



L. Valdma

*Värvilised
metallid
ja sulamid*

TALLINN 1968

673
VIII A-30132

TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT
Metallide tehnoloogia kateeder

VÄRVILISED METALLID
JA SULAMID

L. Valdma

Tallinn
1968

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра технологии металлов
ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Л.Э. Вальдма

На эстонском языке

Vahetusfond

N. V. Gogoll nim. Tartu
Linna Asekraamatukogu

Inv. nr. 215639

Allkiri: *bu*

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

Vastutav toimetaja E. Sepp

Trükkimisele antud 4.VII 68. Paber 60x84/16
Trükipg. 2,5. Tingpg. 2,33. Tiraaž 1000
MB- 06884. TPI rotaprint, Tallinn, Pikk jalg 14
Tell. 337 Hind 7 kop.

N. V. Gogol nlm.
Tartu Linna
Keskraamatukogu

E e s s õ n a

Käesolev brošüür annab kokkuvõtlikud andmed tehnikas kasutatavamatest värvilistest metallidest ja sulamitest. On toodud olulisemad väljavõtted riiklikest standarditest (GOST-idest) nii materjalide sortimendi, markide, koostise kui ka peamiste mehaanikaliste, füüsikaliste ja keemiliste omaduste kohta. On näidatud ka nende ligilähedane kasutusala.

Brošüür on mõeldud kasutamiseks nii õppevahendina materjaliõpetuse kursuse käsitlemisel kui ka nende kursuse- ja diplomiprojektide tegemisel, kus tekib vajadus värviliste metallide ja sulamite valikuks konstruktsioonimaterjalidena.

ALUMIINIUM

Füüsikalisi ja mehaanikalisi omadusi vt.tab. 1.

Keemilised omadused. Alumiinium on kolmevalentne element. Lahustub soolhappes ja väävelhappes, andes alumiiniumkloriidi ja alumiiniumsulfaadi, ning alustes. Ei lahustu kontsentreeritud lämmastikhappes. Alumiiniumil on suur sugulus hapnikuga ja ta võib kuumutamisel taandada paljude metallide okside, näiteks: $2 \text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2 \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$. Alumiiniumi pinnale tekib kaitsev püsiv oksiidikile, mis teeb ta väheaktiivseks tavalistel temperatuuridel ja korrosioonikindlaks õhus. Alumiinium ühineb halogeenidega otseselt. Kõrge temperatuuri juures moodustab alumiiniumnitriidi, alumiiniumkarbiidi ja alumiiniumsulfiidi.

1. Mõnede värviliste metallide füüsikalisi ja mehaanikalisi omadusi
normaaltingimustel

Omadus	Al	Mg	Cu	Ti	Zn	Pb	Sn
Atomimass	26,97	24,32	63,57	47,9	65,38	207,21	118,7
Tihedus g/cm ³	2,6996	1,738	8,94	4,507	7,14	11,34	7,3
Kristallvõre tüüp	K12	H12	K12	H12	H12	K12	tetrago- naalne
Kristallvõre parameeter Å	4,0413	3,22 5,23	3,608	2,95 4,68	3,973 5,6059	4,9389	5,8195 3,1750
Sulamistäpp °C	658	650	1083	1725	419	327,4	231,9
Keemistäpp °C	1800	1097 ⁺³	2360	3200	907	1744	2270
Joonpaisumistegur x 10 ⁻⁶	23,8	25,5	16,5	18,3	32,6	28	23
Elektriline eritakistus Ω mm ² /m	0,028... 0,03	0,047	0,01784	0,42	0,0623	0,0206	0,115
Standardne elektroodi- potentsiaal	-1,67	-2,34	+0,34	-0,27	-0,76	-0,12	-0,10
Tõmbetugevus kg/mm ²	5...12	8...11	20...35	38...60	4...25	1,5	2,7
Kõvadus HB kg/mm ²	15...35	30	35...50	100...185	30...40	4	5
Suhteline pikenemine %	10...50	6	6...40	20...36	5...60	50	40

2. Tehniline alumiinium kangides (ГОСТ 11069-64 järgi)

Mark	Keemiline koostis %						
	Al (maksimaalselt)	Lisandid					Kokku lisandeid
		Fe	Si	Cu	Zn	Ti	

Eriti puhas

A-999	99,999	-	-	-	-	-	0,001
-------	--------	---	---	---	---	---	-------

Suure puhtusega

A-995	99,995	0,015	0,015	0,001	0,001	0,001	0,005
A-99	99,99	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,010
A-97	99,97	0,015	0,015	0,05	0,004	0,002	0,03
A-95	99,95	0,030	0,030	0,010	0,005	0,002	0,05

Tehniliselt puhas

A-85	99,85	0,08	0,06	0,01	0,02	0,01	0,15
A-8	99,80	0,12	0,10	0,01	0,04	0,02	0,20
A-7	99,70	0,16	0,16	0,01	0,05	0,02	0,30
A-6	99,60	0,25	0,20	0,01	0,06	0,03	0,40
A-5	99,50	0,30	0,30	0,02	0,06	0,03	0,50
A-0	99,00	0,50	0,50	0,02	0,08	0,03	1,00
AE	99,50	0,35	0,12	0,02	0,05	0,01	0,50
A	99,00	0,80	0,50	0,03	0,08	0,03	1,00

Põhilisandid on Fe ja Si, mis suurendavad tugevust, kuid vähendavad plastilisust (eriti Fe) ja korrosioonikindlust.

Tehnilist Al valumaterjalina tavaliselt ei kasutata madalate mehaanikaliste näitajate ja puudulike valuomaduste tõttu. Esemeid valmistatakse temast survega töötlemise teel.

Alumiiniumisulamid

=====

Valusulamid on enamasti keeruka koostisega sulamid, mille struktuuris on eutektikum ja vähesel hulgal alumiiniumis lahustuvaid komponente.

3. Alumiiniumi valusulamid (ГОСТ 2685-63 järgi)

Sulami süsteem	Mark	Termin- lise töötlemise liik	Mehaanikalised omadused			Kasutusala
			σ_B kG/mm ²	δ %	HB kG/mm ²	
1	2	3	4	5	6	7
Al - Mg	Al 8	T4	35	10	70	Vibreerivad detailid, temperatuuril kuni 60°C
	Al 27	T4	36	18	90	- " -
	Al 27-1	T4	38	20	90	- " -
	Al 13	T2	17	3	65	Keskmiselt koormatud detailid, kuni 200°C
	Al 22	T4	26	4	90	- " -
	Al 23	T4	25	10	75	Keskmiselt koormatud detailid, kuni 200°C
	Al 23-1	T4	26	12	80	- " -
Al - Si	Al 2	T2	18	5	50	Keskmiselt koormatud detailid, kuni 60°C
	Al 4	T6	25	3	65	Õhukeseseinalised keeruka kujuga detailid, kuni 200°C
	Al 9	T4	19	5	50	Pumpade korpused, mootorite karterid, kuni 185°C
		T5	22	3	75	
Al - Cu	Al 7	T4	24	7	65	Sõrestikudetailid, kuni 225°C
		T5	26	3	85	
	Al 19	T4	32	8	80	Sõrestikudetailid, kuni 325°C
		T5	36	4	100	

1	2	3	4	5	6	7
Al - Si - Cu - Mg	AJ 3	T1	20	1	70	Õhkjahutusega mootorite silindripead, kuni 275°C
		T2	18	1,5	65	
		T5	24	0,8	75	
		T6	27	0,8	85	
		T7	21	1	70	
	AJ 5	T1	18	-	65	Õhkjahutusega mootorite silindripead, kuni 250°C
		T5	26	1	80	
		T7	20	1,5	70	
	AJ 10B	T6	28	1,5	100	Väikese võimsusega mootorite kolvid
Keerukad	AJ 1	T5	26	0,6	100	Võimsate traktorimootorite kolvid, kuni 300°C
		T7	22	1,2	90	
	AJ 11	T2	25	3	70	Survevaluga valmistatud väikesed detailid
	AJ 20	T6	30	0,8	80	Detailid, kuni 275°C
		T7	23	0,8	65	
	AJ 21	T2	21	1,2	65	Detailid, kuni 350°C
		T6	30	0,7	80	
		T7	22	1,5	70	
	AJ 24	T5	29	3	75	Rasketes atmosfääritingimustes töötavad detailid
	AJ 25	T1	20	0,5	100	Auto- ja traktorimootorite kolvid
AJ 26	T2	21	0,4	100	- " -	
AJ 30	T1	21	0,5	100	Automootorite kolvid	

T ä h i s e d: T1 - vanandatud ilma eelneva karastamiseta;
T2 - lõõmutatud;
T4 - karastatud ilma järgneva kunstliku vanandamiseta;
T5 - karastatud ja osaliselt vanandatud;
T6 - karastatud ja täielikult kuni maksimaalkõvaduseni vanandatud;
T7 - karastatud ja stabiliseerivalt noolutatud.

M ä r k u s e d: 1) lahtis "Kasutusala" on loodud temperatuuridetaili kestval tootamisel margitud tingimustes;
2) termilise töötlemise režiime ja keemilist koostist vt. [1] ja [2].
3) $1 \text{ kg/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;
4) mehaanikalistest omadustest on antud keskmised väärtused.

4. Alumiiniumisulamitest pooltooted

sisaldavad enamuses komponente, millel on piiratud lahustuvus alumiiniumis.

Sulami süsteem	Mark	Pooltoote liik	Materjali olek	Mehaanikalised omadused		
				σ_B	δ	HB
				mG/mm ²	%	mG/mm ²
1	2	3	4	5	6	7
Vähelegeeritud, termiliselt töötlemisel ei tugevne	AD	Lehed, torud	K	15	6	32
	AD-1	- " -	L	8	35	25
	AMЦ	Lehed	K	22	5	55
			PK	17	10	40
			L	13	23	30
	AMr 1	Lehed	L	12	27	-
	AMr 2	Varvad, lehed	PK	25	6	60
			L	19	23	45
	AMr 3	Lehed	L	24	20	-
	AMr 4	-"-	L	28	17	-
	AMr5B	-"-	L	30	17	-
AMr5П	Traat	L	27	23	70	
AMr 6	Lehed, eriprofiilid	L	34	18	-	
Al - Mg - Si	AD 31	- " -	TT	24	10	80
			T	17	20	-
			L	9	25	-
	AD 33	- " -	TT	32	10	-
			T	23	20	-
			L	13	23	-
	AD 35	- " -	TT	36	9	-
	AB	Varvad, sepised, stantsised, eriprofiilid	TT	33	16	95
			T	22	22	65
			L	12	30	30
AK6	Väikesed sepised	TT	42	13	105	
AK6-1	ja stantsised					
AK8	- " -	TT	48	10	135	

Tabeli 4 (järg)

1	2	3	4	5	6	7
Al - Cu - Mg	Д1	Stantsised, sepi- sed	T	41	15	115
	Д6	Varvad, eriprofiil- lid, torud	T	46	15	105
			L	22	15	-
	Д16	Suured eriprofiil- lid	T	52	12	131
			T	43	13	-
			L	22	13	-
			TT	52	9	131
	Д18	Traat	TT	46	7	
			TT	46	6	
			T	44	19	
			T	30	24	70
	Д19	Plakeeritud lehed	L	16	24	38
T			44	20		
Д19П	Traat	K	54	10		
		T	46	23	115	
ВД17	Pressitud ribad	T	44	20		
В 65	Traat	TT	50	13		
ВАД1	Plakeeritud lehed	TT	40	20		
Al-Cu-Mg-Fe-Ni	AK2	Varvad, väikesed sepised ja stant- sised	T	44	9	105
	AK4	Väikesed sepised ja stantsised	TT	39	10	
			TT	43	10	
	AK4-1	Varvad, väikesed sepised ja stant- sised	TT	42	13	
Al - Cu - Mn	Д20	Presstooted	TT	40	12	
		Sepised	TT	43	17	
		Lehed	TT	40	10	
	Д21	Sepised kuni 5 kg	TT	43	9	
	ВАД23	Presstooted	TT	60	5	
			TT	55	5	

Tabeli 4 (järg)

1	2	3	4	5	6	7
Al - Zn - Mg	B 93	Sepised, stantsised	TT	52	10	
	B 94	Traat	TT	52	15	150
	B 95	Varvad	TT	62	6	
		Eriprofiilid	TT	58	8	150
		Sepised	TT	56	8	
		Plakeeritud lehed	TT	52	14	
	B 96	Eriprofiilid	TT	67	7	190
		Paneelid	TT	67	7	190
		Torud	TT	64	6	180
Pulbermaterjalid	CAH-1	Presstooted	-	33	8	100
		Lehed	-	32	4	
	CAH-2	Presstooted	-	40	3	120
	CAC-1	Varvad	-	23	0,5	130

T ä h i s e d: L - lõõmutatud;

K - kalestunud;

PK - poolkalestunud (lõõmutatud madalal temperatuuril parast survetöötlmist);

T - karastatud ja loomulikult vananenud;

TT - karastatud ja kunstlikult vanandatud.

M ä r k u s e d: 1) Keemilist koostist vt. [1] ;

2) $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;

3) mehaanikaligetest omadustest on antud keskmised väärtused.

MAGNEESIUM

Füüsikalisi ja mehaanikalisi omadusi vt.tab. 1.

Keemilised omadused. Magneesium on kahevalentne element ja tal on hapnikuga suur sugulus, mis temperatuuri tõusuga suureneb. Magneesiumipulber põleb õhus. Energiliselt lahustub magneesium lahjendatud mineraalhapetes. Kontsentreeritud väävelhape ning väävel- ja lämmastikhappe segu mõjub talle toatemperatuuril nõrgalt. Alustes ei lahustu. Mg on paljude vähemaktiivsete metallide efektiivne taandaja. Erinevalt Al-ist ei sula Mg kokku rauaga, kuigi lahustab seda vähesel määral. Mg oksüüdikilel pole kaitseomadusi, seepärast sulatatakse teda rübustikihi all. Magneesiumesemed kaetakse kaitsekatetega.

5. Tehniline magneesium kangides

(ГОСТ 804-62 järgi)

Mark	Mini- maalne Mg-si- saldus	Keemiline koostis %							Kokku lisan- deid
		Lisandite maksimaalne hulk							
		Fe	Si	Ni	Cu	Al	Mn	Cl	
Mr 1	99,9	0,04	0,01	0,001	0,005	0,02	0,04	0,005	0,1

Magneesiumisulamid

6. Magneesiumi toorsulamid kangides (ГОСТ 2581-62 järgi)

Märk	Keemiline koostis %										Kokku lisan- deid
	Põhikomponendid (peale Mg)					Lisandite maksimaalne hulk					
	Al	Zn	Mn	Al	Si	Fe	Ni	Cu	Cl		
MgC1	-	-	1,8...2,5	0,05	0,07	0,03	0,005	0,04	0,005	0,20	
MgC2	3...4	0,3...0,7	0,2...0,5	-	0,1	0,03	0,005	0,04	0,005	0,18	
MgC4	5,6...6,8	2,3...3	0,2...0,5	-	0,15	0,03	0,005	0,08	0,005	0,17	
MgC5II4	7,5...8,7	0,3...0,7	0,2...0,5	-	0,06	0,005	0,001	0,02	0,005	0,09	
MgC5	7,5... ...8,7	0,3... ...0,7	0,2... ...0,5	-	0,1	0,03	0,005	0,05	0,005	0,19	
MgC5OH	7,5... ...8,7	0,3... ...0,7	0,2... ...0,5	-	0,2	0,05	0,01	0,15	0,005	0,40	
MgC6	8,8... ...10	0,7... ...1,1	0,2... ...0,5	-	0,15	0,05	0,005	0,08	0,005	0,27	

- Märkused: 1) kangides turustatavad sulamid on ette nähtud valudetailide valmistamiseks ja edasisele survetootlemisele minevate valuplokkide valamiseks;
- 2) sulamid MgC5II4 (teistest puhtam) kasutatakse korrosioonikindlamate detailide valamiseks;
- 3) sulamid MgC5OH kasutatakse üldotstarbeliste detailide valamiseks.

Valusulamid. Võrreldes Al-sulamitega on Mg-sulamite eeliseks väiksem tihedus ja parem töödeldavus lõikamisega, puudusteks aga halvemad valuomadused, väiksem korrosioonikindlus. Sulatatakse rääbusti kihi all.

7. Magneesiumi valusulamid (ГОСТ 2856-55 järgi)

Sulami- sus- teem	Mark	Termi- lise töötle- mise liik	Mehaanikalised omadused			Kasutusala
			σ_B kg/mm ²	δ %	HB kg/mm ²	
1	2	3	4	5	6	7
Mg - Mn	МЛ2	-	10	4	35	Lihtsa kujuga, suurema korrosioonikindlusega ja hermeetilisusega detailid (bensini- ja õliarmatuur) temperatuuril kuni 150°C
Mg - Zn - Al - Mn	МЛ3	-	18	8	45	Lihtsad hermeetilised detailid, temperatuuriga kuni 150°C
	МЛ4Н.ч. ja МЛ4П.ч.	- T4 T6	18 25 25	5 9 6	50 60 75	Mootorite ja agregaatide detailid staatilisel ja dinaamilisel koormusel. Aparaatide ja tööriistade korpused temperatuuril kuni 150°C
	МЛ5Н.П. МЛ5П.ч. ja МЛ5О.Н.	- T4 T6	16 25 25	3 9 4	60 60 75	Mootorite ja aparaatide raskelt koormatud detailid, piduritrumlid jt. Sulamist МЛ5 detaile kasutatakse merevees. Tootemperatuur kuni 150°C
	МЛ6	- T4 T6	16 25 26	1,5 1 1	60 60 80	Raskelt ja keskmiselt koormatud detailid. Detailid suurema voolavuspieriga materjalist. Tootemperatuur kuni 150°C
	МЛ7-1	-	18	6	-	Mootorite ja aparaatide detailid temperatuuril kuni 200°C (koostises on lisaks veel 0,2...0,5% Ca)

Tabel 7 (järg)

1	2	3	4	5	6	7
Mg-Zn-Zr	MЛ12	-	22	7	60	Keskmiselt koormatud hermeetilised detailid temperatuuril kuni 250°C
		T1	25	7	60	
Mg-Zn-Zr (haruldane metall)	MЛ10	T6	24	5	-	Keskmiselt ja raskelt koormatud detailid temperatuuril kuni 250°C
	MЛ11	T6	16	3	60	Keskmiselt koormatud hermeetilised detailid temperatuuril kuni 250°C
	MЛ15	T1	22	4	60	Suurema voolavuspiiriga materjalist hermeetilised detailid temperatuuril kuni 200°C
Mg-Th-Zr	MЛ14	T1	20	8	55	Mootorite detailid ja mitmesugused korpused temperatuuril kuni 350°C
	BMЛ-1	T6	20	5	-	Mitmesugused detailid temperatuuril kuni 300°C

T ä h i s e d: T1 - pärast valamist vanandatud;
 T4 - karastatud;
 T6 - karastatud ja kunstlikult vanandatud.

M ä r k u s e d: 1) $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;
 2) termilise töötlemise režiime ja keemilist koostist vt. [1] ja [2];
 3) mehaanikaligist omadustest on antud keskmised väärtused.

8. Magneesiumisulamitest pooltooted

Sulamis- süsteem	Mark	Pooltoote liik	Mater- jali olek	Mehaanikalised omadused		
				σ_{B_2} kG/mm ²	δ %	HB kG/mm ²
1	2	3	4	5	6	7
Mg - Mn	MA 1	Varvad		18	2	40
		Profiilmaterjal		26	4	-
		Sepised		18	2	40
		Lehed	L	19	11	-
Mg-Mn-haruldane metall	MA 8	Lehed	L	25	8	-
		"	PK	27	8	-
		Plaadid		21	10	-
		Varvad		22	4	-
		Eriprofiilid		26	14	-
		Torud		23	8	-
	MA11	Varvad	T6	26	7	-
		Lehed	L	23	7	-
Mg - Al - Zn - Mn	MA 2	Varvad		26	5	45
		Sepised, stantsi- sed		24	5	45
	MA2-1	Lehed	L	25	6	-
		Plaadid		25	6	-
		Varvad		27	10	-
		Ribad		25	6	-
		MA 3	Varvad	L	26	8
	MA 5	Sepised	L	28	10	-
		Varvad	T4	30	8	55
	MA 9	Sepised, stantsi- sed	T4	27	6	55
		Lehed	L	24	13	-
		Varvad		26	7	-
		Eriprofiilid		26	8	-
(sisal- dab veel 0,1... ...0,3% Ca)						

Tabeli 8 (järg)

1	2	3	4	5	6	7
Mg-Zn-Zr	BM65-1	Varvad	T1	32	6	60
		Eriprofiilid	T1	32	6	60
		Sepised	T1	28	6	55
		Stantsised	T1	30	8	-
		Ribad	T1	32	6	60
Mg-Th-Mn	MA13	Lehed	T8	22	4	-
	BM41	Varvad		28	4	-

T ä h i s e d: L - löömutatud;

PK - poolkalestatud (löömutatud madalal temperatuuril pärast survetöötlemist);

T1 - kunstlikult vanandatud;

T4 - karastatud;

T6 - karastatud ja kunstlikult vanandatud;

T8 - karastatud, kalestatud ja kunstlikult vanandatud.

M ä r k u s e d: 1) $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;

2) keemilist koostist vt. [1];

3) mehaanikalistest omadustest on antud keskmised väärtused.

VASK

Füüsikalisi ja mehaanikalisi omadusi vt. tab.1.

Keemilised omadused. Vask on väga püsiv atmosfäärsesse korrosiooni vastu, peab nõrgalt vastu ammoniaagis, kloorammooniumis ja aluselistes tsüaniidühendites ning korrodeerub tugevasti mineraalhapetes. Orgaanilised happed (äädik-, sidrun-, piim-, rasvhapped), piiritused ja fenoolvaigud toimivad nõrgalt.

N. V. Kogoli nim.
Tartu Linna
Keskraamatukogu

17
TARTU ÜLIKOOLI

RAAMATUKOGU

9. Tehniline vask (ГОСТ 859-66 järgi)

Mark	Cu sisaldus %	Kasutusala
MOO	99,99	Pooljuhtide tehnikas
MO	99,95	Voolujuhtmeteks ja suure puhtusega sulamite valmistamiseks
M1	99,90	Voolujuhtmeteks ja kvaliteetsete sulamite valmistamiseks
M2	99,70	Kvaliteetsete pooltoodete ja sulamite valmistamiseks
M3	99,50	Valtsitavate vasesulamite ja valusulamite valmistamiseks
M4	99,00	Valupronkside ja vähem vastutusrikaste sulamite valmistamiseks

Tehnilist vaske turustatakse plaatidena (elektrolüüsitud katoodid)

10. Tehnilisest vasest M1, M2, M3 pooltoodete mehaanikalised omadused

Pooltoote liik	Mehaanikalised omadused		ГОСТ
	σ_B kG/mm ²	δ %	
Varvad läbimõõduga 5...40 mm			
tõmmatud, pehmed	20	38	-
" " kõvad	27	6	-
Varvad läbimõõduga 14...120 mm: pressitud	20	30	1535-48
Varvad läbimõõduga 35...100 mm: tõmmatud	25	8	-
Lehed paksusega 0,4...100 mm:			
külmvaltsitud, pehmed	20	30	495-50
" " , kõvad	30	3	495-50
Lehed paksusega 1...25 mm: kuumvaltsitud	20	30	495-50
Lint paksusega 0,05...2 mm:			
pehme	25	30	1173-49
kõva	30	3	1173-49
Needitraad, läbimõõduga 1...10 mm, pehme	24	15	-
Torud, pehmed	21	35	617-64

M ä r k u s : 1 kG/mm² = 9,81 MN/m².

Vasesulamid
=====

Vase ja tina sulameid nimetatakse tinapronksideks, vase ja tsiingi sulameid valgevaskedeks ehk messingiteks, muid vasesulamid eripronksideks, kusjuures pronksi nimetuses esineb legeerivate elementide nimetusi. Sulamite markide tähised ГООТ-i järgi võimaldavad kergesti liigitada neid kindlatesse gruppidesse keemilise koostise alusel. Näiteks alumiinium-raud-nikkel-pronks, mis sisaldab peale Cu keskmiselt 10% Al, 4% Fe, 4% Ni tähistatakse Бр.АНН 10-4-4, raud-plii-valgevask, mis sisaldab peale Zn keskmiselt 58% Cu, 1% Fe, 1% Pb tähistatakse ЛКС 58-1-1: uushõbe, mis sisaldab peale Cu keskmiselt 15% Ni, 20% Zn tähistatakse МНЦ 15-20. Melhiori tähistus MH-19 näitab, et sulamis on peale Cu keskmiselt 19% Ni.

11. Vase valusulamid

Sulami liik ja ГООТ	Mark	Mehaanikalised omadused			Kasutusala
		σ_B kG/mm ²	δ %	HB kG/mm ²	
1	2	3	4	5	6
Valgevask ГООТ 1019-47	ЛА 67-2,5	30	15	90	Korrosioonikindlad detailid laeva- ja masinaehituses
	ЛАЖМЦ 66-6-3-2	60	7	160	Massiivsed tigud ja kruvid
	ЛАЖ 60-1-1	38	20	90	Armatuur, laagrid, püksid
	ЛК 80-3	30	20	105	Armatuur ja aparatuuride detailid
	ЛКС 80-3-3	25	20	95	Antifriktsioonidetailid
	ЛМЦС 58-2-2	25	20	80	- " -
	ЛМЦОС 58-2-2-2	30	6	95	Hammasrattad
	ЛМЦЖ 55-3-1	50	10	120	Armatuur laevaehituses, temp. kuni 300°C

Tabeli 11 (järg)

1	2	3	4	5	6
	ЛМЦЖ 52-4-1	45	20	105	Armatuur
	ЛС 59-1	20	40	85	Varblaagrite separaatrite toorikud
	ЛНМЦЖА 60-1-2-1-1	40	15	110	Merevees töötav armatuur
Tinpronksid ГОСТ 613-65	Бр.ОЦСН 3-7-5-1	20	15	65	Armatuur, mis töötab merevees ja aurus
	Бр.ОЦС 3-12-5	18	13	60	- " -
	Бр.ОЦС 5-5-5	18	8	68	Antifriktsioonetailid ja armatuur
	Бр.ОЦС 4-4-17	19	9	52	- " -
Eripronksid ГОСТ 493-54	Бр.АЖ9-4	55	15	130	Puksid, surveutrid klapipesad
	Бр.АЖН 10-4-4	65	10	190	- " -
	Бр.АЖН 11-6-6	48	8	260	- " -
	Бр.АМЦ 9-2	40	20	100	Armatuur (kuni 200°C)
	Бр.АЖМЦ 10-3-1,5	56	22	130	Laagriliuad
	Бр.С 30	6	5	40	Raskeltkoormatud laagriliuad
	Бр.СН 60-2,5	8	5	15	Tihendusrõngad

M ä r k u s e d: 1) keemilist koostist vt. [1] ja [2];

2) $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;

3) mehaanikalistest omadustest on antud keskmised väärtused.

12. Vasesulamitest pooltooted

Sulami liik	Mark	Pooltoote liik	Materjali olek	Mehaanikalised omadused		
				σ_B kG/mm ²	δ %	HB kG/mm ²
1	2	3	4	5	6	7
V a l g e v a s k	Л 96	Radiaatori torud	K P	45 24	2 50	137 59
	Л 90	Lahed, lindid plakeerimiseks	K P	48 26	4 45	136 53
	Л 85	Gofreeritud torud	K P	55 28	4 45	126 54
	Л 80	Lint, traat	K P	64 32	5 52	145 53
	Л 70	Ribad, lindid	K P	66 32	3 55	150 55
	Л 68	Varvad, lehed, lindid, torud, traat	K P	66 32	3 55	150 55
	Л 62	Ribad, lehed, lindi- did, torud, varvad, traat	K P	60 33	3 49	164 56
	ЛА 77-2	Kondensaatori to- rud	K P	65 40	12 55	170 60
	ЛАЗ 60-1-1	Torud, varvad	K P	75 45	8 45	180 95
	ЛАН 59-3-2	Torud, varvad	K P	65 38	15 50	155 75
	ЛН 65-5	Torud, traat, lehed, lindid	K P	70 40	4 65	- 60
	ЛЖМЦ 59-1-1	Ribad, varvad, traat, torud	K P	70 45	10 50	160 88
	ЛМЦ 58-2	Ribad, varvad, traat, lehed	K P	70 40	10 40	175 85
	ЛМЦА 57-3-1	Sepised	K P	70 55	3 25	117 115
	ЛО 90-1	Lindid	K P	52 28	5 45	148 58
	ЛО 70-1	Torud	K P	70 35	4 60	150 60
	ЛО 62-1	Varvad, lehed, ri- bad	K P	70 40	4 40	- 80

Tabeli 12 (järg)

1	2	3	4	5	6	7
	ЛО 60-1	Keevitustraat	K P	56 38	4 40	- -
	ЛС 74-3	Ribad, lindid, varvad (kellatööstusele)	K P	65 35	4 50	- 60
	ЛС 64-2	Ribad, lindid, varvad (kellatööstusele)	K P	60 35	5 55	- 60
	ЛС 63-3	- " -	K P	60 35	5 55	- -
	ЛС 60-1	Varvad	K P	67 37	4 45	- -
	ЛС 59-1	Lehed, lindid, varvad, traat, torud	K P	65 40	16 45	140 90
Tinapronks	Бр.ОФ6,5-0,15	Lindid, ribad, varvad, vedrutraat, laagridetailid	K P	60 30	15 38	180 70
	Бр.ОФ6,5-0,4	Traat, ribad, lindid	K	90	0,5	150
	Бр.ОФ4-0,25	Torud	K P	50 33	2 40	- -
	Бр.ОЦ 4-3	Lindid, ribad, varvad, vedrutraat	K P	50 30	3 38	- -
	Бр.ОЦС4-4-2,5	Lindid, ribad	K P	55 30	5 35	- -
Eripronksid	Бр.А 5	Lindid, ribad, torud	K P	60 28	2,5 33	- -
	Бр.А 7	Lindid, vedrulehed	K P	65 60	5 10	- -
	Бр.АЖ 9-4	Varvad, sepised, torud	K	50	12	145
	Бр.АЖМЦ 10-301,5	Varvad, torud	K	60	12	150
	Бр.АЖН 10-44	Varvad, torud	K	65	5	145
	Бр.АМЦ 9-2	Lindid	K P	60 45	5 18	- -
	Бр.КМЦ 3-1	Varvad, vedrutraat, lindid	K P	65 35	7 35	180 80
	Бр.КН 1-3	Varvad	K P	55 40	- 12	175 90

Tabeli 12 (järg)

1	2	3	4	5	6	7
	Бр.Мц 5	Lehed, linnid, ribad	K	55	-	160
			P	33	30	80
	Бр.Б 2	Ribad, linnid, varvad vedrutraat	K	95	2	250
			P	50	30	85
	Бр.БНТ 1,9	Ribad	K	80	2	-
			P	50	30	-
	Бр.Х 0,5	Linnid	K	45	-	135
			P	22	11	60

T ä h i s e d: K - kõva (deformeerimisel kalestunud);

P - pehme (pärast deformeerimist lõõmutatud).

M ä r k u s e d: 1) keemilist koostist vt. [1];

2) $1 \text{ kg/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;

3) mehaanikalistest omadustest on antud keskmised väärtused.

TITAAAN

Titaani, eriti aga tema sulameid kasutatakse laialdaselt mõnes tööstusharus tänu väiksele tihedusele, suurele tugevusele nii toa- kui ka kõrgendatud temperatuuril ($150 \dots 500^\circ\text{C}$) ja korrosioonikindlusele agressiivses keskkonnas. Laevaehituses kasutatakse titaani pumpade, kruvide jms. valmistamiseks. Keemiamasinaehituses valmistatakse titaanist agressiivsete vedelike reservuaare ja torustikke, kondensaatoreid, anumaid jm. Titaani kasutatakse ka lennukiehituses, elektrokeemia tööstuses (suure elektrilise eritakistusega sulamitena), vaakuumtehnikas, meditsiinitehnikas (kirurgiaaparaadid ja -riistad, siseproteesid), samuti mõnes eritööstusharus.

Füüsikalisi ja mehaanikalisi omadusi vt. tab. 1.

Keemilised omadused. Agressiivsed keskkonnad, millele vastu Ti on püsiv: metallikloriidide lahused (Cu, Fe, Mg, Hg, Ni, Ag, Na, Zn jt.), välja arvatud kuum kontsentreeritud alumiiniumkloriidi lahus; gaasiline kloor, mis sisaldab üle 0,013%

veeauuru; lahjendatud soolhape tavalisel temperatuuril; keevad aluste lahused maksimaalkontsentratsioonidega 20% NH₄OH, 10% NaOH, 10% KOH; kuni 98% lämmastikhape toatemperatuuril; sulaväävel ja H₂S ning SO₂ küllastatud vesilahused; väävelhappe lahus kontsentratsiooniga kuni 5%, 35°C ja kuni 1% 85°C; orgaaniliste hapete ja ühendite lahused; merevesi ja mereatmosfäär.

13. Tehniline titaan

Mark	Lisandite maksimaalne sisaldus %						Mehaanikalised omadused	
	Fe	Si	C	H	O	N	σ_B kG/mm ²	δ %
BT1-00	0,12	0,8	0,05	0,008	0,10	0,04	30...45	20...30
BT1-0	0,18	0,10	0,07	0,010	0,12	0,04	40...55	20...30
BT1-1	0,25	0,12	0,08	0,012	0,15	0,05	45...60	12...20

- M ä r k u s: 1) tehnilisest titaanist toodetakse pooltooteid lehtedena, traadina, torudena ja sepistena;
2) 1 kG/mm² = 9,81 MN/m².

Titaanisulamid

Titaanisulamid sisaldavad 4...16% legeerivaid elemente Al, V, Sn, Mo, Nb, Mn. Struktuuri järgi liigitatakse: α ; $\alpha + \beta$ ja β Ti-sulamid. Kasutatakse peamiselt α ja $\alpha + \beta$ struktuuriga Ti-sulameid (α on tahke lahus H12 võrega Ti alusel; β on tahke lahus K8 võrega Ti alusel).

14. Titaani α -sulamitest pooltooted

Sulami süsteem	Mark	Pooltoote liik	Mehaanikalised omadused					
			Toatemperatuuril			Kõrgendatud temperatuuril		
			σ_B kg/mm ²	δ %	HB kg/mm ²	σ_B kg/mm ²	δ %	δ %
Tehnilli- ne Ti	BT1-00	Lehed, varvad, sepi- sed, traat jt.	30...45	20...30	-	-	-	-
	BT1-0	- " -	40...55	20...30	-	-	-	-
Ti-Al-Mn	OT4	Lehed	70...85	12...20	107...125	39	37	500
	BT4	"	80...90	15...22	285	54	12	400
Ti-Al	BT5	Sordi-valtsmetall, to- rud, traat, lehed, se- pised	80...95	12...25	285...340	45...52	9...20	400
Ti-Al-Sn	BT5-1	- " -	75...95	12...25	-	-	-	-

M ä r k u s i : 1) mehaanikalised omadused toatemperatuuril on antud lõmutatud oleku kohta (tab.16);

2) $1 \text{ kg/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;

3) keemilist koostist vt. [1].

15. Titaani ($\alpha + \beta$)-sulamitest pooltooted

Sulami süsteem	Mark	Pooltoote liik	Mehaanikalised omadused					
			Toatemperatuuril					
			σ_B kG/mm ²	δ %	HB kG/mm ²	σ_B kG/mm ²	δ %	
Ti-Al-Cr- -Mo	BT3-1	Sepised, varvad	95...120	10...16	260...340	58	14	450
Ti-Al-V	BT6	Lehed, sepised, varvad	90...100	8...13	320...360	57...60	9	400
Ti-Al-Mo	BT8	Sepised, varvad	105...118	8...12	310...350	72	8	500
Ti-Al-Mo- -V	BT14	Lehed	115...140	18	250...320	70...76	8...14	500

- Märkus i: 1) sulami BT-14 omadused on saadud pärast karastamist ja vanandamist (tab. 16);
 2) teiste sulamite omadused on toatemperatuuril saadud pärast loõmutamist (tab. 16);
 3) 1 kG/mm² = 9,81 MN/m²;
 4) keemilist koostist vt. [1].

16. Titaanisulamite termiline töötlemine

Termilist töötlemist kasutatakse mehaanikaliste omaduste parandamiseks.

Mark	Termilise töötlemise režiim
BT5	Löömutamine 750°C, jahutamine õhus
BT5-1	- " - 850°C, - " -
BT3-1	- " - 870°C, jahutamine ahjus kuni 650°C, hoidmine 650°C 1 tund, edasi jahutamine õhus
BT4	- " - 700°C, jahutamine õhus
OT4	- " - 700°C, - " -
BT6	Karastamine $\alpha + \beta$ piirkonnast, vanandamine 450...550°C
BT 8	- " - — " —
BT14	Karastamine 880°C, vanandamine 480...500°C

TSINK

Füüsikalisi ja mehaanikalisi omadusi vt.tab. 1.

Keemilised omadused. Tsink on keemiliselt aktiivne element. Lahustub hästi hapetes ja alustes. Kuni 600°C vesinik ei lahustu ei tahkes ega vedelas tsingis. Tsingi ja halogeenide ühenditest kasutatakse jootmisel räbustina klooritsinki $ZnCl_2$.

17. Tehniline tsink kangides (ГОСТ 3640-65 järgi)

Mark	Mini- maalne Zn si- saldus %	Valmista- mise viis	Markeeri- mise viis	Kasutusala
ЦВЗ	99,997	Rektifi- katsioo- nimestod	Helesinine riba	Keemiliselt puhaste reak- tiivide valmistamiseks
ЦВ	99,99	"-"	Kollane riba	Vastutusrikaste lennuki- ja autoaparaatide surve- valuks, keemiliste reak- tiivide valmistamiseks
ЦО	99,975	Elektro- luus	Värviga ei markeerita	Lehtede valmistamiseks, mida kasutatakse galvaa- nielementides; vastutus- rikaste lennuki- ja au- toaparaatide survevaluks; survega töödeldavate tsingisulamite valmista- miseks
ЦІ	99,95	- " -	Roheline riba	Survega töödeldavate su- lamite, lehtede, galvaa- nielementide (valandite), anoodide valmistamiseks; erivalgevaskede, konservi- karpide tīnatamise rābus- tite ja kõrgekvaliteetse tsinkvalge (värvi) valmis- tamiseks
Ц2	98,7	Destillat- siooni- meetod	Punane riba	Lehtede valmistamiseks, sagihulgas ka polügraafia- tööstusele, vase ja tsin- gi sulamite, tavalise tsinkvalge valmistamiseks ja terastraadi kuumalt tsinkimiseks
Ц3	97,5	- " -	Must riba	Tavaliste vase ja tsingi sulamite valmistamiseks ja kuumalt tsinkimiseks

Tsingisulamid

=====

Tsingi kasutamine sulamites muutub ikka laialdasemaks. Näiteks valgevaskedes on Zn sisaldus 50% lähedal, vase ja nikliga sulamites 20...35%. Kasutatakse ka tsingisulameid, s.t. sulameid, kus Zn > 50%, näiteks survevaluga valmistatavates armatuuridetailides, antifriksioonidetailides, survega töödeldavates sulamites, samuti ka Zn ja Pb sulamites trükiklišeede valmistamiseks.

18. Mõned tsingisulamid

Mark	Lisandeid %				Omadused				Kasutusala
	Al	Cu	Mg	Mn	Sulamis-temp. °C	σ_B kG/mm ²	δ %	HB kG/mm ²	
ЦАМ4-3	4	3	0,03	-	400	30	5	95	Survevaluks
ЦАМ4	4	0,5	0,04	-	389	25	3	75	"-
ЦАМ10-5	10	5	-	-	395	30	1	100	Laagriteks
ЦАМ9-1,5	9	1,5	-	-	-	25	1,5	95	"-
ЦАМ4-1	4	1	0,03	-	390	35	5	90	Pressimiseks, valtsimiseks
ЦАМ1	-	1	-	0,2	422	20	25	55	Pressimiseks, valtsimiseks
ЦА15	-	-	-	-	445	45	5	110	Pressimiseks
ЦАМ 0,2-4	0,2	4	-	-	460	30	25	85	Pressimiseks, valtsimiseks

- M ä r k u s e d:
- 1) nelja viimase sulami omadused on saadud pärast pressimist;
 - 2) $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;
 - 3) tsingisulamid on enamuses standardiseerimata;
 - 4) mehaanikalistest omadustest on antud keskmised väärtused.

TINA

Iseloomulikeks omadusteks on madal sulamistemperatuur, plastilisus ja suur korrosioonikindlus.

Füüsikalisi ja mehaanikalisi omadusi vt.tab. 1.

Keemilised omadused. Sn on püsiv niiskes ja tööstusgaasidest rikastatud atmosfääris, samuti väävelhappes. Soolhappes lahustub kergesti. Lämmastikhappes lahustub ja annab SnO₂. Süsinik, vesinik ja lämmastik tinaga keemilisi ühendeid ei anna.

19. Tehniline tina (ГОСТ 860-60 järgi)

Mark	Maksimaalne Sn-sisaldus %	Kasutusala
OB4-000	99,999	Pooljuhtide tehnikas
01 П.Ч.	99,916	Konservipurkide lehtterase tinatamiseks
01	99,90	Konservipurkide lehtterase tinatamiseks ja joodise ПOC-90 valmistamiseks
02	99,565	Babiidi Б-83, joodise ПOC-60, torude, lintide, toidunõude tinatamiseks
03	98,40	Joodise ПOC-40 ja tinasoolade valmistamiseks
04	96,35	Teiste tinajoodiste ja tinababiitide ning vähese tinasisaldusega sulamite valmistamiseks

PLII

Plii iseloomulikeks omadusteks on suur tihedus ja plastilisus ning madal sulamistemperatuur.

Füüsikalisi ja mehaanikalisi omadusi vt.tab. 1.

Keemilised omadused. Pb on võrdlemisi püsiv tööstusgaasidest rikastatud atmosfääris ega nõua kaitsekatet. Püsiv väävel-, fosfor- ja fluorvesinikhappes ning soolhappes. La-

hustub äädik- ja lämmastikhappes ning alustes. Vesiniku, lämmastiku ja süsinikuga ühendeid ei anna. On püsiv klooris ja vaavelvesinikus. Fluorvesinikus ei püsi.

20. Tehniline plii (ГОСТ 3778-65 järgi)

Mark	Minimaalne Pb-sisaldus %	Kasutusala
COOO	99,99954	Eriotstarbeks
COO	99,99852	Eriotstarbeks
CO	99,992	Eriti vastutusrikastel juhtudel
C1	99,985	Akumulaatoritööstuses plaatide ja pulbrite, polügraafiatööstuses matriitside valmistamiseks
C2	99,95	Happekindlate vooderduslehtede ja torude valmistamiseks
C3	99,9	Joodiste, babiitide, kaablikestade, trükitehnika sulamite, samuti ka varvide ja haavlite valmistamiseks

M ä r k u s: Peale tehnilise Pb turustatakse ka plii-antimoni sulameid (ГОСТ 1292-57), millede valmistamine on lihtsam. Neid markeeritakse järgmiselt: CCy1, CCyOII CCyOБ CCy4, CCyA, CCy2, CCyM, CCy3. Neid kasutatakse antimoni sisaldavate tinasulamite, nagu babiitide, trükitehnikasulamite jt. valmistamiseks.

Pliisulamid

Suur hulk pliid kasutatakse trükitehnikasulamites (vt. ГОСТ 5188-49 ja ГОСТ 5235-59), babiitides ja pronksides, kergesti sulavates sulamites ja joodistes.

21. Pliisulamid

Sulamid	Lisandeid %						Mehaanikalised omadused		
	Sn	Sb	Cu	Fe	Cd	Ca	σ_B kG/mm ²	δ %	HB kG/mm ²
Kaablikes- ta sulamid	-	0,5	-	-	-	-	1,9	49	5,7
	2	-	-	-	-	-	2,1	56	6,1
	-	-	0,06	-	-	-	1,4	67	4,6
	-	-	-	0,05	-	-	1,8	48	5,8
	-	0,5	-	-	0,25	-	2,1	41	6
	-	-	-	-	-	0,03	1,8	40	-
Akumulaato- risulam	-	6	-	-	-	-	4,8	24	13
"-	-	9	-	-	-	-	5,2	17	15,5
Lahustumatu anoodisulam	-	4... ...12	-	0,05	-	Ag 3...5	-	-	-
Haavlivalu sulamid: peenikeste haavlite	-	0,1... ...0,5	-	-	-	Na 0,02... ...0,04	-	-	-
keskmiste haavlite	-	-	-	-	-	As 0,06... ...0,2	-	-	-
suurendatud kõvadusega haavlite	-	1,0... ...1,5	0,02... ...0,04	-	-	-	-	-	-

- M ä r k u s: 1) $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$;
 2) mehaanikalistest omadustest on antud keskmised väärtused.

Laagrisulamid

=====

Laagrisulamid on suhteliselt pehmed ebaühtlase struktuuriga materjalid, millel on väike hõõrdetegur. Nende omaduste saamiseks võib terasest laagriliudu katta tina-, plii- või vask-antifriksioonsulamitega. Neid sulameid kasutatakse kõige vastutusrikkamates laagrites.

Kõvemad ja tugevamad, kuid halvemate antifriktsiooniliste omadustega on tsingi-, alumiiniumi- ja magneesiumisulamid. Neist materjalidest valmistatakse laagriliudu tervikuna ilma terasalust kasutamata.

Laagrisulam valitakse masina konkreetsete töötingimuste alusel, peamiselt laagri erisurve p ja libisemiskiiruse v alusel.

22. p ja pv keskmised väärtused mitmesugustes

laagrites

Laagri nimetus	p kG/cm ²	pv kG.m/cm ² .s
Metallilõikepinkide laagrid	5...20	10... 25
Reduktorite hammasülekannete võllide laagrid	10...40	30...200
Vedurite telgede laagrid	12...20	35... 70
Auruturbiini võllide laagrid	10...30	kuni 850
Elektrimootorite võllide laagrid	10...15	üle 180
Transmissioonivõllide laagrid	7...15	10... 20
Auto- ja lennukimootorite väntvõllide kepsulaagrid	kuni 200	kuni 800
Aurumasinate väntvõllide kepsulaagrid	üle 100	üle 150
Sama kompressoritele	"-	üle 50
Sama ekstsentriskressidele ja kaaridele	üle 500	-
Valtspinkide valtside laagrid	üle 500	kuni 1000

M ä r k u s : $1 \text{ kG/cm}^2 = 0,0981 \text{ MN/m}^2$;
 $1 \text{ kG/cm}^2\text{s} = 0,0981 \text{ MN/ms}$.

Babiidid. Tinababiitide põhikomponentideks on antimon, vask, tina. Sb ja Sn moodustavad rea tahkeid lahuseid. Kui Sb on üle 7,5%, siis lisanduvad põhistruktuurile kõvad β -kristallid. Kui Cu on üle 1%, lisanduvad Cu ja Sn keemilise ühendi kristallid. Sn ja Pb moodustavad eutektikumi.

23. Tina- ja pliihabiidid (ГОСТ 1320-55 järgi)

Mark	Põhikomponendid %								Lisandid %
	Sb	Cu	Cd	Ni	As	Te	Sn	Pb	
Б89	7,75	3	-	-	-	-	üle- jäänud	-	0,55
Б83	11	6	-	-	-	-	üle- jäänud	-	0,55
БН	14	1,75	1,5	1	0,7	-	10	üle- jäänud	0,35
БТ	15	0,9	-	-	-	0,05... ...0,2	10	üle- jäänud	0,6
Б16	16	1,75	-	-	-	-	16	üle- jäänud	0,6
Б6	15	2,75	2	-	0,8	-	5,5	üle- jäänud	0,4

Kaltsiumbabiidis tugevdab pehmet tina Na ja Pb tahke lahuse. Keemilise ühendi Pb_3Ca kristallid moodustavad kõvu struktuuriosi.

24. Kaltsiumbabiidid (ГОСТ 1209-59 järgi)

Mark	Põhikomponendid %					
	Ca	Na	Sn	Mg	Al	Pb
БКА	1	0,75	-	-	0,05... ...0,2	üle- jäänud
БК2	0,45	0,25... ...0,50	1,5... ...2,5	0,04... ...0,09	-	üle- jäänud

25. Tina- ja pliibabiitide omadusi ja kasutusalasid

Mark	Lubatavad eksploatat-siooniomadused			Kasutusala
	p kg/mm ²	v m/s	pv kgm/cm ² .s	
B83	200	50	1000	Auruturbiinide, turbokompres-sorite, turbopumpade, kompres-sorite (üle 500 hj), diislite, merelaevade kiirkaiguga auru-masinate, laeva- ja statsio-naaraurumasinat (üle 1200 hj), elektrimootorite (üle 750 kW), generaatorite (üle 500 kW) laag-ritele ja laagriitudadele pea-levelamiseks
BH	150	15	800	Traktorite ja autode sisepele-mismootorite kepsu- ja raam-laagrite, auruturbiinide, laeva- ja statsionaarsete auruma-sinate (kuni 1200 hj.) veduri-te, saekaatriite, hüdroturbiinide, elektrivedurite elektri-mootorite (250...750 kW), ge-neraatorite (kuni 500 kW), kompressorite (kuni 500 kW), tsentrifugaalpumpade (kuni 2000 hj.), vaakumpumpade, redukto-rite, tõstemasinate (kuni 1800 hj.) ülemistele laagri-pooltele pealevalamiseks
BT	150	15	800	Traktorite ja automootorite kepsu- ja raamlaagritele pea-levelamiseks
B 16	150	6	500	Auruturbiinide, laeva ja stat-sionaarsete aurumasinat (ku-ni 1200 hj.) vedurite, sae-kaatriite, hüdroturbiinide, elekt-rivedurite, elektrimootorite (250...750 kW), generaatorite (kuni 500 kW) kompressorite (ku-ni 500 hj.), tsentrifugaalpum-pade (kuni 2000 hj.), vaakuum-pumpade, redukto-rite, tõstema-sinate (kuni 1800 hj.) ülemis-tele laagripooltele pealeva-lamiseks

Tabeli 25 (järg)

Б 6	50	6	50	Naftamootorite, kompressorite, metallilõikepinkide, transmissiooni-, ventilaatorite, elektrimootorite (100...250 kW), kuulveskite, gaasi- ja bensiinimootorite, väikes- te valtspinkide hammasülekan- de võllide laagritele peale- valamiseks
-----	----	---	----	---

M ä r k u s e d: 1) $1 \text{ kG/cm}^2 = 0,0981 \text{ MN/m}^2$;
 $1 \text{ kGm/cm}^2\text{s} = 0,0981 \text{ MN/ms}$;
 2) ülaltoodud sulamite kõvadused on piirides
 $\text{HB} = 24...32 \text{ kG/mm}^2$ ($240...320 \text{ MN/m}^2$).

Alumiiniumi laagrisulamite suhteliselt suure kõvaduse tõttu (võrreldes babiidiga) soovitatakse võll samuti kõvem valmistada (tsementeeritud, nitreeritud või nitrotsementeeritud). Teiseks iseärasuseks on suur soojuspaisumistegur, mistõttu laagris peab olema lõtk suurem kui tavaliselt (kuni 0,1 mm) ja minimaalne pingus korpusesse asetamisel. Vastasel juhul võib tekkida hõõrdumisel sööbimine. Tab. 26 toodud sulameid kasutatakse peamiselt tina- ja pliipronksi asendamiseks.

26. Alumiiniumi ja magneesiumi laagrisulamid

Sulami nimetus	Sulami põhikomponendid %					Lisan- did %	Kõvadus HB kG/mm^2
	Cu	Ni	Fe	Zn	Al		
AM 8	8	-	-	-	üle- jäänu	0,8	60...70
Alkusiin	8,5	-	-	Si 2	üle- jäänu	3,5	70...80
AK-6 (sur- vega töödel- dud)	-	-	6	-	üle- jäänu	0,8	35...40
AH 2,5	-	2,3... ...3	-	-	üle- jäänu	0,7	35...40
ML4	üle- jäänu	Mg		2,5	6	0,6	50

M ä r k u s: $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$

Pliipronkse kasutatakse laagrimaterjalina löökoormusega laagrites, näiteks lennukimootorite omades. On kasutatud kaht marki Bp.C 30 ja Bp.OC 1-22, omadusi vt.tab. 12 (vase valusulamid).

Tsingi antifriktsioonsulameist on parimad need, milles on alumiiniumi- ja vaselisandeid. Tinapronksidele lähedaste mehaanikaliste omaduste, samuti heade valu- ja antifriktsiooniliste omaduste tõttu kuuluvad tsingisulamid parimate laagrisulamite asendajate hulka.

27. Tsingi laagrisulamid (ГОСТ 7117-62 järgi)

	Põhikomponendid %				Lisandid %	Mehaanikalised omadused		
	Al	Cu	Mg	Zn		σ _B kG/mm ²	δ	
							%	HB kG/mm ²
ЦАМ 10-5	10...12	4...5,5	0,03...0,06	jääk	0,35	30	1	100
ЦАМ 9-1,5	9...11	1...2	0,03...0,06	jääk	0,35	25	1,5	95

M ä r k u s : $1 \text{ kG/mm}^2 = 9,81 \text{ MN/m}^2$

Tsink-laagrisulamite kasutamisel tuleb suurt paisumistegurit arvestades võtta laagri ja võlli lõtk 20...25% suurem kui tinapronksist laagritel. Puksi ja laagrikorpuse vaheline pingus tuleb võtta väike (0,02...0,03 mm) ja kasutada mehaanilist kinnitust. Võllile tuleb anda suur kõvadus (karastada, tsementeerida, nitreerida või nitrotsementeerida). Töötemperatuur laagris ei tohi ületada 80...100°C.

Heaks kiidetud kateedri koosolekul
25.III 1968.

K i r j a n d u s :

1. Материалы в машиностроении. т.1, Цветные металлы и сплавы. Изд. Машиностроение, Москва 1967.
2. Справочник по машиностроительным материалам, т.2. Машгиз, Москва 1959.
3. Справочник металлиста, т.2. Изд.Машиностроение, Москва 1965.
4. Riiklikud standardid.

N. V. Sõgoll nim.
Tartu Linna
Keskraamatukogu

S i s u k o r d

Alumiinium	4
Alumiiniumisulamid	7
Magneesium	12
Magneesiumisulamid	13
Vask	17
Vasesulamid.	19
Titaan	23
Titaanisulamid	24
Tsink.	27
Tsingisulamid.	29
Tina	30
Plii	30
Pliisulamid.	31
Laagrisulamid.	32

Hind 7 kop.

A
30132

5150315

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00515031 5