

# MASHINASOZLIK MATERIALLARI

**7-Mavzu:** Rangli metall va qotishmalar. Alyuminiy va uning qotishmalari. Quyma alyuminiy qotishmalari

**Maruzachi: Jamshidbek Khasanov**

**Rangli metall va qotishmalar.** Titan va uning qotishmalari. Titan qotishmalari, ularning xossalar va ishlatilish joylari. Mashinasozlikda ko'pgina detallar, jumladan, podshipniklar, tishli g'ildiraklar, nasos korpuslari, armaturalar va boshqalar ish sharoitidagi o'ziga xos talablarga, chunonchi, aktiv muhitlarda kam yeyilishi, puxtaligi, yengilligi va boshqalarga ko'ra, turli rangdor metallarning qotishmalaridan, ayniqsa, mis, alyuminiy va magniy qotishmalaridan tayyorlanadi. Mis qotishmalarining hammasi ikkita katta gruppaga: bronzalar gruppasi bilan latunlar gruppasiga bo'linadi. **Mis** bilan qalay qotishmasi bronza deyiladi. Quymakorlik korxonalarida foydalaniladigan bronzalar, o'z navbatida, yana ikki gruppaga bo'linadi; bular qalayli bronzalar gruppasi bilan qalaysiz bronzalar gruppasidir. Ma'lumki, qalay qimmatbaho metall bo'lganligi sababli uni tejash va qotishma xossalarini zarur tomonga o'zgartirish maqsadida qalayli bronza tarkibidagi qalay qisman yoki to'la Zn, Pb, P, Ni, Al, Si va boshqa elementlar bilan almashtiriladi.

**Rangli metallurgiya** —og'ir sanoat sohalaridan biri. Ruda konlarini qazish, rudalarni boyitish, rangli, nodir va qimmatbaxo metallarni ishlab chiqarish hamda qayta ishlash, ularning qotishmalarini tayyorlash bilan shug'ullanadi. Rangli metallurgiya sanoatida prokat, presslangan buyumlar, qattiq qotishmalar, metalli kukunlar, rangli, nodir va qimmatbaho metallarning turli xil tuz hamda birikmalari, kimyoviy moddalar, elektrod buyumlar va hokazo tayyorlanadi. Rangli metallurgiya sanoati mahsulotlarni xalq xo'jaligining hamma sohalarida qo'llaniladi. Respublikada rangli, nodir va qimmatbaho metall (mis, qo'rg'oshin, rux, volfram, molibden, kumush, oltin, simob kabi) konlari topildi; jumladan Qoramozor mis qo'rg'oshin-rux koni (1926 yil), Obirahmat, Burchmulla, Oq tuz boyitish korxonalarini (1942 yil), To'ytepa kon boyitish f-kasi (1949 yil), Takob, Ingichka, Qo'ytosh, Langar R. m. konlari (1941—45 yillar). Ingichka, Qo'ytosh, Ugom, Qalmoqqir, Navoiy, Angren (ko'mir) konlarida volfram, molibden va qalay aralash holda uchraydi. Qo'rg'oshin va Oltintopgan (1953—55 yillar) konlari asosida 1954 yili Angrenda qo'rg'oshin-pirit rux boyitish fabrikasi, Angren-Olmaliq rayonida Qalmoqqir mis, molibden, pirit rudalari koni va ularni boyitish fabrikalari, mis eritish sexi va zavodlari ishga tushirildi (1962 yili).

Qo'rg'oshin va Oltintopgan qo'rg'oshin-rux konlari hamda Qalmoqqir mis konlari asosida Olmaliq qo'rg'oshin-rux va mis korxonalari ishga tushirildi (1954 va 1968 yillarda). Qo'yto'sh, Ingichka volfram, molibden konlari xom ashyosi asosida Chirchiqda qattiq qiyin eriydigan va issiq bardosh metallar k-ti va boshqa korxonalar mahsulot ishlab chiqarmoqda. 1960- yillarda Muruntov, Chodak, Konbuloq oltin konlari topildi. Farg'ona vodiysidagi daryo o'zanlarida sochma oltin, Nurota, Qurama, Zarafshon, Hisor, Pomir tog'larida oltin tarkibli kvarts tomirlar va rudalar mavjudligi aniqlandi. Respublikadagi mis, qo'rg'oshin, rux, volfram konlarida oltin, selen, tellur, kumush, oltingugurt, molibden va boshqa nodir metallar uchraydi. Kumush asosan Lashkarak konidan olinadi. Bunday boy xom ashyodan magniy, natriy sulfat, xlor, issiq bardosh magnezit, osh tuzi olinishi mumkin. Angren-Samarqand kon sanoati rayonida kaolin gili va alunit jinsi qatlami ochildi, undan alyuminiy va chinnigil olishda foydalanish mumkin. Angren ko'mirini ochiq usulda qazib chiqarishda ko'p miqdorda kaolin gili olinadi, uning maydoni 100 km<sup>2</sup>, zapasi 10 mlrd. t. Angren kaolin gilida 33—34% alyuminiy oksidi borligiga asoslanib, Oxangaronda kaolin gili ashyosini qayta ishlaydigan giltuproq zavodi qurish mo'ljallanmoqda. Bu zavod Angren kaolin gilini qayta ishlab, alyuminiy metalli ishlab chiqaradi. Respublikada simob va surma konlari zapasi Farg'ona vodiysining janubi va Zarafshon — Hisor ruda rayonida joylashgan bo'lib, ularning soni 50 ga yaqin. Bulardan eng yirigi Sangzor daryosining yuqori qismidagi Qoraso'v (Jizzax vil.) simob konidir. Rangli metallurgiya sifatini yaxshilash, ishlab chiqarish jarayonlarini intensivlashtirish, turli foydali qazilmalarning yangi konlarini o'zlashtirish hisobiga Rangli metallurgiya ishlab chiqarishni rivojlantirish mo'ljallanmoqda, shu bilan birga yangi fabrika va konlar barpo etiladi. Jizzax viloyatida O'zquloq qo'rg'oshin-rux koni, Surxondaryo vil. da Xondizi kon-boyitish korxonasi quriladi. Olmaliq metallurgiya kombinatida mis, rux, g'lfat kislotasi va boshqa yo'ldosh elementlarni eritish ko'paytiriladi. O'zbekiston qiyin eriydigan va issiqbardosh metallar kombinatida yirik gabaritli molibden va volfram prokati hamda boshqa mahsulotlari ishlab chiqarilishi mo'ljallanmoqda. **Rangli metall qotishmalari** ham to'rt guruhga bo'linadi.

1. **Og'ir metallar** gruppasiga mis, nikel, qo'rg'oshin, qalay, kadmiy, kobalt, mishyak (margimush), surma, vismut, simob (s. og'. 5—13,6 g/sm<sup>3</sup>);

2. **Yengil metallar** gruppasiga alyuminiy, magniy, titan, natriy, berelliy, litiy, bariy, kalsiy, stronsiy va kaliy (s. or. 0,53—5 g/sm<sup>3</sup>)

3. **Asl metallar** gruppasiga oltin, kumush, platina, osmiy, iridiy, rodiy, ruteniy va palladiy;

4.**Nodir metallar** gruppasiga volfram, molibden, tantal, niobiy, sirkoniy, tarqoq metallar (taliy, galliy, germaniy, indiy, reniy, gafniy, rubidiy, seziy), siyrak er metallar (lantan va lantanidlar), radioaktiv metallar (poloniy, radiy, aktiniy, toriy, uran va transuran metallar) kiradi.

Marganes ruda koni ichida cho'kindi oksidli va karbonatli ruda koni diqqatga sazovor (Ukrainadagi Nikopol, Gruziyadagi Chiaturi konlari). Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan xrom konlari magmatik konlar hisoblanadi. Titan rudalari asosli va ishqorli o'tqindi jinslar bilan bog'liq. Vanadiy rudalari vanadiyli titano-magnetit va cho'kindi vanadiy hamda vanadiyli, o'tqiziqlardan qazib olinadi.

Metallar (yunon,) oddiy sharoitda yuqori elektr o'tkazuvchanligi, issiq o'tkazuvchanligi, elektr o'tkazuvchanlik temperatura koeffitsientining manfiyligi, elektr magnit to'lqinlarining yaxshi qaytarishi, plastikligi kabi o'ziga xos xususiyatlariga ega bo'lgan oddiy moddalar. Metallar qattiq holatda, kristal tuzilishda bo'ladi. Bug' holatida esa bir atomlidir. Metallning oksidlari suv bilan birikkanida ko'pincha asoslar vujudga keladi. Metallarning elektron tuzilishi tufayligina yuqorida aytib o'tilgan o'ziga xos xususiyatlariga ega metallar atomlari tashqi elektronlarini osonlikcha beradi. Metallning **kristallik panjarasida** hamma elektron o'z atomi bilan birikkan bo'lavermaydi.

Titan va uning qotishmalarini termik ishlash. Titan ko'p tarqalgan metall bo'lib, yer qobig'ining 0,61 % ini tashkil etadi. Titan allotropik shakl o'zgarishga ega, yuqori haroratda ( $882,5^{\circ}\text{C}$ ) ( $\alpha \rightarrow \beta$ ) faza o'zgarishi sodir bo'ladi. Titanning  $\beta$  modifikatsiyasi **markazlashgan kub yacheykaga** ega. Toza titanni  $298 \pm 2\text{K}$  haroratdagi zichligi  $4,505 \text{ g/m}^3$  ga, suyuqlanish harorati esa  $1668,5^{\circ}\text{C}$  ga teng.

Titan ishlab chiqarishda ishlatiladigan minerallarga quyidagilar kiradi:

**rutil** ( $\text{TiO}_2$ );

**ilmenit** ( $\text{FeOTiO}_2$ );

**titanit** ( $\text{CaOSiO}_2\text{TiO}_2$ );

**perovskit** ( $\text{CaOTiO}_2$ ).

**Rutil** tarkibida 60 % titan mavjud bo'lgan qizil tusli mineral hisoblanib, uning solishtirma og'irligi  $6-6,5 \text{ g/sm}^3$  ga teng.

**Ilmenit** tarkibida 59 % rutil mavjud bo'lgan qoramtir tusli yaltiroq mineral hisoblanadi, uning solishtirma og'irligi  $4,56-5,24 \text{ g/sm}^3$  ni tashkil etadi.

**Titanit** tarkibida 34-42% rutil mavjud bo'lgan sarg'ishdan qora ranggacha o'zgaradigan rangli mineral bo'lib, uning solishtirma og'irligi 3,4-3,6 g/sm<sup>3</sup> ga teng.

**Perovskit** tarkibida 58-59 % rutil mavjud bo'lgan har xil rangli mineral hisoblanib, uning solishtirma og'irligi 4 g/sm<sup>3</sup> ni tashkil qiladi.

Titan rudalaridan titan konsentrasiyasini olishda ruda flotasion yoki elektromagnit usulida to'yintiriladi. Keyin pechlarda suyuqlantiriladi. Bu jarayonda konsentrat tarkibidagi temir oksidlari qaytarilib, pech tubiga yig'iladi. TiO<sub>2</sub> shlakka o'tadi. Shlak tarkibida 65-85 % TiO<sub>2</sub>, 15-20% SiO<sub>2</sub> va 01 % CaO bo'ladi. Sovitilgan shlak esa **kukun** qilinadi. Unga uglerodli va bog'lovchi moddalar qo'shib, aralastiriladi. Hosil qilingan aralashma qoliplarga jiplab joylashtiriladi va qizdirish orqali briketlar olinadi. Titanning bu birikmalariga ikki bosqichda ishlov beriladi. Titan briketlari xlor bilan ishlanib titan tetroxlorid (TiCl<sub>4</sub>) hosil qilinadi. Undan titan ajratib olinadi. Titan maxsus pechlarda 900- 950°C haroratda vakuumda tozalanadi. Texnik titanning Tr00, Tr0, Tr1, Tr2 markalari mavjud. Titan qotishmalari samolyotsozlik, kemasozlik, mashinasozlik, metallurgiyada va raketsozlikda ishlatiladi.

Azot, uglerod, kislorod va vodorod elementlari titanning mustahkamligini oshiradi, ammo payvand chokning hosil qilish xususiyatlari hamda korroziyaga qarshiligini kamaytiradi. Ayniqsa, vodorodning ta'siri juda yomon, uning ta'sirida gidridlar hosil bo'lib, titan juda mo'rt bo'lib qoladi. Shuning uchun titan tarkibidagi vodorodning miqdori 0,015% dan ko'p bo'lmasligi kerak. Quyidagi 7.1-jadvalda texnik tozalikka ega bo'lgan **BTO-00** va **BTI-0** titanlarning mexanik xossalari keltirilgan:

**7.1-jadval**

Titanning turi	MPa	$\sigma_{0,2}$ , MPa	E, GPa	$\delta$ , %	$\varphi$ ,%	KSI $K\mathcal{H}C / M^2$
BTO-00	294. . .441	245	103,00	25	60	1180
BTI-O	393. . .539	343	103,00	20	55	980

**Titan**ning elastiklik moduli kichik, issiqbardoshliligi yuqori emas, yuk ta'sirida u oquvchan holatga keladi. Shuning uchun undan konstruksion material sifatida kam foydalaniladi. Yuqori qovushoqlikka ega bo'lganligi uchun uni kesib ishlash ham qiyin.

Texnik titan kimyo sanoatida, kemasozlikda, yadro energetikasida keng qo'llaniladi. Uning xossalarini yaxshilash uchun u legirlanadi. **Polimorf** xususiyatlarga ta'sir qilishiga qarab qotishma tarkibidagi legirlovchi elementlarni ikki turga bo'lish mumkin: Polimorf o'zgarish jarayoni haroratini ko'taradigan elementlar ( $Al, O_2, N_2$ ). Ular  $\alpha$  - fazaning **barqarorlashtiruvchilari** deb ataladi. Polimorf o'zgarish jarayoni haroratini pasaytiradigan ( $\beta$ -fazaning barqarorlashtiruvchi) Mo, V, Mn, Cr, Fe elementlar. Polimorf o'zgarish jarayoni haroratiga ta'sir ko'rsatmaydigan, faqat  $\alpha$  va  $\beta$  fazalarning xossalarinigina o'zgartiradigan qo'shimcha elementlar ham bor (Sn, Zr, Hf, Th).

Ko'pchilik titan qotishmalari tarkibida **alyuminiy** bo'ladi. Ikki fazali titan qotishmalarining termik ishlash yo'li bilan mustahkamligini oshirish mumkin. Qotishma tarkibida qancha legirlovchi elementlar ko'p bo'lsa, uning martensitga parchalanish harorati shuncha past bo'ladi. Qotishmaning eskirtirish haroratini ko'tarish ( $400-550^{\circ}C$ ) bilan uning mustahkamligi va qattiqligini oshirish mumkin.

Plastik deformatsiyalangan titan qotishmalari (BT5, BT5-1) ga  $670-800^{\circ}C$  da qayta kristallanish yumshatishi berilsa, ichki kuchlanishlar yo'qolib, (fazaning barqarorligi ortadi).

Titan qotishmalari quyish uchun mo'ljallangan (BT5R, BT20R, BT21R) yoki deformatsiyalanadigan (BT5, BT9, BT16) turlarga bo'linadi. Titan qotishmalarini mexanik xossalari bo'yicha ham sinflarga bo'lish mumkin.

**Titan** qotishmalari hozirgi vaqtda samolyotsozlikda, raketsozlikda, kemasozlikdagi javobgarligi katta bo'lgan vositalarni yasashda juda qo'l kelmoqda. Lekin titan qotishmalarini xossalarini yaxshilash bilan bog'liq bo'lgan muammolarning ko'pi hali yechilgan emas.

**Alyuminiy va uning qotishmalari.** Quyma alyuminiy qotishmalari. Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari. Alyuminiy qotishmalarini termik ishlash. Rangli metallarga mis, alyuminiy, qalay, qo'rg'oshin, rux, nikel, titan, magniy va boshqalar, shuningdek ularning qotishmalari kiradi. Zamonaviy mashinasozlikda rangli metallarning ahamiyati juda katta, ayniqsa energetika, elektrotexnika, radioelektronika, samolyotsozlik va avtomobilsozlik sanoatlarida va aloqa sohalarida rangli metallar va ularning qotishmalari juda ko'p ishlatiladi.

O'zbekiston rangli metall rudalarining zaxiralari bo'yicha dunyoda yetakchi davlatlar qatoriga kiradi. Rangli metallarning rudalarida bir vaqtning o'zida bir qancha turli metallar: qo'rg'oshin, qalay, mis, oltin, kumush, temir, simob va nodir metallar uchraydi. Bunday rudalar ko'p metalli rudalar deyiladi. Shuning uchun rangli metallarning rudalarini kompleks qayta ishlab bir vaqtning o'zida hamma

qimmatli metallarni ajratib olishga harakat qilinadi. O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyotini rivojlantirishda mis va alyuminiy ishlab chiqarishni sezilarli ko'paytirish, shuningdek qo'rg'oshin, qalay, magniy, nikel, titan, volframli, molibdenli va titanli konsentratlarni, hamda qimmatbaho metallarni ishlab chiqarishni kengaytirish muhim ahamiyatga ega.

Mashinasozlik texnologiyasi hamda elektrotexnika sanoatida **alyuminiy** keng doirada ishlatiladi. Alyuminiy mashinasozlik materiallar ichida o'zining muhim xususiyatlari (solishtirma mustahkamligi, elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi hamda korroziyabardoshligi) bilan ajralib turadi. Alyuminiyning fizik va mexanik xossalari uni legirlash orqali yaxshilanadi. Konstruktsion materiallar sifatida alyuminiy qotishmalari duralyuminiy, siluminiy va magnalinlar, kukun qotishmalar keng qo'llaniladi.

**Alyuminiy qotishmalari** ishlab chiqarish texnologiyasi va termik ishlangandan keyin mustahkamligining oshishiga qarab tuli sinflarga bo'linadi. Alyuminiy qotishmalari mashinasozlik material sifatida kelgusida keng ishlatiladi. Ayniqsa, kukun metallurgiyasi usuli bilan olinadigan alyuminiy qotishmalarning ahamiyati juda kattadir. Bunday materiallar yuqori mustahkamlikka, korroziyabardoshlikka, olovbardoshlikka ega. Bunday materiallar javobgarligi katta bo'lgan mashina vositalarini tayyorlashda keng qo'llanilmoqda va bir yo'la chiqindisiz texnologiyani qo'llashga imkoniyat yaratmoqda. Alyuminiy qotishmalarini termik ishlash natijasida uning mustahkamligi va texnologik xususiyatlarini oshirish mumkin.

**Toza alyuminiy va uning texnikada ishlatilishi.** Alyuminiy oq-kumush rangdagi metall bo'lib, yoqlari markazlashgan kub kattakcha asosdagi kristall panjaraga ega va uning muhim xususiyatlaridan biri o'rtacha zichligining kamligi ( $\gamma=2,7 \text{ g/sm}^3$ ) hamda yuqori plastiklik va elektr o'tkazuvchanlikka egaligidir.

Alyuminiy yaxshi payvandlanadi, bosim ostidan oson ishlanadi, faqat uni kesib ishlash qiyin. **Suyuq alyuminiyning** oqish xususiyatlari ham yaxshi, biroq quyunda katta o'lchamdagi cho'kmalarni hosil qiladi. Alyuminiy havoda tez oksidlangani uchun undan po'lat ustidagi korroziyabardosh qoplamalar olinadi. Alyuminiyning oksidlanishidan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hosil bo'ladi, undan havo (kislorod) ning ichkariga diffuziyalanishi qiyin. Yuzadagi oksid qatlami tez ko'chadi, ammo alyuminiyning oksidlanishi oson bo'lganligi uchun darhol yangi oksid qatlami hosil bo'ladi. Shuning uchun oksid qatlam ostidagi yuza uzoq vaqt oksidlanishdan saqlanishi mumkin. Uning mexanik xossalari tarkibidagi o'zga qo'shimchalarning miqdoriga bog'liq. Eng toza yoki maxsus tozalikka ega bo'lgan alyuminiy tarkibida 0,001% qo'shimcha bo'ladi (A999), yuqori tozalikka ega bo'lgan alyuminiy

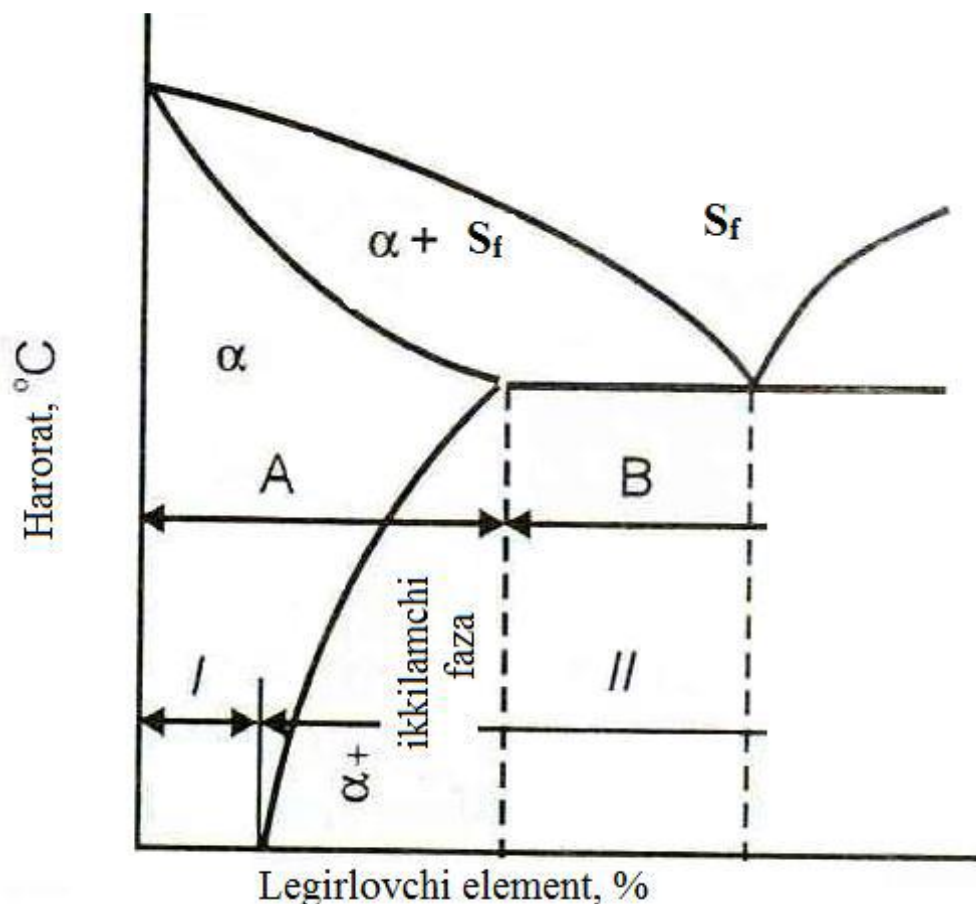
tarkibidagi qo'shimchalarning miqdori 0,005...0,5% bo'ladi (A995, A99, A97, A95).

Alyuminiy mashinasozlikda tok va issiqlik o'tkazadigan hamda uncha katta bo'lmagan hajmli korroziyabardosh vositalarni tayyorlashda qo'llaniladi. Alyuminiy yuqori mexanik xususiyatlarga ega bo'lganligi uchun undan tashqi kuch ta'sirida ishlaydigan vositalar deyarli tayyorlanmaydi. Quyma alyuminiyga qaraganda deformatsiyalangan alyuminiyning xossalari yuqori bo'ladi. Sanoatda 2 turdagi deformatsiyalangan (AДJI va AДJI) alyuminiy ishlab chiqariladi.

Texnik tozalikka ega bo'lgan alyuminiy yupqa tunukasimon (list), quvur, sim va boshqa har xil shakllarda chiqariladi. Yuqori kuchlanishga chidamli kabellarni tayyorlashda hamda elektr o'tkazgich tarmoqlarida alyuminiydan juda samarali foydalaniladi. Oziq-ovqat sanoati uchun alyuminiy qotishmalaridan turli idishlar tayyorlanadi, mahsulotlarni o'rash uchun qog'oz (folga) o'rnida ham ishlatiladi.

**Alyuminiy qotishmalari.** Alyuminiy qotishmalari toza alyuminiyga nisbatan yaxshi mexanik va texnologik xossalarga ega. Shuning uchun mashinasozlik, samolyotsozlik, kemasozlik, qurilish va qishloq xo'jaligida alyuminiy qotishmalari keng qo'llaniladi. Alyuminiy legirlovchi elementlar bilan bir xil ko'rinishdagi o'zgaruvchan tarkibli qattiq eritmalarini hosil qiladi. Shuning uchun ular holat diagrammasi bo'yicha sinflarga ajratiladi (7.1-rasm).

**Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalarining** aksariyati yaxshi texnologik xossalarga ega, plastikligi yuqori va ularni kesib ishlash oson. Shuning uchun ulardan turli shakldagi yarim fabrikatlarni ishlab chiqarish mumkin, masalan, qog'ozlar (folga), listlar, chiviqlar, trubalar, qobirg'ali panellar, turli ko'ndalang kesimdagi simlar, bolg'alash va shtamplash mahsulotlari. Bunday zagotovkalar materialni sovuqlayin yoki issiqlayin bosim ostida ishlash usuli bilan olinadi (presslash, ekstruzerdan o'tkazish, bolg'alash, shtamplash, jo'valash hamda volchirlash). Zagotovkalarni plastik deformatsiyalash yo'li bilan olish samarali texnologik jarayon bo'libgina qolmay, balki alyuminiy qotishmalarini mustahkamligini oshirish usuli hamdir.



**7.1-rasm. Alyuminiy-legirlovchi element tizimi holat diagrammasining umumiy ko'rinishi: A-deformatsiyalanadigan qotishmalar; V-quyma qotishmalar.**

Lekin deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalarining ichida termik ishlov natijasida **mustahkamligi oshmagan (I)** va **oshadigani (II)** ham bor (7.1-rasmning A qismi). Masalan, Al-C-Mg-Mn turkumga kiruvchi qotishmalar (duralyuminiy) termik ishlaganda ularning mustahkamligi oshadi (7.2-jadval). Duralyuminiylar sovuq holda ham, issiq holda ham yaxshi deformatsiyalanadi. Sovuqlayin deformatsiyalash odatda jarayonning orasida qayta kristallash bilan yumshatib (350...370°C), bosqichma-bosqich olib boriladi.

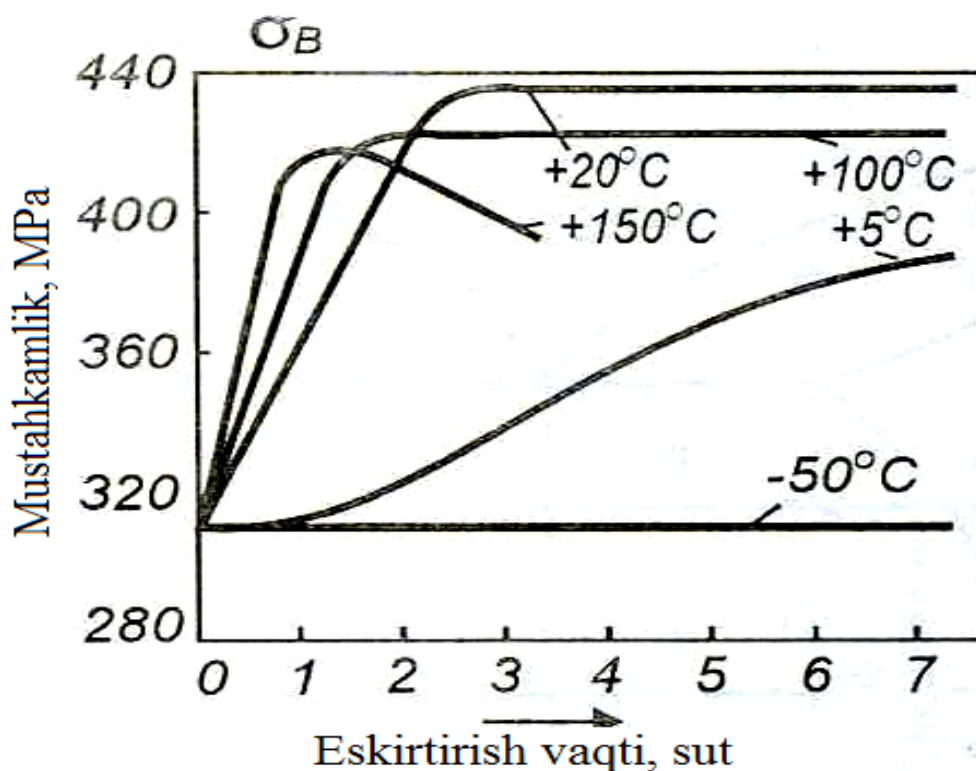
#### Duralyuminiylarning tarkibi va xossalari

7.2-jadval

Qotishmaning turi	Qotishma tarkibidagi elementlar, %			Termik ishlovdan keyin mexanik xossalar		
	Si	Mg	Mn	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_b, \text{MPa}$	$\delta, \%$
D1	4,3	0,6	0,6	240	400	20
D16	4,3	1,5	0,6	330	410	18
D19	4,3	2,0	0,75	310	425	18

**Mis** alyuminiyda eriydi hamda  $\text{CuAl}_2$  oraliq fazani ham hosil qiladi. Oddiy haroratda mis 0,2% gacha erisa, yuqori haroratda qariyb 5,6% gacha eriydi. Durayuminiylarni termik ishlash usuli bilan mustahkamlash uchun ular toblab, eskirtiriladi. Buning uchun qotishma  $495\text{...}505^\circ\text{C}$  gacha qizdiriladi va suvda sovitiladi, songra 5...6 kun uy haroratida ushlab turiladi, ya'ni tabiiy eskirtiriladi. Eskirish natijasida **mustahkamlik** yangi toblangan qotishmaga qaraganda qariyb 70...75% ga oshadi. Toblangan duralyuminiy mustahkamligining eskirish haroratiga va vaqtiga bog'liqligi 7.1-rasmda ko'rsatilgan.

Misning alyuminiydagi qattiq eritmasining ( **$\alpha$ -qattiq eritma**) eskirtish jarayonida parchalanishi natijasida mustahkamlik ortadi (7.2-rasm).



7.2-rasm. **Duralyuminiiy mustahkamligi** (b) ning eskirtirish vaqti va haroratga bog'liqligi grafigi.

**Kristall panjarada** bir tekisda joylashgan mis atomlarining qotishmadan ajralib chiqishi bir necha bosqichda sodir bo'ladi. Tabiiy eskirtirishda ( $+20^\circ\text{C}$ ) yoki sun'iy eskirtirishda ( $T < +100\text{...}150^\circ\text{C}$ ) qattiq eritma parchalanmaydi (oraliq faza ajralib chiqmaydi), qotishma kristall panjarasidagi mis atomlarining joylashish tartibi o'zgaradi, xolos. Agar eskirtirish harorati yuqoriroq ( $T < +150\text{...}200^\circ\text{C}$ ) bo'lsa, kristall panjaradagi mis atomlari qayta tartiblanadi. Bunda **korroziyabardoshlik** va **plastiklik** yaxshilanadi.

Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalarini **tamg' alash(markalash)** quyidagicha belgilangan: «Д» harfi duralyuminiy turidagi alyuminiy qotishmasiga ishora undan keyingi sonlar tartib raqamini belgilaydi «А» harfi belgisi bilan boshlanadigan tamg' alar (АД, АД)- **texnik alyuminiy** ekanligini bildiradi; «АК»- **bolg'alanadigan (kovochniy) alyuminiy** qotishmasi; agar tamg'ada alohida «В» yoki «А» harfi bilan birgalikda «В» harfi ham kelsa **qotishma yuqori mustahkamlikka** ega qotishma holatini bildiruvchi belgilar quyiladi.

Masalan «М» qo'yilsa qotishma **yumshoq** (yumshatilgan)ligini bildiradi (Masalan Д16М); «Т»-**termik ishlanganligi** (toblab, eskirtirilgan); «Н» **-plastik deformatsiyalangan** (nagartovka o'tkazilgan, masalan Д16Н) va h.k 7.3-jadvalda deformatsiyalanadigan alyuminli qotishmalariga misollar keltirilgan.

Duralyumiylar samolyotsozlikda keng qo'llaniladi, masalan, Д1 qotishmadan samolyot vintellarining paraklari, Д16 dan esa fyuzelyajlarning yuk ko'taruvchi qismlari yasaladi.

**Yuqori mustahkamlikka** ega bo'lgan alyuminiy qotishmasi (B95, B96) murakkab tarkibli qotishma bo'lib, Al-Zn-Mg-Cu turkumga kiradi. Qo'shimcha ravishda ular yana marganets va xrom bilan legirlanadi. Bunday qotishmalar 460...480°C ga qizdirilib, so'ngra sun'iy eskirtiriladi (120...140°C).

Bunda mustahkamlik  $\sigma_b$  600...700 MPa ga yetadi. Bu qotishmalarning mustahkamligi duralyuminiyga qaraganda yuqori bo'lsa ham, plastikligi ancha kam, ichki kuchlanishning yigilishi va korroziyaga moyilligi ham bor.

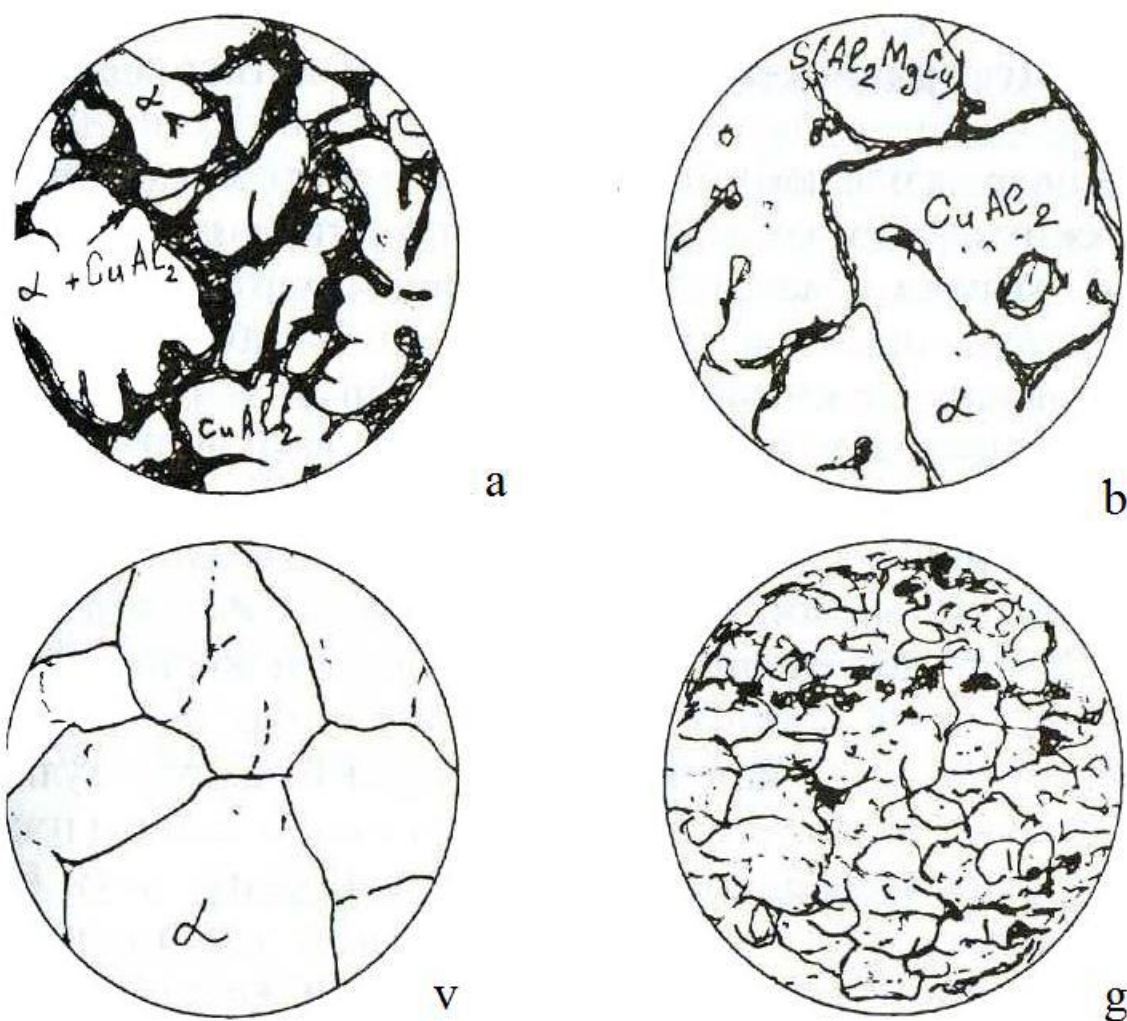
*Alyuminiy* - eng egiluvchan va yumshoq oq-kumush rangdagi metall, u nisbatan engil zichligi 2699 kg/m<sup>3</sup> va erish temperaturasi past (660 °C). Alyuminiy yerda eng ko'p tarqalgan metall (yer qobig'i massasidan 7,45 %). Kimyoviy aktiv bo'lgani uchun bu metall asosan oksid ko'rinishda uchraydi (glinozyom AL203), uni ishlab chiqarish uch esa juda ko'p elektr energiya talab qilinadi. Aluminiy ishlab chiqarish uch etabdan iborat: aluminiy rudasidan glinozyom chiqarish; glinozyomni elektrolizlash; birlamchi aluminiyni rafmasiya qilish. Aluminiyni yuqori elektr va issiq o'tqazuvchanlik xususiyatiga ega, hamda korroziyaga bardoshlik bilan farqlanadi. Undan elektr simlari va uy uchun har xil jihozlar tayyorlanadi. Nisbatan mexanik ko'rsatkichlari past bo'lgani uchun aluminiyni mashinasozlikda uning o'zidan ko'ra uning qotishmalari ishlatiladi. Aluminiy eng ko'p tarqalgan legirlovchi qo'shilmalardan biri. Texnikadagi ko'pchilik metallar alyuminotermya usulida olinadi. Aluminiyning turli birikmalari ham keng ishlatiladi; masalan, alyuminiyli achchiq tosh qadimdan gazmollarni bo'yashda, teri oshlashda, bo'yoqni mustahkamlashda foydalaniladi.

Qotishma tamg'asi	Legirlovchi elementlar miqdori,%					Toblab, eskiritilgandan keyingi mexanik xossasi			
	Cu	Mg	Mn	Si	Boshqa elementlar	MPa			$\delta$ , %
						$\sigma_{0,2}$	$\sigma_{ab}$	$\sigma_{-1}$	
Duralyumini ylar Д1, Д16	3,8...4,8	0,4...0,8	0,4...0,8	-	-	300...	490	-	11-14
	3,8...4,9	1,2...1,8	0,3...0,9	-	-	400	540	125	
Avial qotishmasi (qavs ichida bosim jstida ishlangan) AB	0,1...0,5	0,45...0,9	0,15...0,35	0,5...1,2	-	300.. (200)	380 (260)	-	12-15
Yuqori mustahkam qotishma B95	,4...2,0	1,8...2,8	0,2...0,6	-	5...7 Zn 0,1...0,25 Cr	530... 550	560... 600	156	8
Bolg'lanadig an qotishmalar AK6 AK8	1,8...2,6	0,4...0,8	0,4...0,8	0,7...1,2	-	300....	420	-	12-10
	3,9...4,8	0,4...0,8	0,4...1,0	0,6...1,2		380	480	-	
Olovbardosh qotishma AK-1 Д20	1,9...2,5 6...7	1,4...1,8 -	- 0,4...0,8	0,35 -	0,8...1,4 Fe 0,8...1,4 Ni 0,02...0,1 Ti 0,1...0,2Ti	280 250	430 400	- -	13-12

### **7.3-jadval Deformatsiyalanadigan alyuminli qotishmalari**

Shuning uchun ularning koroziyabardoshligini oshirish uchun yuzalari Al 1% Zn bilan qoplanadi. Yuqori mustahkamlikka ega bolgan qotishmalar harorat ( $T > 120^{\circ}\text{C}$ ) ta'siridagi tashqi muhitda ishlaydigan konstruktsiyalarni tayyorlashda ishlatiladi.

Yuqori harorat ta'sirida xossalarini yo'qotmasdan uzoq vaqt ishlaydigan alyuminiy qotishmalari ham bor. Termik ishlanadigan bunday qotishmalarga **olovbardosh** (AK-4, AK4-1) qotishmalar kiradi. Ular murakkab tarkibga ega va 300°C gacha ishlay oladi. Qotishmalar tarkibidagi ega va 300°C gacha ishlay oladi. Qotishmalar tarkibidagi temir, nikel, mis va boshqa elementlar qotishmaning mustahkamlovchi fazalarini, ya'ni intermetallit ( $\text{SiAl}_2$ ,  $\text{SiMgAl}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{MnSi}$  va hokazo) larni hosil qiladi (7.3-rasm). Qotishma mis, marganets, titan elementlari bilan legirlanganda diffuzion jarayonlarni to'xtash hisobiga olovbardoshlikka erishiladi. Olovbardosh qotishmalardan tayyorlangan mashina vositalari toblanib, so'ngra sun'iy eskirtirilgandan keyin ishlatiladi.



7.3-rasm. **Alyuminiy qotishmalari mikrotuzilishi:** **a**-Al-Si turkumidagi quyma alyuminiy (a-qattiq eritma, ( $\alpha + \text{SiAl}_2$ ) evtektik mexanik aralashma hamda  $\text{SiAl}_2$ ) intermetallit); **b**-D16 quymasi  $\alpha$ - qattiq eritma va  $\text{S}(\text{Al}_2\text{MgSi})$  intermetallit); **v**-deformatsiyalanadigan D16 qotishmasi toblangandan keyin ( $\alpha$ - to'yintirilgan qattiq eritma); **g**-D16 qotishmani toblab, so'ngra eskirtirilgandan keying holati.

**Bolg'alash** va **shtamplash** usuli bilan ishlov beriladigan qotishmalar (AK6, AK8) yaxshi plastiklikka ega. Ularga bosim ostida issiqlayin ishlov berilganda darzlar hosil bo'lmaydi. Bunday qotishmalar Al-Ci-Mg turkumiga kiradi. Ularga qo'shimcha sifatida kremniy qo'shiladi. Ularni 450...475<sup>0</sup>C da qizdirish bilan bolg'alanadi va shtamplanadi. Ulardan o'rta kuchlanishda ishlaydigan mashina vositalari tayyorlanib, toblanadi va eskirtiriladi, keyin ishlatiladi.

**Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari.** Bu turdagi alyuminiy qotishmalariga asosan **marganets** yoki **magniy** elementlari bilan **legirlangan qotishmalar** kiradi. Odatda bunday qotishmalar yuqori plastiklikka, korroziyabardoshlikka ega bo'lib, yaxshi payvandlanadi.

Bu qotishmalar yumshatilgan holda plastik deformatsiyalash orqali mustahkamlangan yoki qisman mustahkamlangan holda ishlatiladi.

Marganets alyuminiyda erib, marganetsli qattiq eritmani hosil qiladi, lekin bunda ozgina miqdorda bo'lsa ham Al<sub>6</sub>Mn faza hosil bo'ladi. Magniyli qotishmaning sovutilgandan keyingi muvozanat holatida  $\alpha+\beta(\text{Al}_3\text{Mg}_2)$  hosil bo'lib,  $\alpha$ -qattiq eritma juda barqaror bo'lganligi uchun eritma etarli darajada sekin sovutilganda ham oraliq faza ajralib chiqmaydi. Shuning uchun bunday qotishmalarning mustahkamligini termik ishlov berish bilan oshirib bo'lmaydi. Ba'zi qotishmalarda, masalan, AMg<sub>5</sub> da ikkilamchi faza hisobiga mustahkamlik oshishi mumkin (7.4-jadval).

Qotishmaning turi	Qotishmaning tarkibi, % hisobida		$\sigma_b, \text{MP}$	$\sigma_{0,2}, \text{Mpa}$	$\delta, \%$
	Mn	Mg			
AMn	1,0...1,6	-	130 (170)	50 (130)	23(10)
AMg <sub>2</sub>	0,2...0,6	1,8...2,8	200(150)	100 (200)	23(10)
AMg <sub>3</sub>	0,3...0,6	3,2...3,8	200	110	20
AMg <sub>5</sub>	0,3...0,6	4,6...5,8	300	150	20
AMg <sub>6</sub>	0,5...0,6	5,8...6,8	300(400)	150 (300)	13 (10)

7.4-jadval. **Termik ishlov natijasida mustahkamligi oshmaydigan alyuminiy qotishmalari**

**Alyuminiy-magniy** qotishmasini qo'shimcha ravishda marganets bilan legirlangan mayda donachali Al<sub>6</sub>Mn ning hosil bo'lishi hamda donachaning maydalanishi

hisobiga mustahkamlik oshishi mumkin. Bu jadvaldagi qavs ichidagi sonlar plastik deformatsiyadan keyingi mustahkamlikni ko'rsatadi.

Bunday qotishmalardan quymalar ham olish mumkin. Lekin bunda dendrit **likvatsiyasini** yo'qotish uchun quymani 450...520°C haroratda qizdirib, 4...40 soat ushlab turiladi, so'ngra havoda yoki pechda sovutiladi. Deformatsiyalangan qotishma esa rekristallanish natijasida yumshatiladi. Buning uchun zagotovka 350...500°C haroratda 0,5...2,0 soat ushlab turiladi, so'ngra havoda sovutiladi. Shunday qilinganda struktura muvazanatga qaytib, mayda donachalari bo'ladi.

Yengil sharoitda ishlaydigan vosita va konstruktsiyalarni tayyorlashda AMn, AMg<sub>2</sub>, AMg<sub>3</sub> qotishmalar ko'proq ishlatiladi. Ulardan benzin baklari, trubalar, paluba qismlari, romlar tayyorlanadi.

O'rtacha kuchlanishda ishlaydigan vositalar va konstruktsiyalarni tayyorlashda AMg<sub>5</sub> va AMg<sub>6</sub> qotishmalar ishlatiladi. Ulardan romlar, vagon qismlari, kema anjomlari, liftlar, yuk ko'tarish uskunalari va hokazolar tayyorlanadi.

**Quyma alyuminiy qotishmalari.** Quyma zagotovkalarni olish uchun Al-Si, Al-Ci, Al-Mg turkumga, kiradigan qotishmalardan foydalaniladi. Qotishmaning mexanik xossalarni yaxshilash uchun u qo'shimcha ravishda titan, sirkoniy, bor, vanadiy elementlari bilan legirlanadi. Quyma alyuminiy qotishmalarining muhim xususiyati-suyuq holda yaxshi oqishi, qotgandan keyin kam cho'kma hosil bo'lishligi hamda yaxshi mexanik xossalarga ega bo'lishidir.

Quyma alyuminiy qotishmalariga beriladigan **termik ishlov** natijasida **mexanik xossalar ortadi**, kesib ishlash osonlashadi. Alyuminiy qotishmalariga termik ishlov berish texnologiyasini bir necha tur (turkum)larga bo'lish mumkin. Bu turkumlar bajariladigan tartibga ko'ra shartli ravishda T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>,...T<sub>8</sub> deb belgilanadi.

Qotishma mexanik xossalarni oshirish hamda texnologik xossalarni yaxshilash maqsadida 175°C haroratda 5...20 soat ushlab turiladi (T<sub>1</sub>) Kristallanish jarayonida vujudga kelgan termik ichki kuchlanishlarni yo'qotish va qotishma plastikligini oshirish maqsadida (300° C da 5...10 soat davomida) yumshatish o'tkaziladi (T<sub>2</sub>). Mustahkamlikni oshirish maqsadida toblab, eskiritiriladi. Bunday termik ishlovi T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> turkumdagi rejalarda o'tkazish mumkin. bu turkum rejalarining hammasida ham toblash harorati 510. . 545° C ga teng, bu rejalar eskirtirish harorati va vaqti bilan bir-biridan farq qiladi (150...200° C, 2...5 soat). Struktura va hajmni barqarorlashtirish uchun qotishma toblanib, (230...250° C da 3...10 soat) bo'shatiladi (T<sub>7</sub>). **Plastiklikni oshirish** hamda o'lchamlarni barqarorlashtirish uchun qotishma birdaniga ham toblanadi (240...260° C haroratda 3...5 soat ushlab turiladi),ham bo'shatiladi.

**Kremniyli qotishma** amaliyotda ko'p qo'llaniladi. Alyuminiyning kremniy bilan hosil qilgan qotishmasi **siluminiylar** deb ataladi. Bunday qotishmalarning strukturasi evtektika bo'lgani uchun suyuq holda yaxshi oqadi, natijada qolipni yaxshi to'ldiradi, ya'ni quymaning geometrik olchamlari aniqligi ortadi hamda cho'kmaning hajmi kichik bo'ladi. **Siluminiylar** yaxshi kesib ishlanadi, ularni payvandlash ham mumkin. Bu qotishmalar mayda va yirik zagotovkalarini olishda ishlatiladi. Siluminiylar AJI2 (10...13%Si); AJI4 (8...10% Si) deb belgilanadi. Ba'zi Al-Si turkumdagi quyma alyuminiy qotishmalari (AJI7 va AJI9) termik ishlangandan keyin yuqori mexanik xossalarga ega. Bu qotishma kichik va nisbatan yuqori haroratda yaxshi ishlay oladi, lekin texnologik xossalari uncha yaxshi emas (katta hajmli cho'kma va darzlar hosil qiladi). Shuning uchun bu qotishmalardan asosan mayda zagotovkalar olinadi.

Al-Mg turkumdagi qotishmalardan ham quyma zagotovkalar olish ancha qiyin. Lekin bunday qotishmalarning korroziyabardoshlilikligi yaxshi, ular yuqori mexanik xossalarga ega, yaxshi kesib ishlanadi. Masalan, AJI8 va AJI27 qotishmalar nam havo sharoitida ishlaydigan quyma zagotovkalar olishda (kemasozlikda, samolyotsozlikda) ishlatiladi. Quyma olingandan keyingi struktura ( $\alpha$ -qattiq eritma bilan  $Al_3Mg_2$  oraliq fazadan iborat bo'ladi. Lekin qattiq qo'shimcha donachalarning chegarasida joylashgani uchun qotishma mo'rt bo'ladi. Shuning uchun AJI8 va AJI27 lardan foydalanish uchun qotishma toblanib, eskirtiriladi. Termik ishlash uchun qotishma  $430^{\circ}C$  gacha qizdirilib, shu haroratda 12...20 soat ushlab turiladi, ana shunday qilinganda  $Al_3Mg_2$  ( $\alpha$ -qattiq eritmada eriydi, natijada bir xil tarkibli qattiq eritma hosil bo'ladi. Agar AL-Mg turkumdagi qotishmaga 1,5 % gacha kremniy qo'shilsa (AJI13, AJI22), uchlamchi evtektika hosil bo'ladi, natijada qotishmaning quyish xususiyatlari yaxshilanadi. Bu qotishmalar ham kemasozlikda, samolyotsozlikda keng qo'llaniladi.

**Olovga chidamli qotishmalardan** (AJI1, AJI20, AJI21) ichki yonuv mashinalari porshenlari, bloklari, blok qopqoqlari tayyorlanadi. Bu qotishmalar  $275..350^{\circ} C$  haroratda o'z xususiyatlarini saqlagan holda ishlay oladi. Bunday qotishmalar murakkab tarkibga ega, quyma strukturasi tarkibida (- qotishma bilan bir qatorda  $Al_2Si$  Mg,  $Al_6 Si_3 Ni$  va alohida oraliq fazalar (S-faza) ham bo'ladi. Quyma zagotovkalar toblanadi va eskirtiriladi (T7). Masalan, porshenlar tayyorlash uchun qotishma toblanib,  $290^{\circ} C$  da eskirtiriladi. Natijada S- faza  $\alpha$  - qattiq eritmada erib, bir xil tarkibli strukturani hosil qiladi.

Olovga chidamli alyuminiy qotishmalari qo'shimcha ravishda Fe, Ti, Mn lar bilan legirlansa, texnologik va mexanik xossalari yaxshilanadi (AL20, AL21). Masalan, ana shunday murakkab legirlangan AJI21 qotishmadan  $300..350^{\circ} C$  da tashqi kuch ta'siri ostida uzoq muddat ishlay oladigan yirik va murakkab

shakldagi zagotovkalar tayyorlanadi. Ularni 525<sup>0</sup> C da eskirtiriladi (T7) mexanik xossalar yana ham yaxshilanadi.

***Alyuminiy konstruksiyalar*** (alyuminievie konstruksi), qurilishda asosiy materiali alyuminiy qotishmalari yoki texnik alyuminiydan iborat bo'lgan konstruksiya va buyumlar. Afzalligi: engil, mustaxkam, ko'pga chidamli, bezak uchun mosligi; kamchiligi: bir xil mustahkamlikdagi birikmalar (ayniqsa, payvand birikmalar) olishning murakkabligi, alyuminiy qotishmalar elastiklik modulining pastligini (po'latga nisbatan taxminan 3 marta) hisobga olish zarurligi. Alyuminiy qonstruksiyalari tayyorlashda yupqa (1 mm dan kam) metall list va presslangan yupqa devorli profillar ishlatiladi.

*Alyuminiy qotishmalari* (alyuminievie splavi)— alyuminiy asosidagi mis, magniy, rux, kremniy, marganes, litiy, kadmiy, sirkoniy, xrom va boshqaqo'shilmali qotishmalar. Mexanik xossalari yuqori, zichligi kichik, elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi yuqori, korroziyabardosh. Mashinasozlikning ko'p sohalarida, qurilishda, ro'zg'or buyumlari ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ishlab chiqarish usullariga qarab, alyuminiy qotishmalarini deformatsiyalanadigan, quyma va termik ishlanadigan xillarga ajratish mumkin. Ishlab chiqarilish va ishlatilish hajyicha qora metallardan keyin ikkinchi o'rinda turadi. — ko'p qismi alyuminiydan iborat qrtishmalar. Alyuminiy qotishmalari alyuminiyga Si, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, Fe, Ti va boshka elementlarni alohida-alohida yoki ma'lum kombinasiyada so'shib suyuqlantirish yo'li bilan tayyorlanadi. A. s.ga legirlovchi elementlar sifatida Ni, Cr, Sa va boshqalar, qotishma xossalari yaxshilaydigan elementlar sifatida esa oz miqdorda Na, Be, Ti, Ce, Nb ham qo'shiladi. Bu elementlar fizik, knmyoviy va mexanik xossalari xilma-xil alyuminiy qotishmalari hosil qilishga imkon beradi. Aviasiya sanoatida alyuminiy qotishmalari ayniqsa, keng ishlatiladi, chunki alyuminiy qotishmalari engil bo'lishi bilan birga ancha puxta hamdir. Alyuminiy qotishmalari deformatsiyalanadigan va quyiladigan qotishmalar gruppasiga bo'linadi. Deformatsiyalanadigan alyuminiy qotishmalari har xil yarim fabrikatlar va buyumlar tayyorlash uchun, quyiladigan alyuminiy qotishmalari esa, xilma-xil detallar quyish uchun ishlatiladi.

## **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

- 1.** S.D. Nurmurodov, A.X. Rasulov, A.A. Allanazarov. Mashinasozlik materiallari. - Toshkent.: 2020
- 2.** Nurmurodov S.D., Rasulov A.X., Baxodirov Q.G'. Materialshunoslik va konstrukcion materiallar texnologiyasi. Darslik. - Toshkent, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2015
- 3.** Nurmurodov S.D., Ziyamuxamedova U.A. Metallar texnologiyasi. Darslik-Toshkent, 2017
- 4.** Ziyamuxamedova U.A., Nurmurodov S.D., Rasulov A.X. Metallshunoslik. Darslik. - Toshkent, «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2018
- 5.** Norxudjaev F.R. Materialshunoslik. Darslik. - Toshkent.: Fan va texnologiyalar. 2014.