

## 10-modul. Rangli metallar.

### Reja:

1. Alyuminiy , mis ,titan, nikel va ularning qotishmalari.
2. Materialshunoslikda qo'llaniladigan boshqa rangli metall va qotishmalar.

**Alyuminiy** metallar orasida eng ko'p tarqalgani va bu jihatda 1-o'rinda turadi. Mashinasozlikda eng ko'p tarqalgan, chunki nisbiy puxtaligi, elektr va issiqlik yaxshi o'tkazishi, zanglamasligi (korroziya bardoshligi) yaxshi.

**Kristall panjarasi:** yoqlari markazlashgan kub;  $\sigma_v=9-12 \text{ kg/mm}^2$  ( $90-120 \text{ MPa/m}^2$ );  $\delta=10-25\%$ ;  $NV=25-35$ ; zichligi  $\gamma=2700 \text{ kg/m}^3$ .

Zichligi – solishtirma og'irligi  $5000 \text{ kg/m}^3$  dan kam bo'lgan metallar yengil metallar deb nomlanadi.

Alyuminiy sirtida zich alyuminiy oksid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) pardasi hosil bo'lib, metallning ichki qismlarini korroziyalanishdan saqlaydi.

Samolyotsozlikda, kemasozlikda, mashinasozlikda alyuminiyning qotishmalari keng ishlatiladi: **duralyuminiy**(Al-Cu-Mg), **silumin**(Al-Si), **magnaliy** (Al-Mg) lar, qaysilarki, quyish usuli bilan olinadi. Bundan tashqari alyuminiy kukuni qotishmalari ishlatiladi: **SAP** – «spechennaya alyuminievaya pudra» – pishirilgan alyuminiy kukuni:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  zarrachalari (6-22%) Al bilan biriktiriladi: **SAS** – «spechenные alyuminievые сплавы» – pishirilgan alyuminiy qotishmalari». Bular tarkibiga  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan tashqari Fe, Hi, Cr, Mn, Cu qo'shiladi (shular bilan legirlanadi).

Alyuminiy tarkibida doimiy elementlar bor: Fe, Si, Cu, Zn, Ti. Bularning hajmiga qarab, tozalik bo'yicha alyuminiy quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. **Alohida tozalikdagi alyuminiy:** A999. Bunda qo'shimchalar miqdori 0,001%.
2. **Yuqori tozalikdagi alyuminiy:** A995, A99, A97, A95. Bunda qo'shimchalar 0,5% gacha.
3. **Texnik tozalikdagi alyuminiy:** A85, A8, A7, A5, A0. Qo'shimchalar 0,15 ..... 1,0%.

Qo'shimchalar alyuminiyning elektrik va texnologik xossalariga kuchli ta'sir qiladi. Fe, Si – asosiylari. Fe elektr o'tkazuvchanlikni va plastiklikni kamaytirib, puxtalikni biroz oshiradi. Si, Cu, Mg, Zn, Mn, Hi, Cr –lar puxtaligini oshiradi. Puxtaligi yuqori bo'lmaganidan alyuminiydan kuch kam qo'yilgan detallar, konstruksiyalar, issiqlik o'tkazish kerak bo'lgan, korroziya bardosh yengil detallar yasaladi. Texnikaviy alyuminiy AD va AD1 yarim **mahsulot** list, chivik, profily tarzida chiqariladi. Yuqori tozalikdagi alyuminiydan folga, tok o'tkazadigan va kabelь **mahsulotlari** yasaladi.

Mashinasozlikda alyuminiy qotishmalari keng qo'llaniladi. Legirlovchi elementlar sifatida Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Li, Ni, Ti, Sb lar ishlatiladi.

A – harfi texnikaviy alyuminiylikini ko'rsatadi.

AK – bolg'alanuvchi texnikaviy alyuminiy qotishmasi.

V – yuqori puxtalikdagi alyuminiy qotishmasi qotishmasi.

AL – quyma alyuminiy qotishmasi.

Raqaamlardan keyingi harflar quyidagilarni bildiradi:

M – yumshok-«myagkiy» («otojenny»)»

T – termik ishlangan (toblash va puxtalash «starenie» ma'nosida)

N – «nagartovanny»-pachaklash hisobiga puxtalikni oshirish.

### **Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari**

Ikki guruhga bo'linadi: a) termik ishlash natijasida puxtaladigan; b) puxtalanmaydigan.

Termik ishlash natijasida puxtalanadigan Al qotishlari 1) o'rtacha puxtalikdagi, 2) yuqori puxtalikdagi, 3) utga bardosh, 4) bolg'alanuvchi va shtamplanuvchi qotishmalarga bo'linadi.

**Duralyumin** – bu o'rtacha puxtalikdagi qotishma, D harfi bilan belgilanadi. Tizimi - Al-Cu-Mg. Masalan: D1; D16; D18. Qo'shilgan Mg korroziya bardoshligini oshiradi, qayta kristallanish haroratini ko'taradi, mexanik xossalarini yaxshilaydi.

Toblash: qizdirish 415-505°S (D1, D18) yoki 490-500°S (D16), so'ng suvda sovutish. So'ng tabiiy va suniy chiniqtirish (starenie).

Korroziya bardoshligini oshirish uchun sirtki yuzasi texnikaviy alyuminiy bilan «plakirovka» qilinadi (qoplanadi).

Duralyumindan samolyot detallari yasaladi: D1 dan samolyot vinti (charxpalagi); D16 dan fyuzelyaj sinchlari, D18 dan zaklepkalar.

**Yuqori puxtalikdagi qotishmalarga** V95, V96 kiradi. Tizimi – Al-Zn-Mg-Cu. Legirlovchi Mg, Cr. Korroziya bardoshligini va chiniqish samaradorligini oshiradi. Toblash 460-480°S, sun'iy chiniqtirish ( $t=120-140^{\circ}\text{C}$ ). Plakirovka ham qilinadi: Al + 1%Zn bilan. Samolyotning tashqi qismlari ishlanadi (120°S dan oshmasligi kerak).

**Utga bardosh qotishmalarga** AK-4, AK-4-1 kiradi. Bunga legirlovchilar Fe, Ni, Cu qo'shiladi, qaysilarki puxtalovchi fazalar  $\text{CuAl}_2$ ,  $\text{CuMgAl}_2$ ,  $\text{Al}_{12}\text{Mn}_2\text{Cu}$  lar hosil qiladi.

**Bolg'alash va shtamplash** usuli bilan ishlov beriladigan qotishmalar (AK6, AK8) yaxshi plastiklikka ega. Ular bosim ostida ishlaganda darzlar hosil bulmaydi. Bunday qotishmalar Al-Cu-Mg turkumiga kiradi. Shtamplash va bolg'alash 450-475°S da olib boriladi: toblanadi, chiniqtiriladi (starenie).

Termik ishlash natijasida puxtalanmaydigan deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalariga Al-Mn\$ Al-Mg kiradi: AMts; AMg2; AMg3 ...5, 6. Bular yuqori plastiklikka, korroziyabardoshlikka ega; yaxshi payvandlanadi.

### **Quyma qotishmalar**

Bularga Al-Si; Al-Cu; Al-Mg tizimlari kiradi. Mexanik xossalarni yaxshilash uchun Ti; Ts; P; V bilan legirlanadi. Qotishmalarning yaxshi tomonlari suyuq holda yaxshi oquvchanligi (jldkotekuchesbt), oz kirishuvchanligi; mexanik xossalarini yaxshiligi.

**Siluminlar** (Al-Si) eng yaxshi quymakorlik xossalariga ega: yaxshi kesib ishlanadi, payvandlanadi. Kompresor korpuslari, bloklar, tsilindr porshenlari ishlanadi. Markalari: AL2(10-13%Si). AL(8-10%Si).

**Magnalinalar** (Al-Mg) uzida evtektika fazasi yo'qligidan quymakorlik xossalari yetarli yuqori emas, har xil qo'shimcha elementlarga sezgir. Markalashi: AL8, AL27..... Bular yuri korroziyabardosh, puxta, yaxshi kesib ishlanadi. Ti, Ts bilan legirlansa, mexanik xossalari yaxshilanadi.

**Podshipnik uchun ishlatiladigan alyumin qotishmalari** O'zlarining ishkalanib yeyilishga qarshiligi bilan qo'rg'oshinli bronzadan qolishmaydi. Ammo, korroziya bardoshligi va texnologikligi bilan undan yuqori. Markasi ASM. Qotishma ASS – 6-5 tarkibida 5% qo'rg'oshin bor. ASM va ASS – 6-5 podshipnik materiallaridan sirpanish podshipniklari yasaladi (dizel yuritgichlari uchun).

### **Alyuminiy kukun qotishmalari**

**Kukun metallurgiyasi asosida olingan alyuminiy qotishmalari** Mustahkamligi, xossalarining yuqori temperaturaga barqarorli hamda korroziyabardoshligi jihatdan quyma alyuminiy qotishmalaridan ustun turadi. 2 xil bo'ladi:

1) SAP – qizdirib presslangan alyuminiy kukuni («spechenный alyuminievy poroshok»).

2) SASP - qizdirib presslangan alyuminiy qotishmasi («spechenный alyuminievy splav»).

SAP – bu alyuminiy va alyuminiy oksidi aralashmasidan iborat. ( $Al_2O_3$ ) ning kukunlarining aralashmasidir. Kukun toza texnikoviy alyuminiy azotli muhitga purkash yo'li bilan olinadi. So'ngra maxsus sharikli tegirmonlarda maydalanadi. Zarrachalanishda (dispergirovaniye) zarrachalarning ustki qismi 0,01-0,1 mkm qalindlikda alyumin oksidi bilan qoplanadi. Tayyor kukun tarkibida 6-22%  $Al_2O_3$  bo'ladi. Markalanishi: SAP–1, SAP–2, SAP–3, SAP–4. Kukun soviq holda qolipda qisilib, chalmaklar (briketlar) olinadi. So'ngra  $T = 260-400$  MPa da ishlanadi. Alyumin bu yerda bog'lovchi.

SAS – bu alyumin kukuni va ozgina  $Al_2O_3$ , qaysilarki, Fe, Ni, Cr, Mn, Cu bilan legirlangan. SAS – 1 da 25-30% Si va 7% Ni bor.

### **Alyumin qotishmalarini klassifikatsiyasi**

Alyumin qotishmalarining asosiy legirlovchi elementlari: Cu, Mg, Si, Mn, Zn va kamroq: Ni, Li, Ti, Beriliy, Tsirkoniy. Bularning ko'pchiligi chegaralangan qattiq eritma hosil qiladi. Alyumin qotishmalari quyidagi mezonlar bo'yicha klassifikatsiya qilinadi:

- a) Ishlab-chiqarish texnologiyasi.
- b) Termik ishlashga moyilligi.
- v) Xossalariga qarab.

Barcha alyumin qotishmalarini uchta gruppaga bo'lish mumkin:

1. Deformatsiyalanadigan qotishmalar (termik ishlash natijasida puxtalanadigan va puxtalanmaydigan)

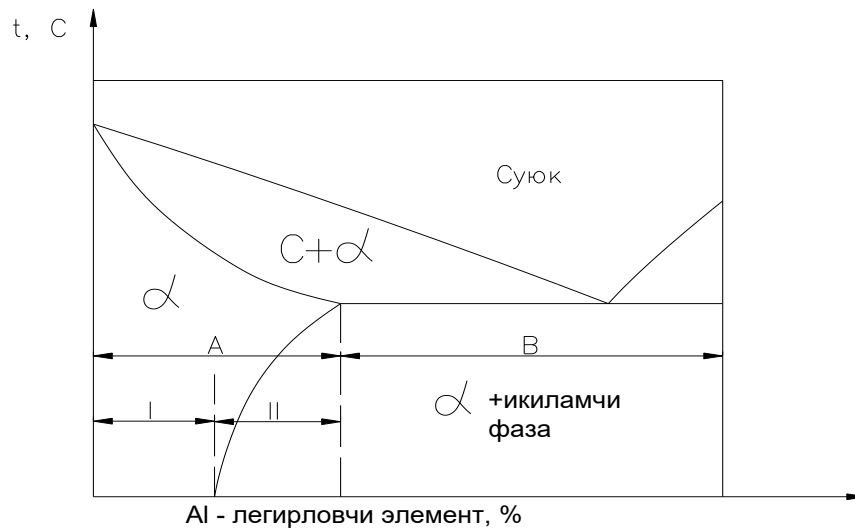
2. Quyma qotishmalar

3. Kukun metallurgiyasi asosida olingan qotishmalar: SAP, SAS. Deformatsiyalanadigan va quyma alyumin qotishmalari orasidagi chegara - bu alyumin qattiq eritmasini evtektika haroratida to'yinish chegarasidir. Rasmga qarang: A - deformatsiyalanadigan qotishma. Bu ham ikki bo'lakdan iborat:

**I - puxtalanmaydigan termik ishlanganda**

**II - puxtalanadigan termik ishlanganda.**

Puxtalanadigan va puxtalanmaydigan qotishmalar chegarasi - bu alyumin qattiq eritmasini uy haroratida to'yinish chegarasidir.



**Rasm 1. A - deformatsiyalanadigan qotishma**

**V - quyma qotishma**

**I - puxtalanmaydigan termik ishlash bilan**

**II - puxtalanadigan termik ishlash bilan.**

### **Markalanishi**

Harf va raqamlar bilan belgilanadi.

1. Deformatsiyalanadigan qotishmalar: quydagicha belgilanadi: D, AD, AK, AM, AB.

2. Quyma qotishmalar AL bilan belgilanadi.

3. Dyuralyumin D harfi bilan belgilanadi: D1, D16.

4. Avialь qotishmasi AV bilan belgilanadi. Avialь - Al-Mg-Si (bu dyuralyuminii deformatsiyalanadi).

5. Alyuminiyni Mg va Mn bilan qotishmasi AMg va AMts bilan belgilanadi. Bulardagi raqamlar magniy miqdorini bildiradi: AMg1, AMg6. 6. AD deformatsiyalanadigan alyuminiyni bildiradi.

7. Bolg'alanuvchi qotishmalar (кованные) AK bilan belgilanadi AK4-1, AKb, AK8.

Bu markirovka bir xil emasligi va sistemasi kamchiliklari bir. Shu alyuminiy qotishmalariga 4 raqamli markirovka tizimi qo'llanilyapti:

1. Birinchi raqam qotishmalarning asosini ko'rsatadi. Alyuminiyga 1 raqam berilgan.

2. Ikkinchi raqam bosh legirovchi elementni yoki bosh legirovchi elementlarni gruppasini belgilaydi.

3. Uchinchi yoki uchinchi 3ikkinchi bilan eski markirovkaga to'g'ri keladi.

4. Turtinchi raqam: toklari("0"ni ham hisobga olib) qotishma deformatsiyalanadi degani. Masalan, D16 alyuminiy qotishmasi 1160 deb belgilanadi, D19 alyuminiy qotishmasi esa 1190 deb belgilanadi.

5. Tajribaviylarini oldiga 0 qo'yiladi: 01420.

6. Quyma qotishmalar oxiriga juft raqam qo'yiladi: AL2, AL4.

7. Metallokeramik usulida olinganlar oxiriga 9 qo'yiladi.

8. Simli qotishmalarga oxiriga 7 qo'yiladi.

Qotishma tozaligini markirovkadan keyin harflar bilan belgilanadi:

Pch - "prakticheskiy chisty" - amalda toza

Ch - "chisty" - toza

Och - "ochen' chisty" - juda toza

Bular zararli qo'shimchalar (Fe, Si, va h.k.) bo'yicha

"Polufabrikat" alyumin qotishmalari holati quyidagicha belgilanadi:

M - yumshok, bo'shatilgan - "myagkiy"

T - "zakalenny i yestestvenno sostarenny" - toblangan va tabiiy eskirgan.

T1 - "zakalenny i iskustvenno sostarenny" - toblangan va suniy eskirgan.

N - "nachartovanny" - puxtalangan bosim bilan ishlanib.

N1 - "usilenny nachartovanny" - qattiq puxtalangan (20%).

ASM - "antifriktsionny splav" - ishqalanishga qarshi qotishma (alyuminiy, sur'ma, magniy).

tajribaviy

### **Mis va uning qotishmalari**

Suyuqlanaish harorati – 1083°S. Zichligi – solishtirma og'irligi  $\gamma = 8,93 \text{ kg/sm}^3$  ga teng. Kristall panjarasi yoqlari markazlashgan kub. Mustahkamligi  $\sigma_v = 240 \text{ MPa}$  ( $24 \text{ kg/mm}^2$ ), nisbiy uzayishi  $\delta = 50\%$ , qattiqligi  $NV = 35$ .

Yuqori issiqlik va elektr o'tkazuvchanlik, plastiklik, karroziyabardoshlik qobiliyatlariga ega.

Kamchiliklari bulmish past quymakorlik xususiyatlari, kesib yomon ishlanishi, nisbatan puxtamasliliklarni har xil elementlar bilan legirlash orqali yo'qotish mumkin.

Misning fiziko-mexanika xossalariga qo'shimchalar yetarli ta'sir qiladi. Shu nuqtai nazardan qo'shimchalar quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. Bosim bilan ishlashda (sovuq va issiq holda) puxtalikni pasaytiruvchilar: O<sub>2</sub>, Pb, S, Se, Fe, Sb, Bi.

2. Qirqib ishlashni osonlashtiruvchilar: Se, Pe, Te, Si.

3. Issiq va elektr utkazuvchanlikni pasaytiruvchilar: Pb, As, Sb, Fe, Al, P.

4. Korroziyabardoshlikni kamaytiruvchilar: O<sub>2</sub>, Fe.

5. Korroziyabardoshlikni oshiruvchilar: Be, Al.

6. Mis puxtaligini oshiruvchilar: Fe, P.

GOST 859-79 bo'yicha quyidagi markali mis chiqariladi: katodli – MV<sub>4k</sub>; MOO<sub>k</sub>; MO<sub>ku</sub>; MO<sub>k</sub>; M1<sub>k</sub>; kislorodsiz – MOO<sub>b</sub>; MO<sub>b</sub>; M1<sub>b</sub>; katodli qayta eritilgan – M1<sub>u</sub>; qaytarilgan (raskislennaya) - M1<sub>r</sub>; M2<sub>r</sub>; M3<sub>r</sub>; M3.

Qo'shimchalarning miqdoriga qarab: MOO (99,99% Cu), MO (99,95% Cu), M1 (99,9% Cu); M2 (99,7% Cu); M3 (99,5% Cu).

Mis qotishmalari kimyoviy tarkibiga qarab bo'linadi: **latunlar, bronzalar, mis-nikel qotishmalari**. Texnologik vazifasiga qarab: deformatsiyalanadigan, quyma. Mexanik ishlashdan so'ng puxtalanishiga qarab: puxtalanadiganlar, termik ishlash bilan puxtalanmaydigan.

### **Latunlar**

Mis qotishmasida rux (tsink) asosiy legirlovchi (element) komponent - tashkil etuvchi bo'lsa, qotishma latun deb nomlanadi. Ikki komponentli va ko'p komponentli bo'ladi. Ikki komponentlilari L90 markalanadi: bunda 90% mis, qolgani rux hisoblanadi.

Ko'p komponentlisi: LANKMts 75-2-2,5-0,5-0,5 bu 75% Cu; 2% - Al; 2,5% - Ni; 0,5% - Si; 0,5% marganets; qolgani rux degani.

Amaliyotda tarkibida 45% gacha rux bo'lgan latunlar ishlatiladi.

Mexanik va texnologik xossalarini yaxshilash uchun Fe qo'shiladi. Qo'rg'oshin plastiklikni yomonlashtiradi. Fosfor qattqlikni oshirib, plastiklikni ancha pasaytiradi. Al; Si; Mn ta'sir kilmaydi hisobda. Karroziyabardoshlikni oshirish uchun Al; Si; Mn; Ni qo'shiladi. Qalay qo'shilsa mexanik ishlash osonlashadi va ishqalanib yeyilishga qarshiligi ortadi: LO 90-1.

### **Bronzalar**

Mis qotishmasida asosiy komponentlar kalay; Al; beriliy; Si; qo'rg'oshin bo'lsa, qotishma bronza deyiladi. Markalanishi: BR OF 6,5-0,15 da 6,5% - kalay, 0,15% - fosfor bor; qolgani mis.

Misning nikel va boshqa legirlovchi elementlar bilan qotishmalari bronzaning alohida turlari bo'lib, ularni mel'xior, neyzilber, kunial, kopelyam deb nomlashadi. Masalan, mel'xior MNJ Mts 30-1-1 da 29-33% Ni va Co; 0,5-1% - Mts; 0,5-1% - Fe bor, qolgani mis.

Bronzalar 2 turga bo'linadi: a)qalayli; b) maxsus-qalaysiz.

Qalayli bronzalar yuqori antifriktsion-ishkalanib yeyilishga qarshiligi xususiyatiga ega, kizib ketishga befarq, sovuqqa chidamli, magnit emas. Kamchiligi quymada govaklar hosil bo'lishiga moyiligi.

Fosfor bilan legirlansa, mexanik, texnologik va antifriktsion xossalari ortadi. Qo'rg'oshin qo'shilsa; zichligi oshadi, antifriktsionligi ortadi; qirqib ishlash osonlashadi; lekin mexanik xossalari yomonlashadi. Rux texnologik xossalarni yaxshilaydi, temir (0,09%) mexanik xossalarni yaxshilaydi.

Legirlash darajasi meoridan oshirib yuborilsa, korroziya bardoshligi va texnologik xossalari birdaniga (rezko) pasayadi.

## Titan va uning qotishmalari

Sanoatning ayniqsa aviatsiya va kosmik texnikasining rivojlanishi **erish harorati yuqori bo'lgan materiallarga** bo'lgan talabni oshirdi. qiyin eriydigan metallarning erim temperaturasi  $1539^{\circ}\text{S}$  (toza temir erish) dan yuqori bo'ladi va bularga quyidagilar kiradi: **titan, tsirkoniy, gafniy, vanadiy, niobiy, tantal, xrom, molibden, reniy, osmiy, radiy**. Platina gruppasidagi metallar ham qiyin eriydigan metallarga kiradi, lekin ularni kobul qilingan koidaga qarab nodir metallar guruhiga qo'shiladi.

Gafniy, radiy, osmiy, reniyar kam uchraydigan elementlarga qo'shiladi. Amalda ko'p ishlatiladigani vol'fram, molibden, tantal, titan, tsirkoniy.

Erish haroratlari: W=3400 °S; Re=3180 °S; Ta=2996 °S; Mo=2625 °S; Nb=2500 °S; Hb=2222 °S; Cr=1910 °S; V= 1900 °S; Zr=2860 °S; Ti=1725 °S;

Qiyin eriydigan metallarning mexanik, elektrik, fizik xossalarining bir-biriga monanligi ("optimal") ularni mashinasozlikda Ayniqsa samolyot va raketa kurishda ko'p ishlatilishiga sababdir.

Qiyin eriydigan metallarning mexanik xossalari ularning "primes"lardan ( $\text{N}_2$ ;  $\text{O}_2$ ; S) tozaligiga, termik va mexanik ishloviga bog'liq.  $\text{N}_2$ ; C;  $\text{O}_2$ ;  $\text{H}_2$  lar vol'fram, tantal, molibden, niobiylarni murtlashtiradi. dastlab plastik deformatsiyalab, so'ng bo'shatilsa mustahkamlik ortadi.

Qiyin eriydigan metallar - k.e.m. eng kerakli ekspluatatsion xossalariga ularning ishlash harorati, termoemissiya tokining zichligi ("plotnost'"), nisbiy elektroqarshiligi kiradi. Shuning uchun ular radio-va elektron apparaturalarida ko'p ishlatiladi.

W-Mo; W-Cu; W-Ag larning elektroerroziya yeyilishiga qarshiligi katta, shuning uchun ular yuqori yuklangan ("высоконагруженный") kontaktlarda ishlatiladi.

W ning erish harorati ancha yuqori –  $3410^{\circ}\text{S}$ . U qattiq qotishmalarni ishlab chiqarishda va po'latlarni legirlashda ishlatiladi.

Nb - atom texnikasida, elektrotexnikada, radioelektronikada, asbobsozlik va o'tga chidamli po'latlarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Ta - tashqi muhit ta'siriga chidamliligi nodir metallardan qolishmaydi. Shuning uchun u korroziyaga va yeyilishga chidamli qotishmalar olishda ishlatiladi.

Reniy - mexanik xossalari yuqori, elastik deformatsiyasi yuqori, korroziya bardosh. Reniyning molibden va nikel bilan qotishmasi yuqori haroratda ham yuqori puxtalikka ega.

Tsirkoniy - K.E.M. lar ichida eng ko'p qo'llaniladigani. Sababi: tabiatda yetarli tarqalganligi, korroziya bardoshligi, texnologikligi.

Uni tozalab "naklep" - qilinsa, uning mexanik xossalari ortadi. K.E.M. asosan kukun metallurgiyasi usuli bilan qayta ishlanadilar.

Titan –  $1725^{\circ}\text{S}$  da eriydi,  $3000^{\circ}\text{S}$  da qaynaydi. Solishtirma og'irligi  $\gamma=4,54\text{kg}/\text{sm}^3$ . Ikki xil allotropik shaklga ega:  $882^{\circ}\text{S}$  dan yuqorida  $\beta$ -titan, pastda  $\alpha$ -titan holdida.  $\alpha$ -titanning kristallik panjarasi geksagonal, atomlari zich joylashgan.  $\beta$ -titanning kristallik panjarasi hajmi markazlashgan kub.

Titan 1791 yilda kashf etilgan. Er pustlagidagi zapasi-zahirasi bo'yicha 4-o'rinda (Al, Fe, Mg dan keyin).

Titan yaxshi kesiladi, bolg'alanadi va prokatlanadi. Titanni prokatlab, tunika, lenta va hatto zarlar ("folbga") - titan kog'ozi hosil qilish mumkin.

Titanning karroziyabardoshligi yuqori, zanglamas po'latlardan ham yuqori. Titan atmosferada, chuchuk suvda, dengiz suvida, organik kislotalarda, ba'zi anorganik kislotalarda, uyuvchi ishqorlarda korroziyalanmaydi. Titan havoda 400-600°S qizdirilganda uning sirti yupqa oksid plenkasi bilan (parda bilan) qoplanadi, bu parda o'zi ostidagi qismini korroziyalanishdan soklaydi. Yana qizdirilsa, kislorod eriy boshlaydi. Natijada titanning plastikligi pasayib ketadi. Titan xlorid, sul'fat va ftorid kislotalar ta'siridagina korroziyalanadi.

Titan yuqoridagi xossalariga asosan kemalarni sirtini qoplashda va kimyo mashinasozligida ishlatiladi.

Titan alyuminiydan ozroq og'ir (zichlik - "plotnost'": Al uchun  $\gamma=2,7 \text{ g/sm}^3$ ; Ti uchun  $\gamma=4,51 \text{ g/sm}^3$ ; Fe uchun  $\gamma=7,68 \text{ g/sm}^3$ ). Lekin puxtaligi alyuminiy puxtaligiga karaganda 3 baravar ortiq. Shuning uchun titan samolyotsozlikda ko'p qo'llaniladi.

Titanning kamchiliklari ham bor: normal elastiklik moduli po'latnikidan ikki barovar kichik. Bu bikir va ustivor konstruktsiyalar yaratishni qiyinlashtiradi. Yuqori haroratdagina emas, balki normal haroratda ham yeyiluvchanlik xossasi namoyon bo'ladi.

Quyidagi jadvaldan ko'rinib turibtki, titan tarkibidagi qo'shimchalar miqdorining ortib borishi bilan, uning qattiqligi, mustahkamligi ortib plastikligi kamayib boradi.

VT1, VT2 markali texnikaviy titandan xivich (prutok), tunuka, lenta, pokovka kabi zagotovkalar tayyorlanadi.

Texnikaviy titan konstruktsion material sifatida juda kam ishlatiladi, chunki mexanik xossalari yuqori emas.

Titan qotishmalari quyidagicha klassifikatsiya qilinadi: 1. Qayta ishlash texnologiyasiga qarab: quyma, deformatsiyalanadigan. 2. Mexanik xossalariga qarab: me'yoriy puxtalikdagi, o'tga bardam, yuqori puxtalikdagi, plastikligi oshirilgan. 3. Termik ishlashga munosabatiga qarab: puxtalanadigan va puxtalanmaydigan. 4. Strukturasiqa qarab:  $\alpha$ -;  $\alpha+\beta$ , va  $\beta$ -qotishmalar.

O'rta puxtalikdagi titan qotishmalari: VT5, OT4. Asosida Al(3-5%), Mn(1,5%).

Yuqori puxtalikdagi titan qotishmalari: VT14, VT15, VT16. Asosida Al(2,5-4%), Mo (3-7,5%)/

O'tga bardosh titan qotishmalari: VT3-1, VT8, VT9. Asosida Al(5,5-8%), Mo (1,5-3,5%).

Yuqori haroratda - 300-600 °S titan qotishmalari mustahkamligi Al, Mg qotishmalarinikidan bir necha barobar yuqori. Shuning uchun samolyot sozlikda keng qo'llaniladi. Tovushdan tez uchar samolyotlar obshivaklar-qoplamalari uchun, qaysiki  $M = 3-3,5$  da 450-500 °S qiziydi. Kuch elementlari uchun xam: lonjeron, nervyura, shpangout. Samolyotning magnit emas yoqilg'i baklari uchun ham ishlatiladi.



ML4, ML, ML6 - yuqori puxtalikdagi qotishmalar:  $Al+Zn+Mn=8,5-10,9\%$ ; Bular uzoq vaqt ishlaydigan detallar uchun qo'llaniladi: lekin, ishlash harorati  $150^{\circ}S$  dan oshmasligi kerak.

**O'tga chidamli qotishmalar:** ML10 ( $250^{\circ}S$ ); ML11 ( $250^{\circ}S$ ); ML14 ( $350-370^{\circ}S$ ). Tarkibida: kaltsiy, tseriy, tsirkoniy, neobiy (Nd), toriy, Zn.

### **Deformatsiyalanadigan magniy qotishmalari**

Asosan shtampovka formasida ishlatiladi. Kamrok listlar, truba, profil formasida. Bolg'algalash va shtamplashni  $300-400^{\circ}S$  bajariladi; past haroratda darz ketadi. Qizdirib bosim ishlash puxtaligini va plastikligini oshiradi.

MA1; MA8; MA9 - yuqori korroziya bardosh qotishmalar: MA1 - bak armaturasi uchun, MA8 - eleron, zakrylka obshivkasi uchun.

MA2; MA2-1 urta puxtalikka ega. Bolg'alangan va shtamplangan murakkab formadagi detallar uchun ishlatiladi: "pikirovanie" tormozlari, "kapot" jalyuzalari, "krylchatka" lar. Termik ishlanmaydi.

VM17; VM65-1 - yuqori puxtalikdagi qotishmalar. Kuch ostida ishlaydigan detallar yasaladi: aviadvigatel krylchatkalari.

**O'tga bardosh qotishmalar:** MA11 ( $250-300^{\circ}S$ ); MA ( $350-400^{\circ}S$ ); VMD1 ( $350-400^{\circ}S$ ).

### **O'ta yengil qotishmalar**

**Alyuminiy** bilan litiy (Al-Li) qotishmasi yuqori nisbiy mustahkamlikka elastiklik moduliga ega, shuning uchun samolyot og'irligini birdaniga paysatirish mumkin. Shu bilan samolyotning tan narxini ham pasaytiradi.

**Litiy** bilan legirlanganda alyuminiy qotishmasining zichligi-solishma og'irligini pasaytiradi: Li ning har xil protsenti Li qotishmasi zichlikni 3% ga kamaytiradi; elastiklik modulini esa 6% ga ko'paytiradi. Al-Li qotishmalarining zichligi  $j=2540-2560\text{kg}\backslash\text{m}^3$  ga teng. Li ning zichligi  $j=530\text{kg}\backslash\text{m}^3$ , bu eng yengil metallidir.

Ko'p tarqalgan Al-Li qotishmasi an'anaviy alyuminiy qotishmalariga nisbatan 10% yengil va 10% ga ko'proq bikirlikka ega.

Al-Li qotishmasining tan narxi an'anaviy Al qotishmalarinikidan 2,5 baravar yuqori. Shunga karamay hozirgi samolyotlarda Al-Li qotishmasi boshqa Al qotishmalarini sikib chiqarayapti. Kompozitsion materiallarni ham almashtirmoqda.

**Al-Li qotishmasi kelajagi porloq qotishma.** Bu yuqori ishlatish (ekspluatatsion) xarakteristikaga ega. Yoqilgini iqtisod qiladi. Samolyotda qo'llanishi unga bikirligini an'anaviy Al qotishmalarinikigi nisbatan 10% ga oshiradi; samolyot konstruksiyasi og'irligini 15% ga kamaytiradi. Al-Li ni qo'llanishi uchun alohida stanok, kesgich va h.k. larni keragi yuk; eskisida ishlanaveradi.

Al-Li qotishmalari birinchi marta bundan 30 yil oldin Al-Cu-Li tizimida SSSRda (VAD 23), xorijda (qotishma 2020) markasi bilan qo'llanilgan. Bu qotishmalarda Li miqdori 1,1% ni tashkil etgan va Al qotishmalariga nisbatan yuqori mustahkamlik va bikirlikka ega. Lekin, mustahkamlik xarakteristikasi yetarli emas, yeki uyushqoqligi va plastikligi past.

Hozirda Al-Li-Cu-Mg tizimidagi qotishma olinib, tatbiq qilina boshlandi. **Bunda Li miqdori 3% ni tashkil qiladi.** Bunday qotishma zichlikni 10% ga ko'paytiradi. Mexanik xossalari o'rta va yuqori puxtalikdagi alyuminiy qotishmalarinikidan qolishmaydi. Yuqori korroziya bardosh.

Hozirgi vaqtda Al-Li qotishmasi quyish usuli bilan olinadi. Li alyuminiyda eritiladi va quyma olinadi. Bu usulda Li miqdori 3% dan oshmaydi. Bundan ortiq miqdorda Li erimaydi. Li miqdorini yanada oshirish, shu bilan zichlikni solishtirish va og'irlikni yanada kamaytirish hozirda faqat kukun metallurgiyasi asosida olish mumkin. Kukun metallurgiyasi usuli yuqori maydalikdagi zarrachali yangi kimyoviy tartibli qotishma olishni imkon beradi. Bunday qotishmalarda legirlovchi elementlar bir tekisda tarqaladi va shu bilan mustahkamlik hamda uyushqoqliklar orasida mo'tadil ("optimal") nisbatni olish mumkin.

**Kukun metallurgiyasi asosida olingan Al-Li qotishmasida Li miqdori 5% beradi.** Bunda soldishtirma og'irlik 14% ga kamayadi va yuqori mutahkamlik, korrozion turgunlik hamda 250 S gacha haroratda ishlash kobilyatlari ta'minlanadi.

Tovushdan tez uchar uchish apparatlar texnikasi Al-Li qotishmalarining ishlab chiqarish bilan bog'langan.

Al-Li qotishmasiga tsirkoniy qo'shilsa, zarrachalar maydalanib, korroziyaga bardoshlik ko'tariladi. Marganets ham shunday ta'sir qiladi, lekin kamroq. Marganets solidus haroratni pasaytiradi. Kremniy oquvchanlik chegarasini kattalashtiradi, murtlanishiga moyilligini kamaytiradi.

Qotishma 01420 alyuminiy qotishmalari ichida eng yengil-zichligi  $\rho=2500 \text{ kg/m}^3$ ; tarkibida Li=0,1-2,0%. Elastik moduli -76000 MPa. (D 16niki 72000 MPa). D 16ni o'rniga qotishma 01420ni qo'llanishi samolyot konstruktsiyasi og'irligini 13-20% gacha pasaytiradi.

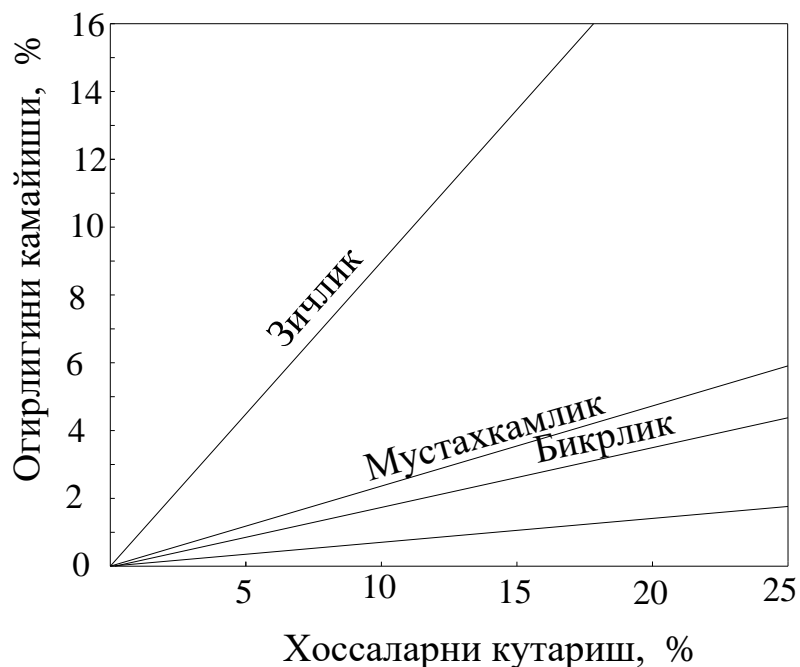
Qotishma 01420 toblanadi - 450°S da. Suvda yoki havoda sovitiladi. Sun'iy eskirtiriladi-chiniqtiriladi. ("starenie") 120 °S haroratda 12 soat vaqt ichida. havoda sovitilganda yuqori korroziyaga turgunlik ta'minlaydi, suvda toblansa, yuqori plastiklik xossalarga erishiladi.

Keyingi izlanishlar Al-Li qotishmasini buzilish ("razrushenie") uyushqoqligini oshirish bilan bog'liq. Al-Li-Cu-Mg tizimini o'rganish mustahkamlik va uyushqoqlikni mo'tadilmasligini ta'minlovchi qotishmani topishga olib keldi.

Hozirgi vaqtda Al-Li qotishmalari uyushqoqligini oshirishni asosiy usullari bu legirlash, termomexanik ishlash va kukun metallurgiyasi usullarini kullab donalarni-zarrachalarni maydalashdir.

Quyidagi rasmda material xossalarining samolyot og'irligi-massasi kamayishi darajasi ko'rsatilgan.

Ko'rinib turibdiki, samolyot og'irligini kamaytiruvchi faktorlar ichida material zichligi - solishtirma og'irligi hal qiluvchi rolni egallagan.



Quyidagi jadvalda keng tarqalgan Al-Li qotishmasining kimyoviy tarkibi berilgan. Bularda zichlik kamayiishi va bikirlik ortishi qoʻlga kiritilgan, anʼanaviy deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalariga nisbatan (jadval).

#### **Qotishmaning texnologiyasi**

Al-Li qotishmasi issiq holatda yaxshi deformatsiyalanadi. Shuning uchun list prokatlash oson amalga oshiriladi, yuqori puxtalikdagi alyumin qotishmalariga nisbatan Al-Li qotishma sovuq holda deformatsiyalanganda tez puxtalanadi, yana shuki, yuqori darajada puxtalansa, moʻrtlanishga moyilligi paydo boʻladi.

Bu qotishma yaxshi presslanadi, shtamplanadi va qirqib ishlanadi. Olish usuli, yaʼni uni olish texnologiyasi anʼanaviy alyumin olish texnologiyasidan kam farq qiladi.

Quyidagi jadvalda Al-Li va baʼzi alyuminiy qotishmalarining nisbatan xossalari berilgan.

Al-Li qotishmasining elastiklik modulining musbat taʼsiri qotishmaning nisbiy bikirligini oshiradi. Bu esa charchash natijasida darz ketish tezligini pasaytiradi.

Al-Li qotishmasidan yasaladigan detallarning koʻpchiligi quyma olish usulida olinmokda. Albatta, maxsus moslamada qotishmani vodoroddan saqlab.

Poroshokli Al-Li qotishmalarini qullanishi ularning kimyoviy tarkib diapazonini kengaytiradi, strukturasiini yaxshilaydi, demak, mexanik xossalarini yaxshilaydi va texnologik jarayon murakkabligini pasaytiradi.

Shubhasiz Al-Li qotishmasi samolyotlarni loyixalashga, ishlab chiqarishga va ekspluatatsiya-iktisod koʻrsatgichlariga ancha taʼsir qiladi.