliata sau aliata, tabelul 18
- ✓ Pentru cuzineti : carcasa din otel sau din bronz placata cu materiale antifricțiune, tabelele 17 si 20.



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013CNDIPT
OIPOSDRU

Tabelul 17 – Caracteristicile cuzinetilor trimetalici pentru lagarele maneton realizate de firma Karl Schmidt

Tip	Marca	Structura straturilor		Incarcare specifica [MPa]	Utilizare
Aliaj pe baza de Pb	KS S30G	Material antifricțiune Material de legatura Material de baza	PbSn10Cu2 Ni Bronz cu Pb	≤65	MAS si MAC solicitare medie
Aliaj pe baza de Al si Zn	KS R41B	Material antifricțiune Material de legatura Material de baza	AlZn5Pb4SiCu Al pur Otel	≤75	MAS cu injectie directa, solicitare mare
Aliaj pe baza de Al si Sn	KS S30S*	Material antifricțiune Material de legatura Material de baza	AlSn20Cu1 Ni Bronz cu Pb	>100	MAC cu injectie directa puternic solicitat

* Realizat pe baza tehnologiei de depunere in vid

Tabelul 18 – Oteluri pentru arborele cotit

Oteluri*										
Marca	Compozitie chimica %							Caracteristici mecanice		
	C	Mn	S max.	P max.	Cr	Ni	Mo	Rezistenta la rupere la tractiune N/mm ²	Limita de curgere N/mm ² min.	Elong
18MoCrNi13	0,15÷0,21	0,50÷0,80	0,035	0,035	0,80÷1,10	1,20÷1,50	0,15÷0,30	1100÷1450	850	
35MnSi12	0,31÷0,39	1,10÷1,40			-	-	-	950÷1150	750	
33MoCr11	0,30÷0,37	0,40÷0,80			0,90÷1,30	-	0,15÷0,30	1000÷1200	800	
41MoCr11	0,38÷0,45				-	-		1100÷1300	900	
41CrNi12	0,37÷0,45				0,45÷0,75	1,00÷1,40	-	1000÷1200	850	
aliate sau cu grafit	1,20÷1,45	0,5÷0,8	**	**	0,3...0,6	< 0,2	***	550÷700****		

* Dupa STAS 791-80 ; ** S+P=0,1% ; *** Cu=1,5÷2,0% ; **** Oteluri pentru arbori obtinuti prin turnare

Tabelul 19 – Fonte pentru arborele cotit

Fonte											
Marca	Compozitia chimica %										Caracteristici m
	C	Mn	Cu	Si	Mg	S max.	P max.	Cr	Ni	Mo	Rezistenta la rup tractiune N/
Fonta slab aliata	1,5÷4,7	0,7÷1,1	0,11÷0,14	1,0÷2,4				0,10÷0,28	1,0÷1,5	0,8÷1,0	600÷800
700-2* (cu grafit nodular)											650÷800*
Fonta cugrafit nodular	3,7	0,3		2,3	0,05	0,08	0,02				1200***

* Dupa STAS 6071-82, in care diametrul palierului este mai mic de 150 mm ; ** Duritate : 210÷290 HB ; *** Duritate : 340÷400 HB

Tabelul 20 – Materiale pentru stratul antifricțiune al cuzinetului

Tip	Marca	Compozitia chimica %	Structura	Caracteristici tehnice					Indicatii de folosire
				Temperatura de turnare °C	Duritate Brinell la 20°C	Densitate kg/dm ³	Duritate Brinell medie a fusului	Alte caracteristici	
Aliaj pe baza de staniu	Y-Sn 89**	88÷90 Sn 7÷8 Sb 3÷4 Cu	Solutie solida de staniu cu cristale de SnPb, Cu, Pb	424	-	7,39	160...180	+ : Conformabilitate, rezistenta la gripare si la coroziune si aderenta la ulei ridicate. - : Rezistenta scazuta la comprimare (Y-PbSn10 13,5 N/mm ²). Duritate	Motoare cu incarcari reduse
	Y-Sn 83**	82÷84 Sn 10÷12 Sb 5,5÷6,5 Cu		500÷550	25÷32	7,5÷7,7			
Aliaj pe baza de plumb	Y-PbSn 10**	9,5÷12,0 Sn 14,5÷16,5 Sb 0,5÷1,5 Cu Rest Pb	Eutectic ternar Pb-Sn-Sb cu cristale de Sb si Pb	400÷450	23÷32	9,6÷9,8			



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013CNDIPT
OIPOSDRUCNDIPT
OIPOSDRU

	Federal Mogul	1 Sn ; 15 Sb 83 Pb ; 1 As						sensibila la variatia temperaturii	
Aliaj pe baza de aluminiu	Y-AlSb 5**	4,0÷5,5 Sb 0,3÷0,7 Mg Rest Al	Matrice de aluminiu cu globule fine de AlSb sau de AlSn	Peste 800	25÷28	2,8	200...220	+ : Rezistenta mare la comprimare (Y-PbSn10→13,5 N/mm ²) si oboseala.	Motoare de auto-mobile si tractoare
	Al-Sn	20 Sn 1 Cu 79 Al		-	-	-		- : Comportare pe fusuri cu duritate scazuta mai mica decat a aliajelor de Sn si Pb. Implica finisare inalta si filtrare foarte buna a uleiului	

Tip		Marca	Compozitia chimica %	Structura	Caracteristici tehnice				Alte caracteristici	Indicatii de folosire
					Temperatura de turnare °C	Duritate Brinell la 20°C	Densitate kg/dm ³	Duritate Brinell medie a fusului		
Bronz cu plumb*	T	-	70÷75 Cu 25÷30 Pb	Dentritica	-	-	-	300÷450	+ : Rezistenta mare la comprimare si oboseala. Capacitate de a prelua presiuni inalte	Mai ales la motoare diesel
	S	-	45÷70 Cu 30÷55 Pb	Sferoidala	-	-	-	225÷240	- : Rezistenta mica la gripare. Rezistenta mica la coroziune, necesitand ulei aditivat. Mai scump decat aliajele de aluminiu	
Argint		-	100 Ag	-	-	-	-		+ : Rezistenta mare la oboseala. - : Cost foarte ridicat	Folosit rar, doar la cuzineti solicitati intens

* T – turnat ; S – sinterizat ;

** STAS 202-80

Semifabricat. Tratamente. Semifabricatul se elaboreaza la cald prin matritare pentru arborii mici si mijlocii a caror masa nu depaseste 250 kg sau forjare libera pentru arborii mari realizati din otel. Matritarea prezinta avantajul ca asigura continuitatea fibrelor materialului. Acest avantaj nu exista la forjarea libera deoarece cotelile arborelui cotit se obtin prin indepartarea materialului dintre brate prin aschiere, intrerupandu-se fibrajul. Prin forjarea individuala a fiecarui cot se respecta fibrajul continuu, asigurandu-se astfel o rezistenta inalta la oboseala. Dupa elaborare, semifabricatul este supus tratamentului de normalizare care se efectueaza in pozitie verticala a arborelui. Turnarea arborilor cotiti realizati din fonta sau otel de turnare se face in forme bine uscate



UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI
ȘI PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRUFondul Social European
POSDRU 2007-2013Instrumente Structurale
2007-2013CNDIPT
OIPOSDRU

Tabelul 21 Succesiunea principalelor operatii de prelucrare mecanica a arborelui cotit [5]

Nr. operatiei	Denumirea operatiei	Masina-unealta
1	Frezarea suprafetelor frontale si executarea gaurilor de centrare	Masina speciala de frezat si centruit
2	Strunjirea fusului palier din mijloc in vederea utilizarii ca baza de asezare	Strung adoptat operatiei
3	Strunjirea fusurilor palier (degrosare, finisare)	Strung semiautomat multicutite
4	Rectificarea fusurilor paliere	Masina speciala de rectificat arbori cotiti
5	Strunjirea simultana a manetoanelor	Strung cu destinatie speciala
6	Rectificarea fusurilor maneton	Masina speciala de rectificat arbori cotiti
7	Gaurirea simultana a canalelor de ungere	Agregat special de gaurire
8	Executarea gaurilor din flansa arborelui cotit	Masina de gaurit
9	Frezarea canalelor de pana	Masina de frezat
10	Tratament termic. Calire simultana a fusurilor paliere si manetoane la duritatea 52-65 HRC	Agregat de calire prin inductie
11	Control duritate	Masina speciala de control
12	Roluire	Masina de roluit
13	Redresare	Masina de roluit
14	Redresare	Presa
15	Rectificarea de semifinisare a fusurilor maneton	Masina speciala de rectificat arbori cotiti
16	Echilibrarea dinamica	Masina de echilibrat dinamic
17	Rectificarea de finisare a fusurilor palier si a fusurilor maneton	Masina speciala de rectificat arbori cotiti
18	Superfinisarea fusurilor palier si a fusurilor maneton	Masina de superfinisat
19	Control final	Aparatura de control
20	Conservare	Baie de conservat

Bibliografie.

1. Constantin Pana, Motoare cu ardere interna II, curs predat la facultatea Inginerie Mecanica si Mecatronica, 2011-2012
2. Niculae Negurescu, Constructia si calculul motoarelor pentru autovehicule rutiere, curs predat la facultatea Transporturi, 2011-2012
3. Radu Gaiginschi, Gheorghe Zatreanu, Motoare cu ardere interna. Constructie si calcul, Vol. I, Editura Gh. Asachi, Iasi, 1995
4. Radu Gaiginschi, Gheorghe Zatreanu, Motoare cu ardere interna. Constructie si calcul, Vol. II, Editura Shakti, Iasi, 1997
5. D. Abaitancei, C. Hasegan, I. Stoica, D. Claponi, I. Cihodaru, Motoare pentru autovehicule si tractoare, Constructie si tehnologie, Vol. I, Editura tehnica, Bucuresti, 1978