

H.Ə.Hacıbalayev

Konstruksiya Materiallarının
Texnologiyası

**Azərbaycan Respublikası Təhsil
Nazirliyinin 21.12.2009-cu il 1401
saylı əmri ilə ali məktəb tələbələri
üçün dərslik kimi təsdiq edilmişdir**

BAKİ – 2011

- Elmi redaktor:** ADİU-nin “Texnoloji maşınlar və sahə avadanlıqları kafedrasının müdiri, t.e.d., prof. **M.H.Fərzəliyev**
- Rəy verənlər:** AzTU-nun “Tökmə və qaynaq istehsalı” kafedrasının müdiri, t.e.d., prof. **A.T.Məmmədov**
AzTU-nun “Konstruksiya və kompozisiya materiallarının texnologiyası” kafedrasının prof., t.e.d. **H.D.Novruzov**
ADİU-nun “Standartlaşdırma, sertifikatlaşdırma və metrologiya” kafedrasının müdiri, t.e.d., prof. **N.R.Məmmədov**

Hacıbalayev H.Ə. Konstruksiya materiallarının texnologiyası. Dərslik. Bakı, “İqtisad Universiteti” Nəşriyyat, 2011, 338 s.

Dərslik “Texnoloji maşınlar və sahə avadanlıqları” mühəndisliyi, “Qida məhsullarının texnologiyası” mühəndisliyi, “Çox işlənən malların texnologiyası” mühəndisliyi, “Standartlaşdırma, sertifikatlaşdırma və metrologiya” mühəndisliyi istiqamətləri üzrə bakalavr pilləsində təhsil alan tələbələr üçün təsdiq edilmiş proqram üzrə tərtib olunub.

Dərslikdə sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiq edilən metal və ərintilərin xassələri, qara və əlvan metalların istehsalı, metal və qeyri-metallardan pəstah və maşın hissələrinin hazırlanma texnologiyaları, onların yerinə yetirilməsində tətbiq edilən avadanlıq, qurğu və alətlərin konstruksiyaları, həmçinin iş prinsipləri haqqında məlumatlar verilmişdir.

Dərslik qeyri - texniki universitetlərdə müvafiq ixtisaslar üzrə təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bundan ali texniki və orta ixtisas təhsili məktəblərinin tələbələri ilə yanaşı istehsalatda çalışan mühəndis və texniklər də istifadə edə bilərlər.

Ö N S Ö Z

İnsanın yaratdığı çoxçeşidli məhsullar içərisində maşınlar xüsusi yer tutur. Həyatımızda və fəaliyyətimizdə elə sahə yoxdur ki, orada maşın və ya avadanlıqlardan az və ya çox miqdarda istifadə olunmasın. Sənayenin ayrı-ayrı sahələrində tətbiq edilən maşın və avadanlıqlar olduqca müxtəlifdir. Onların hər-tərəfli inkişafı, əmək məhsuldarlığını artıran, insanın fiziki, əqli əməyini yüngülləşdirən, ya onu tamamilə əvəz edən müxtəlif təyinatlı yeni mexanizmlərin, maşınların, maşın-avtomatların yaradılması və istifadə edilməsi ilə əlaqədardır. Bu maşınlar və avadanlıqlar müxtəlif məqsədli olmaqla yanaşı, çox mürəkkəb şəraitdə istismar olunur. Onların mexanizmləri və detalları böyük sürətə, statiki və dinamik yüklərə məruz qalır, yüksək nəmlikdə, dəyişən temperatur və aqressiv mühitdə işləyir. Bəzi maşınların işlək və sürtünməyə məruz qalan səthləri tozlardan, iş vaxtı ayrılan istehsalat tullantılarından və yeyici reagentlərdən mühafizə olunmur. Buna görə də, mexanizmlərin və onları təşkil edən hissələrin yeyilməsinə, korroziyaya uğramasına və vaxtından qabaq sıradan çıxmasına səbəb olur. Bu da, öz növbəsində, maşının məhsuldarlığının azalmasına, istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinin aşağı düşməsinə və onun tam dayanmasına gətirib çıxarır.

Avadanlığın uzun müddət ərzində iqtisadi cəhətdən əlverişli, eləcə də, etibarlı işləməsinə təmin etmək üçün bir neçə istiqamətdə iş aparılmalıdır. Onların arasında maşın hissələrinin hazırlanması üçün verilən tələbləri ödəyə bilən keyfiyyətli materialın seçilməsi və proqressiv texnologiyanın tətbiq olunması ilə müvafiq hissənin alınması üstünlük təşkil edir. Düzgün seçilmiş material ayrı-ayrı hissələrin və onları özündə birləşdirən maşının etibarlı işini təmin etməlidir.

Maşın hissələrinin hazırlanması üçün müxtəlif konstruksiya materiallarından geniş istifadə edilir. Çoxsaylı konstruksiya materialları arasında ən çox istifadə ediləni metallar və onların

ərintiləridir. Həm sayına, həm də çəkisinə görə onlardan hazırlanmış hissələr çoxluq təşkil edir. Hissələrin 80-90%-i metal və metal ərintilərindən hazırlanır. Ona görə də, çox vaxt metalı sənayenin “çörəyi” hesab edirlər. Belə ki, insan çörəksiz yaşaya bilmədiyi kimi, sənayenin də inkişafı və tərəqqisi metalsız mümkün deyildir.

Spesifik xüsusiyyətlərinə görə metal və ərintilərdən qara (polad, çuqun) və əlvan (alüminium, mis, titan, maqnezium və s. metal və ərintiləri) metallar daha geniş yayılmışdır. Onlar çox yüksək mexaniki, fiziki, kimyəvi, texnoloji və xüsusi xassələrə malikdir. Bu xassələr konstruksiya materiallarına və onlardan maşın detalları istehsalında tətbiq edilən texnoloji proseslərə təsir göstərir.

Yuxarıda qeyd edilənlərə əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, xalq təsərrüfatının bütün sahələrində buraxılan məhsulların keyfiyyətinin yüksəldilməsi, mütərəqqi texnoloji proseslərin sənayeyə tətbiq edilməsi, mövcud proseslərin intensivləşdirilməsi, avadanlıqların etibarlılığının artırılması və texniki göstəricilərin yaxşılaşdırılması mühüm sosial-iqtisadi əhəmiyyətə malik məsələlərdir.

Məhz buna görə də ölkədə sənayeni inkişaf etdirmək üçün, ilk növbədə, maşınqayırma sənayesinin texniki tərəqqi səviyyəsini daima elmi əsaslarla yüksəldilməsi lazım gəlinir. Maşınqayırmanın inkişafı, eləcə də buraxılan məmulatların keyfiyyətinin yüksəldilməsi və etibarlılığının artırılması məsələləri yeni konstruksiya materiallarının yaradılmasını tələb edir.

Hazırda emal prosesləri avtomatlaşdırma, hesablama və robot texnikasından, həmçinin, rəqəmli proqramla idarə edilən dəzgah və qurğulardan istifadə olunma hesabına inkişaf etdirilir və təkmilləşdirilir.

Bununla əlaqədar olaraq maşınqayırma sənaye sahəsinin texniki tərəqqi səviyyəsinin yüksəldilməsində aparıcı qüvvə bu sahə üçün hazırlanmış kadrlardır. Bu kadrlar əmək fəaliyyətində maşın və avadanlıqlarını etibarlı işləməsini, istismar zamanı

yaranan nöqsanların araşdırılmasını və aradan qaldırılmasını, sıradan çıxmış hissələrin yenisi ilə əvəz edilməsi üçün materialın, emal üsullarının seçilməsi və eləcə də konstruksiyaların hazırlanmasının iqtisadi məqsəddə uyğunluğunu təmin etmək bacarığına malik olmalıdır.

Konstruksiya materialları anlayışına metallardan başqa digər materiallar plastik kütlə, rezin və ebonit, ağac materialları, lak və rənglər daxildir.

“Konstruksiya materialları texnologiyası” fənni materialların xassələrini, quruluşunu, təbii birləşmələrdən alınmasını və bunları sonradan emal edərək (tökmə, təzyiqlə, qaynaq, kəsmə ilə mexaniki emal və başqa üsullarla) hazır məmulata və ya yarımfabrikata çevirmək, habelə ovuntu metal və qeyri-metal materiallarından məmulat hazırlama üsullarından bəhs edir. Bu fənn ümumi kurs olmasına baxmayaraq onun ali peşə istiqamətləri üzrə təhsil alan tələblər üçün tədrisi çox əhəmiyyət kəsb edir.

Fənnin qarşısında aşağıdakı vəzifələr durur:

1. metalların istehsalı üçün əsas və köməkçi materialların hazırlanma, saflaşdırılma və onların əridilmə proseslərini öyrənməsi;
2. məmulatların tökmə, təzyiqlə emal, qaynaqla alınmasının fiziki mahiyyəti və onların mexaniki kəsmə və başqa üsullarla emalının öyrənməsi;
3. məmulatların və detalların formalaşdırılmasının texnoloji üsullarının əsaslarını öyrənməsi;
4. emal üsullarının texnoloji imkanları, onların təyinatı, üstünlükləri, çatışmazlıqları və tətbiqi sahələrini öyrənməsi;
5. tələbələrə məmulatların və maşın detallarının alınma və emal üsullarını nəzərə almaqla, konstruksiyasının texnolojililiyi haqqında əsas məlumatlarla tanış etməsi.

Dərslik səkkiz bölmədən ibarətdir. Bu bölmələrdə yuxarıda göstərilən məsələlərdən bəhs edilir. Hər bölmədə istehsal üsulları, işlədilən avadanlıq, əsas və köməkçi material və qur-

ğular, emal etmənin üstünlükləri və çatışmazlıqları və s. haqqında məlumat verilir. Kitabın bütün bölmələri bir-biri ilə sıx əlaqədardır; bir bölmənin öyrənilməsində əldə edilən bilik digər bölməni mənimsəməkdə böyük rol oynayır.

Dərslik haqqında öz mülahizələrini, irad və təkliflərini göndərən oxuculara müəllif qabaqcadan öz minnətdarlığını bildirir.

Müəllif

BİRİNCİ BÖLMƏ

MAŞINQAYIRMA DA TƏTBİQ OLUNAN METAL VƏ ƏRİNTİLƏRİN XASSƏLƏRİ

1. Metallar haqqında ümumi məlumat

Metal və ərintilərdən düzgün və səmərəli istifadə etmək üçün onların strukturunu, mexaniki, fiziki, kimyəvi, texnoloji və s. xassələrini bilmək çox vacibdir. Texniki təmiz metalların bir sıra xassələri aşağı olduğundan və istehsalı bəla başa gəldiyindən sənayedə əsasən onların ərintilərindən istifadə edilir.

Metal haqqında ilk elmi anlayışı böyük rus alimi M.V.Lomonosov vermişdir. O, döyülə bilən və metallik parlaqlığa malik cismi metal adlandırmışdır. Onun verdiyi bu elmi tərif indi də öz əhəmiyyətini itirməmişdir. Metallik parlaqlığı və plastikliyi ilə yanaşı bütün metallar yüksək elektrik və istilikkeçirmə qabiliyyətinə də malikdir.

Hər bir metal öz quruluşu və xassələrinə görə digərindən fərqlənir, lakin bəzi əlamətlərinə görə onları qruplar şəklində birləşdirmək olar.

Metallar ilk növbədə iki qrupa: qara və əlvan metallara bölünür. Qara metallar dəmir və onun ərintiləri olan polad və çuqundan ibarətdir. Qalan metallar (Al, Mg, Cu, Ni, V, Ti, Mo və s.) və onların ərintiləri əlvan metallar qrupunu təşkil edir.

Qara metallar tünd boz rəngli olub, böyük sıxlığa, yüksək ərimə temperaturuna, bərkliyə və çox hallarda polimorfizmə malikdir. Bu qrupun tipik metalı dəmirdir.

Əlvan metallar əksər hallarda səciyyəvi – qırmızı, sarı və ağ rəngli olur. Onlar yüksək plastikliyi, bərkliyin və ərimə temperaturunun az olmaları ilə fərqlənir.

Onlar polimorfizm xassəsinə malik deyildir. Bu qrup metalların tipik nümayəndəsi misdir.

Qara metalları, öz növbəsində, aşağıda göstərilmiş qayda da bölmək olar:

1.dəmir metalları – dəmir, kobalt, nikel (ferromaqnetiklər) və xassələrə görə bunlara yaxın olan manqan. Kobalt, nikel və manqan dəmir əsaslı ərintilərdə əlavə qatqı (legirləyici) kimi və xüsusi ərinti növləri (yüksək legirlənmiş) istehsalında istifadə edilir.

2.çətinəriyən metallar – ərimə temperaturları dəmirin ərimə temperaturundan (1539°C) yüksək olan metallar – volfram, molibden, niobium, tantal, vanadium və s. Bunlardan legirlənmiş poladları və uyğun əsaslı ərintilərin istehsalında istifadə edilir.

3.uran metalları – aktinoidlər atom texnikasında istifadə olunur.

4.nadir torpaq metalları – lantanoidlər (lantan, serium, neodim və s.) və xassəcə onlara yaxın olan ittrium və skandium metalları. Təbii şəraitdə birlikdə rast gəlinməsinə və onları bir-birindən ayırmaqı çətin olduğuna görə ərintilərin istehsalında qatqı kimi «qarışıq ərinti», 40-45% serium və 45-50% başqa nadir torpaq metal tərkibli mismetal adlanan qarışıqından istifadə edilir. Belə qarışıqda ferrosoriumu (serium və nəzərəcarpacaq dərəcədə tərkibində nadir torpaq metalı olan dəmirdən ibarət ərinti) misal göstərmək olar.

5.qələvi torpaq metalları – natrium, litium və kalium. Atom reaktorlarında istilikdaşıyıcılar müstəsna olmaqla bu metallardan sərbəst halda, demək olar ki, istifadə olunmur.

Əlvan metallar aşağıdakı hissələrə bölünür:

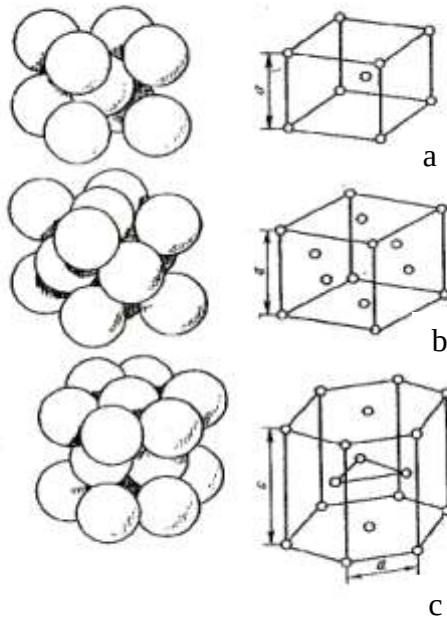
1. yüngül metallar – alüminium, maqnezium, berillium, sıxlığı az olan metallar.
2. nəcib metallar – gümüş, qızıl, platin qrupuna aid olan metallar (palladium, iridium, osmium, rodium). Bu qrupa «yarım nəcib» mis elementini də

daxil etmək olar. Nəcib metalların korroziyaya yüksəkdir давамлылығы olur.

- tezəriyən metallar – sink, kadmium, civə, qurğuşun, bismut, sürmə, qalay və zəif metallik xassələrə malik olan qallium və germanium.

2. Metalların kristal quruluşu

Cisimlər bərk halda kristal və ya amorf quruluşa malik olur. Amorf cisimlərdə (məsələn, şüşədə, qatranda) atomlar xaotik (nizamsız), kristal cisimlərdə isə müəyyən qanunauyğun olaraq düzgün həndəsi sxem üzrə bir-birindən müəyyən məsafədə yerləşir.



Şəkil 1.1. Metalların kristal qəfəslərinin tipləri və onlarda atomların yerləşmə sxemləri: a- həcmi mərkəzli kub; b – üzü mərkəzli kub; c – heksaqonal sıx doldurulmuş

Bütün metallar bərk halda kristal quruluşa malikdir. Metallar əksər hallarda həcmi mərkəzli kub (HMK), üzü mərkəzli kub (ÜMK) və heksaqonal sıx doldurulmuş (HS) tipli kristal qəfəsləri əmələ gətirir. Metalların kristal qəfəslərinin elementar özlərlərinin tipləri və atomların qəfəslərdə yerləşmə sxemləri şəkil 1.1-də göstərilmişdir.

Kristal qəfəslərin şəkil 1.1- də təsviri şərtidir və atomların kristal qəfəslərdə toxunan kürəciklər şəklində göstərilməsi daha doğru olardı (1.1 şəklindəki sxemin sol tərəfində olduğu kimi). Lakin kristal qəfəslərin bu şəkildə göstərilməsi həmişə əlverişli olmur.

Kristal qəfəslərin zirvələrindəki qonşu atomların mərkəzləri arasındakı məsafə (a və c) qəfəsin parametri adlanır və anqstrem A^0 ilə ($A^0=10^{-8}\text{sm}$) və ya nanometrlə ($1A^0=0,1\text{ Hm}$) ölçülür. Qəfəsdə atomlardan başqa xeyli miqdarda atomlararası boşluq vardır. Kristal qəfəsin sıxlığı koordinasiya ədədi və kiçiklik əmsalı ilə xarakterizə olunur. Koordinasiya ədədi məlum atomdan ən yaxın və bərabər məsafədə yerləşmiş qonşu atomların sayına deyilir. HMK qəfəsdə hər bir atomun cəmi 8, ÜMK və HS qəfəslərdə isə 12 yaxın qonşusu var. Deməli, HMK qəfəs üçün koordinasiya ədədi K8, ÜMK və HS qəfəsləri üçün isə K 12-yə bərabərdir. Yəni, HMK qəfəsin kiçikliyi ÜMK və HS qəfəslərindəkindən azdır.

HMK tipli qəfəsdə atomlar qəfəs həcmnin 68%-ni, ÜMK və HS tipli qəfəslərdə isə 74%-ni təşkil edir. Üzü mərkəzli kub və heksaqonal sıx doldurulmuş qəfəslər eyni ölçülü kürəciklərin ən sıx vəziyyətdə yerləşməsini göstərir. Heksaqonal sıx doldurulmuş qəfəsin ölçüləri sabit $c/a=1,633$ ilə xarakterizə olunur. Bu nisbətin başqa qiyməti sıx doldurulmamış heksaqonal qəfəs əmələ gətirir.

Bəzi metallar tetraqonal kristal qəfəsi əmələ gətirir. Bu tip kristal qəfəslər a və c parametrin nisbəti qəfəsin tetraqonallıq dərəcəsini xarakterizə edir, $c/a=1$ olduqda kub kristal qəfəsi alınır. Atomların fəza torunda yerləşməsindən

asılı olaraq tetraqonal qəfəs sadə, həcmi və üzü mərkəzli kub şəklində ola bilər.

Bəzi metallar müxtəlif temperaturlarda müxtəlif kristal qəfəslərinə malik olur. Eyni bir metalın müxtəlif kristal qəfəslərə malik olma qabiliyyətinə *polimorfizm* və ya *allotropiya* deyilir. Kritik temperaturlarda kristal qəfəslərin yeni-dən qurulması *allotropik şəkildəyişmə* adlanır. Bu modifikasiyalar α , β , γ və s. yunan hərfləri ilə işarə edilir və indeks şəklində uyğun elementin simvoluna əlavə olunur. Aşağı temperaturda allotropik şəkildəyişməni α , ondan yuxarı temperaturdakını β , daha yüksək temperaturdakıları γ, δ və s. indeksləri ilə işarə edirlər (məs., Fe_α ; Fe_β ; Fe_γ və s.).

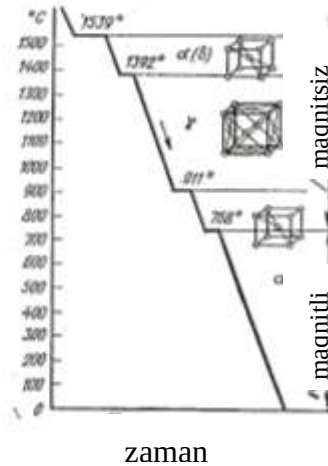
Bir sıra metallar polimorf çevrilmələrə malikdir. Aşağıda 1.1. sayılı cədvəldə praktiki əhəmiyyətli metalların müxtəlif temperaturlararası polimorf çevrilməsi verilmişdir.

Cədvəl 1.1.

Metalların polimorf çevrilmələri.

Metal (element)	Allotropik forması	Dayanıqlı halda temperatur intervalı, C°	Kristal qəfəsləri
Fe	α γ	<911 1392 – 1539 911 - 1392	Həcmi mərkəzli kub (K8) Üzü mərkəzli kub (K12)
Co	α β	<450 450 – 1480	Heksaqonal (H12) Üzü mərkəzli kub (K12)
Mn	α β γ σ	<700 700 - 1079 1079 – 1143 1143 – 1244	Çoxatomlu mürəkkəb kub Çoxatomlu mürəkkəb kub Üzü mərkəzli tetraqonal Həcmi mərkəzli kub (K8)
Ti	α β	<882 882 – 1660	Heksaqonal (H12) Həcmi mərkəzli kub (K8)
Zr	α β	<867 867 – 1860	Heksaqonal (H 12) Həcmi mərkəzli kub (K8)
U	α β γ	<668 668 – 720 720 – 1132	Ortoromblu Tetraqonal Üzü mərkəzli kub (K8)

Məsələn, dəmiri 911°C temperatúra qədər qızdırdıqda HMK modifikasiyalı Fe_{α} , $911\text{-}1392^{\circ}\text{C}$ intervalında ÜMK modifikasiyalı Fe_{γ} və 1392°C yuxarı temperaturda yenidən HMK modifikasiyalı Fe_{δ} polimorf çevrilmələrə məruz qalır (şəkil 1.2). Polimorf çevrilmə sabit temperaturda gedir.



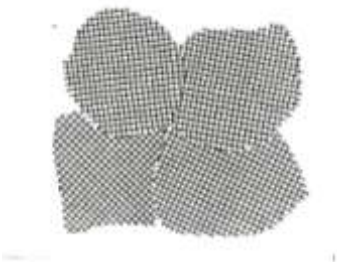
Şəkil 1.2. Saf dəmirin soyutma əyrisi

Beləliklə, dəmirin HMK qəfəsi iki interval temperaturda davamlıdır. Dəmirin $\text{Fe}_{\gamma} \rightarrow \text{Fe}_{\alpha}$ polimorf çevrilməsi koordinasiya ədədinin və sıxlığının azalması ilə müşayiət edilir : 768°C -də soyuma əyrisində polimorf çevrilməsi ilə əlaqəli olmayan temperatur durğunluğu əmələ gəlir, bu hadisə maqnit xassəsinin dəyişməsi ilə bağlıdır. Dəmir 768°C -dən yuxarı temperaturda maqnit xassəyə malik deyildir (maqnit xassəyə malik olmayan α –dəmir, bəzən β - dəmir adlanır) və bundan aşağı temperaturlarda isə ferromaqnitlidir (maqnit xassəlidir).

Texnikada emal proseslərin yaxşılaşdırılmasında, termiki emalda və başqa proseslərdə metalların polimorf çevrilmə xüsusiyyətindən geniş istifadə edilir.

3. Metal kristalların həqiqi quruluşu

Metal kristalları adətən kiçik ölçüyə malik olur. Ona görə də, adi şəraitdə bərkiyən texniki metalların (metal məmulatın) əksəriyyəti çoxlu sayda kristallardan ibarətdir. Çoxlu miqdarda kristallardan təşkil edilmiş cisimlərə polikristal quruluşa malik cisimlər deyilir. Bir sıra səbəblərdən polikristal cisimlərin kristalları müxtəlif istiqamətlərdə səmtlənmiş olur və xarici həndəsi formaları düzgün şəklini ala bilmir (şəkil 1.3.). Belə qeyri- düzgün şəkilli kristala kristallit və ya dənə də deyilir.



Şəkil 1.3. Polikristal cisimlərdə kristal qəfəslərin səmtləşməsi (sxemi)

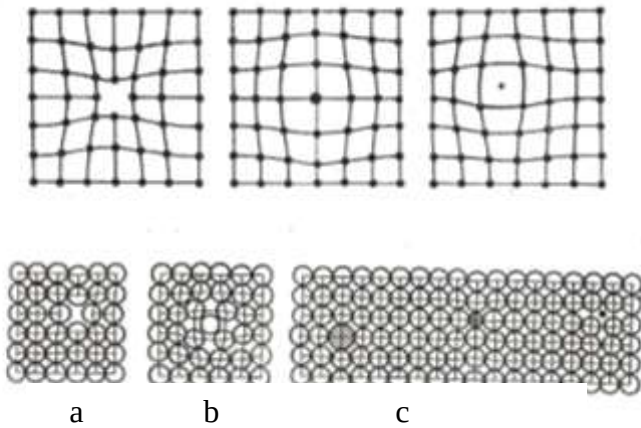
Metalların maye halından bərk hala keçməsi (kristallaşması) prosesi çox zəif aparıldıqda və başqa xüsusi üsullarda *monokristal* adlandırılan bir kristaldan ibarət metal parçası almaq olur.

Texnikanın xüsusi sahələrində və elmi - tədqiqat işlərində istifadə etmək üçün kütləsi bir neçə yüz qrama qədər olan böyükölçülü monokristallar hazırlanır.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, amorf cisimlər kristal quruluşa malik deyil. Bunlar bütün istiqamətlərdə eyni xassəlidir. Belə cisimlərə izotrop cisimlər deyilir. Kristalda müxtəlif istiqamətlərdə atomların sıxlığı müxtəlif olduğundan, onun xassələri də (mexaniki, fiziki və s.) müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlif olur. Bu hadisəyə *anizotropiya* deyilir, yəni kristal cisimlər anizotropdur. Xassələrin anizotropluğu tək-tək kristallara və monokristallara aiddir. Bu xüsusiyyət polikristal cisimləri təşkil edicilərinə də, yəni hər bir ayrılıqda götürülən kristallitə və dənəyə də xarakterikdir.

Polikristal metalı əmələ gətirən bütün dənələri eyni istiqamətə səmtləndirdikdə onda anizotropluq hadisəsinin meydana çıxması müşahidə olunur. Lakin dənələrin müxtəlif istiqamətlərə səmtlənməsi polikristal metalın xassələrinin bütün istiqamətlərdə eyniləşməsinə yaxın olur. Buna kvaziizotropluq deyilir. Kvaziizotropluq töküklərdə daha yaxşı müşahidə olunur və xırdadənəli töküklərdə bu xassə müvafiq dərəcədə güclənir. Lakin pəstahı deformasiyaya uğradıldıqda (təzyiqlə emal etdikdə) metal dənələri əsasən eyni istiqamətə səmtləninir, yəni *tekstura* əmələ gətirir ki, nəticədə metal anizotrop olur. Belə metalın uzununa və eninə istiqamətlərdəki xassələri bir-birindən fərqlənə bilər. Məsuliyyətli hissələrin istehsalında bu hal mütləq nəzərə alınmalıdır.

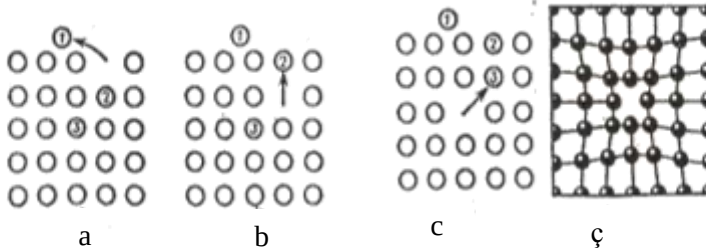
Real metal kristalların quruluşunda ideal kristal qəfəsdən fərqli olaraq bir sıra defektlər alınır ki, bunlar da atomların kristal qəfəsdə yerləşməsinin qanunauyğunluğunu pozur. Kristalın quruluşunda nöqtəvi, xətti və səthi kimi defektlər ola bilər. Nöqtəvi defektlərin ölçüləri çox kiçik olur və qiyməti bir neçə atom diametrindən çox olmur. Nöqtəvi defektlərin növlərini sxematik olaraq şəkil 1.4 – də iki görünüşdə verilmişdir.



Şəkil 1.4. Kristal qəfəslərin nöqtəvi defektlərinin növləri: a – zirvələrində boş qalan yerlər; b – zirvələrində və zirvələr arasındakı boşluqlarda yerləşmiş başqa element atomları; c – yayılmış və əvəzlənmiş başqa element atomları

Bunlara misal kristal qəfəsin zirvələrində boş qalan yerləri (şəkil 1.4.a), kristal qəfəsin zirvələrindən zirvələrarası boşluqlara keçmiş atomları (şəkil 1.1.4. c), kristal qəfəsin zirvələrində və həm də zirvələr arasındakı boşluqlarda yerləşmiş başqa element atomlarını – aşqarların atomlarını (şəkil 1.4. b,c) göstərmək olar. Nöqtəvi defektlər qəfəsdə fasiləsiz olaraq yerlərini dəyişir. Temperatur artdıqca nöqtəvi defektlərin əmələ gəlməsi və yerlərinin dəyişməsi intensivləşir. Bu defektlərin bütün növləri kristal qəfəsini pozur, kristalların möhkəmliyini və elektrikkeçirmə müqavimətini artırır.

Kristal qəfəsinin bəzi qovşaqlarının atomdan məhrum olması, yəni boş qovşaqların alınması səbəbindən kristal quruluşunun pozulmasını şəkil 1.5 – də daha aydın təsvir olunmuşdur.



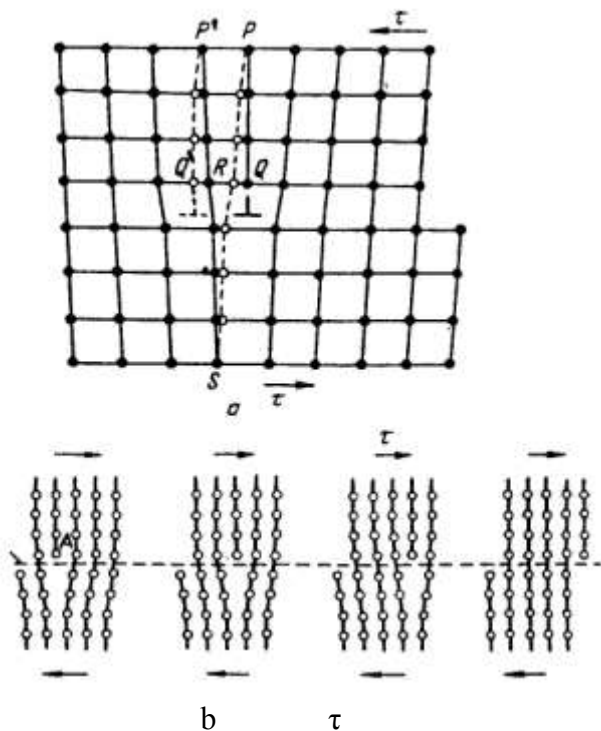
Şəkil 1.5. Kristal qəfəsin qovşaqlarının atomdan məhrum olması

Atomlar qəfəsin zirvələrində rəqsi hərəkətdə olur və temperatur yüksəldikcə rəqsi hərəkətin amplitudası da güclənir. Məlum temperaturda kristal qəfəsdə yerləşən metal atomların orta enerjisi və rəqsi hərəkəti eyni olmasına baxmayaraq, bəzi atomların enerjisi orta enerjiyə nisbətən xeyli çox ola bilər və atomlar qəfəsdə öz yerlərini dəyişər. Səth qatının atomları yerlərini daha asanlıqla dəyişir və səthə çıxır (məsələn, atom 1, şəkil 1.5.a). Bu atomun əvvəl tutduğu yer (boş zirvə) boşluq adlanır. Müəyyən vaxtdan sonra yaranmış boşluğu daha dərin qatda olan qonşu atomlardan biri tutur (məsələn, atom 2, şəkil 1.5.b) və həmin atomun tərk etdiyi zirvəsi isə boş qalır; sonra isə başqa atom, məsələn, atom 3 (şəkil 1.5.c) və s. Beləliklə, boşluq kristalın dərinliyinə doğru hərəkət edir və nəticədə şəkil 1.5.ç-də olduğu kimi yaranmış boşluq kristal qəfəsini təhrif edir. Nöqtəvi defektlər temperaturla bağlı-diffuziya, termiki və kimyəvi-termiki emalı, ovuntu materialların bışirilməsi və s. prosesləri sürətləndirir.

Xətti defektlərin əsas növü *dislokasiyalardır* və $\perp$ işarəsi ilə göstərilir. Dislokasiya termini «dislocation» ingilis sözündən götürülmüşdür və sürüşmə, yerindən tərpətmə mənasındadır. Dislokasiya anlayışı ilk dəfə 1934-cü ildə bərk kristal cisimlərin plastik deformasiyasını izah etmək üçün Orovan, Polyani və Teylor tərəfindən bir-birindən xəbərsiz olaraq irəli sürülmüşdür.

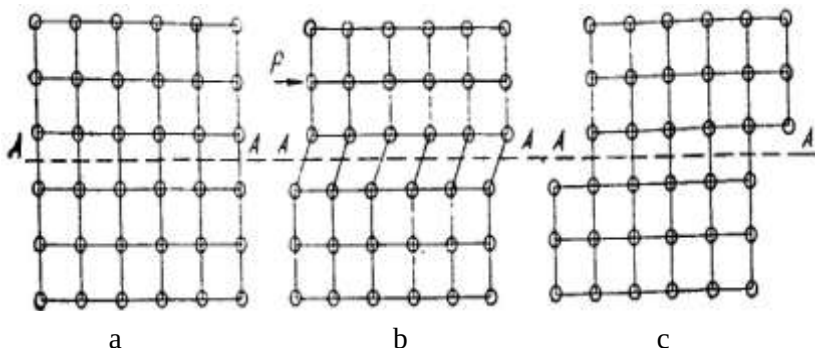
Plastik deformasiya prosesinə dislokasiyaların təsirini 1.6 şəklində göstərilmiş sərhəd dislokasiyaların misalında nəzərdən keçirək. Plastik sürüşmə - sürüşmə müstəvisi üzrə, dislokasiyaların tədricən yerdəyişməsinin nəticəsidir və sürüşmə müstəvisi üzrə ardıcıl olaraq yayılır. Fərz edək ki, kristal qəfəsdə bu və ya digər səbəbdən müəyyən bir sahəyə aid olan əlavə atom yarım-müstəvisi (ekstra müstəvisi) meydana çıxmışdır. Kristalın eninə kəsiyini və yaranmış PQ ekstra müstəvisi 1.6.a şəklində göstərilmişdir. Ekstra müstəvisinin sərhədi (Q atomlar sırası) müsbət qiymətli dislokasiyanın nüvəsini təşkil edir. Dislokasiyaları ekstra müstəvisinin sürüşmə müstəvisinə nəzərən yuxarıda və aşağıda yerləşməsindən asılı olaraq müsbət və mənfi qiymətli hesab edilir. Dislokasiya qonşu atom müstəviləri arasında simmetrik yerləşdikdə sağ və sol tərəflərdə təsir qüvvələri bərabərləşdiyindən hərəkətsiz vəziyyətdə olur. Təxminən τ gərginliyinin təsirindən ekstra müstəvisi sola tərəf yerini dəyişir və qırıq xətlə göstərilmiş vəziyyəti alır. Eyni zamanda, P^1S atom müstəvisinin aşağı hissəsi sağ tərəfə yerini dəyişəcək qırıq xətlə göstərilmiş yeni vəziyyətə düşür və PQ ekstra müstəvisinin aşağı qırağı ilə uyğunlaşaraq PS tam atom müstəvisi əmələ gətirir. Onda P^1S müstəvisinin yuxarı hissəsi sola yerini dəyişərək P^1Q^1 vəziyyəti alır və yeni ekstra müstəvisi rolu oynayır. Təxminən τ gərginliyinin sonrakı təsirindən Q dislokasiyanı hərəkətə gətirir və s. Kristal boyu dislokasiyanın ardıcıl yerdəyişməsi şəkil 1.6.b -də göstərilmişdir.

Dislokasiyaların yerdəyişməsi üçün sürüşmə müstəvisi üzrə kristalın bir hissəsinin digər hissəsinə nisbətən sərt yerdəyişməsi üçün tələb edildəndən daha az qüvvə sərf edilir. Dislokasiyanın sürüşmə istiqaməti boyunca hərəkəti zamanı bütün kristalda onun aşağı və yuxarı hissələri bir atomlar arası məsafə qədər yerini dəyişir. Yerdəyişmə nəticəsində dislokasiya kristalın səthinə çıxır və itir. Səthdə isə sürüşmə pilləsi qalır.



Şəkil 1.6. Dislokasiyaların ardıcıl yerdəyişməsində baş verən plastik deformasiyanın sxemi

Dislokasiyalar nəzəriyyəsinin tətbiqi metalların möhkəmliyinin və plastikliyinin təbiətini izah etməyə imkan verdi. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, plastik deformasiya kristalın bir hissəsinin digər hissəsinə nəzərən sürüşmə müstəvisi üzrə yerdəyişməsi kimi nəzərdə tutulur. Təbii halda, plastik deformasiyanı şəkil 1.7 –də göstəriləndiyi kimi P qüvvəsinin təsiri altında kristalın bir hissəsinin bütün atomları, eyni zamanda, AA sürüşmə müstəvisi üzrə yerdəyişməsini və ardıcıl olaraq a vəziyyətindən b və c vəziyyətlərinə keçməsi kimi güman edilir.



Şəkil 1.7. İdeal kristal qəfəsinin plastik sürüşməsi

Bu yerdəyişməni yerinə yetirmək üçün lazım olan qüvvənin hesabı Y.S.Frenkel tərəfindən aparılmışdır:

$$\sigma_{\text{cup}} = \frac{aG}{b2\pi}$$

burada, G - sürüşmədə elastiklik moduludur; a - sürüşmə istiqamətində atomlar arasıməsafə (şəkil 1.7. AA); b - müstəvilər arası məsafə:

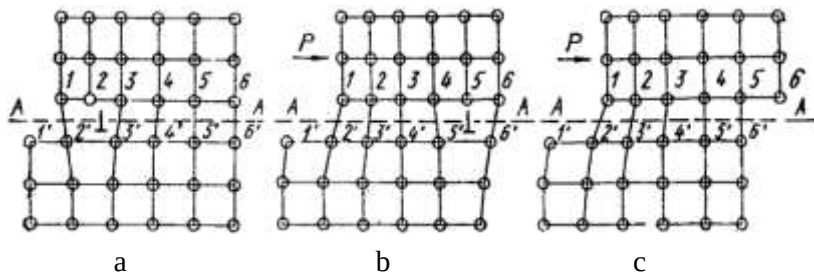
Sıx doldurulmuş metal kristal qəfəslərdə $\frac{a}{b}$ nisbəti

vahidə yaxındır.

Onda plastik deformasiya (sürüşmə) prosesinin yerinə yetirilməsi üçün tələb olunan qüvvənin qiyməti (nəzəri möhkəmlik) elastiklik moduluna nəzərən 6 dəfə az alınır. Məsələn, dəmirin nəzəri möhkəmliyi 13.000 MH/m^2 olduğu halda, həqiqi möhkəmliyi cəmi 150 MH/m^2 - dır ki, bu da təqribən 100 dəfə azdır. Odur ki, metalların nəzəri və həqiqi möhkəmliklərinin belə çox böyük fərqli alınması Frenkelin düsturuna və nəzəri möhkəmliyinə əvvəllər şübhə ilə yanaşırdılar. Sonradan dislokasiya nəzəriyyəsinin irəli sürülməsi və sapvari dislokasiyasız kristalların (qalınlığı 2 mkm və uzunluğu 10 mm -ə qədər olan) alınma üsullarının öyrənilməsi yuxarı-

da göstərilmiş fikir ayrılığına son qoydu. Sapvari dislokasiyasız kristalların möhkəmliyi nəzəri möhkəmliyinə yaxındır.

Dislokasiyaların iştirakı ilə sürüşmə prosesinin sadə sxemi şəkil 1.8-də göstərilmişdir.



Şəkil 1.8. Dislokasiyaların iştirakı ilə plastik sürüşmənin sxemi

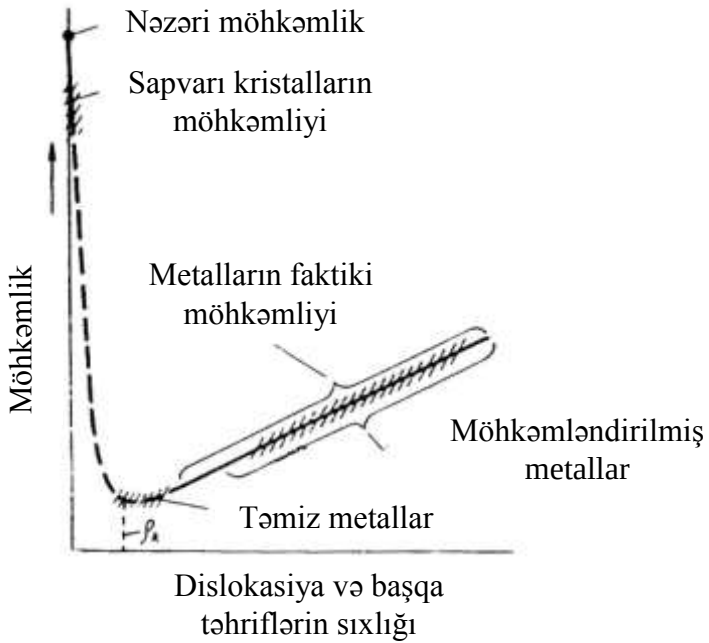
Dislokasiya P qüvvəsinin təsiri ilə AA müstəvisinin hər iki tərəfi üzrə hərəkəti zamanı «qonşu» atomlararası məsafə qədər sağa yerini dəyişir. Yerdəyişmə nəticəsində dislokasiya axırda 1.8. c şəklində göstəriləndi kimi kristalın səthinə çıxır və itir. Bu göstərir ki, deformasiya, eyni zamanda, bütün atom müstəvilərinin yerdəyişməsi ilə deyil, çox asanlıqla dislokasiyaların tədricən yerdəyişməsi hesabına gedir.

Deyilənlərə əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, metalda dislokasiyalar çox olduqca kristalda sürüşmə prosesi asanlaşır. Dislokasiyalar olmayan metalda müstəvilərin yerdəyişməsi prosesi ancaq kristalın bir hissəsinin digər hissəsinə nəzərən bütün atomlarının yerdəyişməsi nəticəsində mümkün ola bilər. Gərginliklərin təsirindən dislokasiya yaranmadığı halda dislokasiyasız metalın möhkəmliyi nəzəri möhkəmliyinə bərabər olmalıdır.

Başqa üsulla da metalın möhkəmliyini artırmaq olar. Müəyyən edilmişdir ki, dislokasiyaların sıxlığının (artımının) başlanğıcında metalın həqiqi möhkəmliyi aşağı düşür. Dislokasiyaların sıxlığı müəyyən qiymətə çatdıqdan sonra metalın həqiqi möhkəmliyi yenidən yüksəlməyə başlayır.

Möhkəmliyi ilə dislokasiyaların sıxlığı (başqa struktur çatışmazlıqları) arasındakı asılılıq şəkil 1.9 -da verilmişdir.

Dislokasiyaların sıxlığının artması həqiqi möhkəmliyin yüksəlməsini biri-birinə paralel dislokasiyalarla yanaşı müxtəlif müstəvilərdə və istiqamətlərdə əlavə dislokasiyaların meydana çıxması ilə izah edilir. Belə dislokasiyalar biri-birinin hərəkətinə maneçilik törədir və nəticədə metalın həqiqi möhkəmliyi yüksəlir.



Şəkil 1.9. Kristal möhkəmliyi ilə qəfəsinin pozulması arasındakı asılılıq

Beləliklə, metal və ərintilərin möhkəmliyini iki yolla artırmaq olar:

1. defektsiz və ya çox azdefektli (məsələn, sapvari dislokasiyasız kristallar kimi) ideal qəfəs quruluşuna yaxın kristal qəfəs quruluşu metalı almaqla;
2. dislokasiyaların hərəkətinə mane olan struktur çatışmazlıqlarının sayını artırmaqla.

Dislokasiyalar metalın kristallaşması, plastik deformasiyası və faza çevrilməsi zamanı əmələ gəlir. Dislokasiya əsasən sıxlığı ilə xarakterizə edilir. Dislokasiyaların sıxlığı (ρ) dedikdə, adətən, onların uzunluqları cəminin (Σl) kristalın vahid həcminə (V) nisbəti başa düşülür:

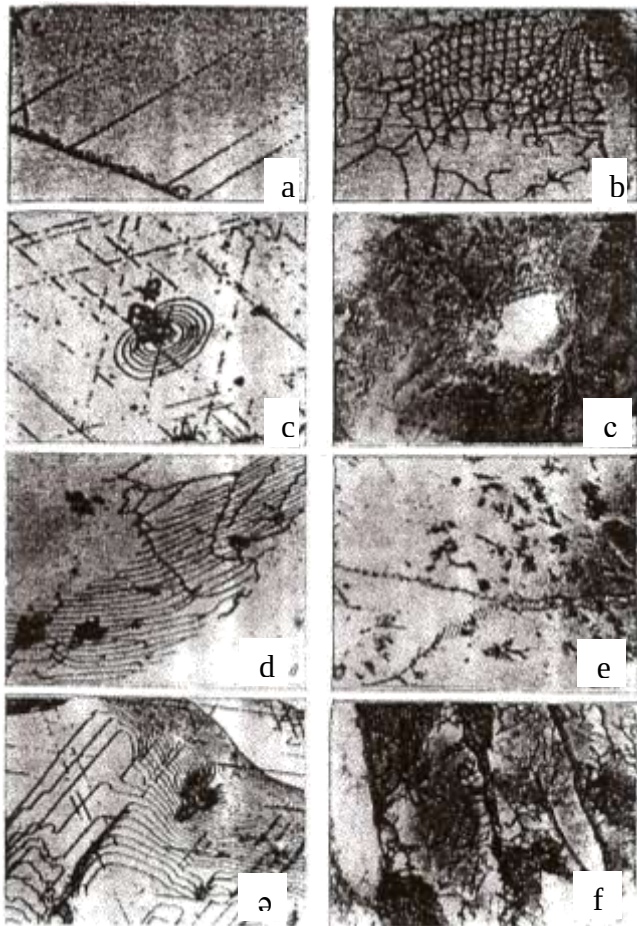
$$\rho = \frac{\Sigma l}{V} \text{ sm}^{-2}$$

Metallarda tabalmadan sonra $\rho = 10^6 - 10^8 \text{ sm}^{-2}$, soyuq deformasiyadan sonra $\rho = 10^{11} - 10^{12} \text{ sm}^{-2}$ olur ; bu, təxminən 1 sm^3 metalda 1 mln.km uzunluğunda dislokasiyalar mövcud olduğunu göstərir.

Səthi defektlərə dənələrin sərhədləri, bir dənənin daxilində fraqmentlərin sərhədləri, fraqmentlərin daxilində blokların sərhədləri aid edilə bilər.

Dənələrin sərhədləri nazik keçid zonası təşkil edir. Bunun eni 10 atom diametrinə qədər bərabər olur və sərhəd zonasında bir kristal qəfəsi digərinə keçir. Keçid zonası müərkəb quruluşa malikdir, onda atomların düzgün yerləşməsi pozulur, dislokasiyalar yığımının və aşqar atomlar konsentrasiyasının çox olması ilə xarakterizə edilir. Bunlar da dislokasiyanın hərəkətini məhdudlaşdırır və mexaniki xassələrinə nəzərəcarpacaq dərəcədə təsir göstərir. Şəkil 1.10 -da xüsusi üsullarla təyin edilmiş dislokasiya strukturları göstərilmişdir.

Şəkil 1.10. Dislokasiya strukturları



Dənələrin sərhədləri dislokasiyaların hərəkətinə mane olur və sərhədlərində dislokasiyaların sıxlığı çoxalır (1.10.a şəklində). Gərginliklər aşqar atomları ətrafında mərkəzləşərək, dislokasiyalar əmələ gətirir (1.10.c şəklində). Dislokasiyaların metalın həcmi boyunca qeyri-bərabər paylanması nəticəsində dislokasiya strukturu əmələ gətirir (1.1.ç,c). Bəzən də dislokasiya tor şəklində yerləşmiş olur (1.10.b şəklində).

Göstərilən defektlərdən başqa metalda boşluqlar, qaz qabarcıqları, qeyri-metal birləşmələri, mikroçatlar və s. kimi metalın möhkəmliyini aşağı salan mikrodefektlər də olur.

4. Ərintilərin kristal quruluşu

Ərinti iki və ya çox elementin birlikdə əridilməsi nəticəsində alınır. Ərintini uyğun elementlərin ovuntularının qarışdırılıb, preslənilib, bişirilməsi yolu ilə, diffuziya, elektroliz və s. kimi başqa texnoloji üsullarla da almaq mümkündür. Lakin müxtəlif uyğun elementləri əridilməklə ərintinin alınması daha geniş yayılmış üsuldur. Texnikada təmiz metallara nisbətən ərintilərin rolu və əhəmiyyəti müqayisə edilməz dərəcədə yüksəkdir. Bu, tərkibindən asılı olaraq ərintinin müxtəlif kompleks xassələrinə malik olması ilə izah edilir. Təmiz metallardan fərqli olaraq bir çox ərintilərin mexaniki xassələrini termiki və digər emal üsulları ilə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişmək mümkündür.

Ərintini əmələ gətirən elementlərə (tərkib hissələrinə) komponent deyilir. Komponent həm metal və qeyri-metal, həm də davamlı kimyəvi birləşmə ola bilər. Ərintidə bu əsas komponentlərdən başqa aşqarlar da ola bilər. Aşqarların bəziləri ərintilərin xassələrini yaxşılaşdırır (xeyirli aşqarlar), bəziləri isə pisləşdirir (zərərli aşqarlar) bilər. Aşqarlar təsadüfi (ərintini hazırladıqda təsadüfən onun tərkibinə keçən) və xüsusi (ərintiyə tələb olunan xassələri vermək üçün onun tərkibinə daxil edilən) ola bilər.

Ərintilərin kristal quruluşu saf metalınkindən daha mürəkkəb olub kristallaşma zamanı onun komponentlərinin qarşılıqlı təsirindən asılıdır. Komponentlər bərk ərintidə bərk məhlul, kimyəvi birləşmə və mexaniki qatışıq əmələ gətirə bilər.



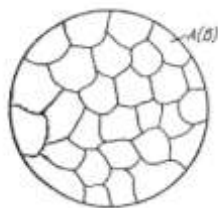
Şəkil 1.11. Mexaniki qatışıqın mikrostrukturunu (sxem)

Mexaniki qatışıq. Ərintinin komponentləri maye halda bir-birinin içərisində həll olur, lakin bərkidikdə, bu xassəni itirir: nə bərk məhlul, nə də kimyəvi birləşmə əmələ gətirir. Belə şəraitdə ərinti A və B kristallardan ibarət olur (1.11. şəkilə). Ərintinin rentgenoqramma analizi qarışığın, onu əmələ gətirən A və B komponentlərinin kristal qəfəslərdən ibarət olduğunu göstərir. Mexaniki qatışıq sabit temperaturda əriyir. Maye ərintidən sabit temperaturda hər iki komponentin, kristallarının ayrılması ilə yaranan mexaniki qatışığa *evtektika*, bərk halında gedən çevrilmə zamanı yaranan qarışığa isə *evtektoid* deyilir (məsələn, $\text{Fe}_3\text{C} + \text{Fe}_\gamma \text{ C}$ – ledeburit; $\text{Fe}_3\text{C} + \text{Fe}_\alpha \text{ C}$ – perlit). Ərintinin mexaniki xassələri onu təşkil edən komponentlərin nisbətindən, dənələrin ölçüsündən, quruluşundan və miqdarından asılıdır.

Bərk məhlullar. Texnikada istifadə olunan bir çox metal ərintiləri maye halında bircinsli maye ərintiləri əmələ gətirdikləri kimi, bərk hala keçdikdə də öz strukturunun bircinsliliyini saxlayır, yəni ərintinin komponentləri bərk halında da biri digərində qarşılıqlı həll olur. Bərk məhlulda ərintinin tərkibindəki komponentlərdən biri özünün kristal qəfəsini saxlayır, buna həlledici deyilir; ikincisi isə ayrı-ayrı atomlar şəklində birinci komponentin kristal qəfəsində paylanır.

Kimyəvi və spektral analizi bərk məhlulun iki və ya çox elementdən, metalloqrafiya analizi isə ərintinin saf metalda olduğu kimi bircinsli dənələrdən ibarət olduğunu göstərir (şəkil 1.12).

Rentgen analizi də bərk məhlulun saf metalda olduğu kimi bir tip qəfəsə malik olduğunu müəyyən etmişdir. Bərk məhlulda həll olunan və həlledici komponentlərin miqdarının dəyişməsi bircinsliyi pozmur, yalnız onun konsentrasiyasını dəyişir. Beləliklə, bərk məhlul mexaniki qarışıqdan



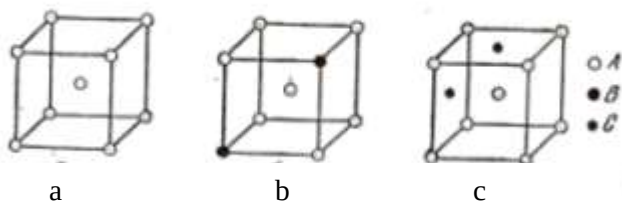
Şəkil 1.12. Bərk məhlulun mikrostrukturuxemi

fərqli olaraq bir kristalik fəza qəfəsi əmələ gətirir.

Həll olan komponentin atomlarının, həlledicinin kristalik fəza qəfəsində yerləşməsinə görə əsasən 2 növ bərk məhlul əmələ gələ bilər: yayılma və əvəzetmə bərk məhlulları.

Əvəzetmə bərk məhlulunda həll olunan komponentin (B) atomları həlledicinin (A) kristalik fəza qəfəsində atomlarını qismən əvəz edir (1.13 b şəklində).

Şəkil 1.13. HMK tipli kristal qəfəsi. a – saf metal; b – əvəzetmə bərk məhlulu; c – yayılma bərk məhlulu



Yayılma bərk məhlulunda həll olunanın (C) atomları həlledicinin (A) atomları arasındakı boşluqlarda yayılmış vəziyyətdə yerləşir (1.13.c şəklində). Bu növ bərk məhlul həll olunan komponentin atom diametrisi kiçik olduğu halda əmələ gəlir. Buna hidrogen, karbon, azot və borun atomlarını misal göstərmək olar.

Bərk məhlulu təşkil edən komponentlərin qarşılıqlı həllolunma dərəcəsindən asılı olaraq məhdud və qeyri-məhdud (tamam) həllolunma bərk məhlulları əmələ gətirir. Məhdud həllolunma bərk məhlullarda həll olunan komponentin konsentrasiyası müəyyən həddə qədər olur. Konsentrasiyanın sonrakı artımında bərk məhlul parçalanır və iki-fazlı qarışıq əmələ gətirir.

Tamam bərk məhlullarda həll olunan komponentin konsentrasiyası 0%-dən 100%-ə qədər ola bilər. Yum-Rozerninin

tədqiqatlarına görə tamam həll olunma bərk məhlulun əmələ gəlməsi üçün aşağıdakı amillərin yerinə yetirilməsi vacibdir:

1. ərintini təşkil edən komponentlərin atom Radiuslarının yaxınlığı və biri-birindən fərqi 8-13%-dən çox olmaması;

2. komponentlərin kristal fəza qəfəslərinin cəyniliyi və ya oxşarlığı;

3. komponentlərin fiziki-kimyəvi xassələrinin biri-birinə yaxın olması.

Ərintini təşkil edən komponentlər yuxarıda göstərilən şərtlərə cavab vermədiyi halda, xüsusilə komponentlərin atom radiusları və xassələri arasındakı fərq çox olduqda onlar biri-birində məhdud dərəcədə həll oluna bilər.

Kimyəvi birləşmə. Ərintinin komponentləri kimyəvi əlaqəyə girir və bu zaman əmələ gələn kimyəvi birləşməni xarakterizə edən təzə kristal qəfəsləri yaranır. Kimyəvi birləşmə komponentlərin kütlələrinin müəyyən nisbətində alınır.

Ümumi halda kimyəvi birləşməni xarakterizə edən xüsusiyyətlər bunlardır:

1. tərkibinin sabitliyini kimyəvi düsturla ilə ifadə edilməsi;
2. birləşməni əmələ gətirən komponentlərin kristal qəfəslərindən fərqli olan yeni tipli kristal qəfəsin yaranması;
3. özünə xas fərdi xassələrə malik olması;
4. saf metallarda olduğu kimi sabit temperaturda kristallaşması.

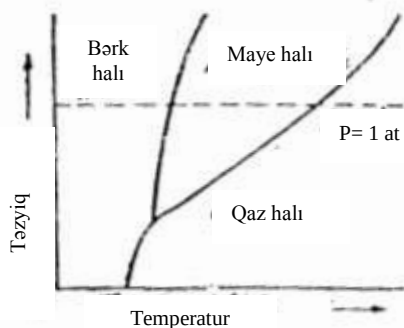
5. Metalların kristallaşması

Hər hansı bir cisim üç aqrekat halında ola bilər: qaz, maye və bərk. Cismin bir haldan başqa hala keçməsi müəyyən temperatur və təzyiqdə baş verir.

Qazlarda hissəciklərin yerləşməsində qanunauyğunluq yoxdur, onlar xaotik hərəkət edir; həm də qazın mümkün qədər böyük həcmə malik olma xassəsi vardır. Bərk

kristal cisimlərdə atomlar kristal qəfəsin zirvələrində müəyyən qanunauyğunluqla yerləşir (yaxın əlaqə); ayrı-ayrı özləklər və bloklar isə bir-birinə nisbətən müəyyən səmtdə yerləşir (uzaq əlaqə). Mayelərdə müəyyən yönəlmə mayenin bütün həcmi üçün əhatə edə bilmir, bu az sayda atomlara aid olub, nisbətən davamlı qruplaşmalar və ya fluktasiyalar yaradır. Temperaturun azalması ilə fluktasiyaların davamlılığı artır və onlar böyümə qabiliyyətinə malik olur.

Müəyyən temperaturda saf metal öz aqreqlat halını dəyişir: ərimə temperaturunda bərk halı maye, qaynama temperaturunda isə maye halı qaz halı ilə əvəz olunur. Keçid temperaturaları təzyiqdən asılıdır və sabit təzyiqdə bu asılılıq daha aşkar şəkildə özünü göstərir (şəkil 1.14).



Şəkil 1.14. Temperatur və təzyiqdən asılı olaraq metalın aqreqlat halının dəyişməsi

Bərk metalın temperaturu artdıqda qəfəsin zirvələrindəki atomların hərəkət sürəti, eləcə də rəqslərin amplitudası artır və müəyyən temperatura çatdıqda (ərimə temperaturuna) atomlar düyünləri tərk edir; qəfəs dağılır və maye hala keçir. Maye metal soyuduqda isə əksinə, atomların hərəkət sürəti azalır və ərimə temperaturuna yaxın temperaturalarda maye metalda elə atom qruplaşmaları əmələ gəlir ki, bunlarda

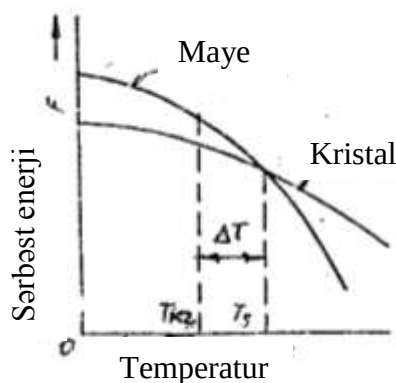
atomlar kristallarda olduğu kimi yerləşir. Bu qruplaşmalara *kristallaşma mərkəzləri* deyilir.

Ərimə-bərkimə temperaturunda (nəzəri olaraq sabit temperaturda) yenidən kristal qəfəs əmələ gəlir və metal bərk hala keçir ki, buna *kristallaşma* deyilir. Ərintilərin kristallaşması saf metallara xas olan qanuna uyğunluğu üzrə gedir, yəni termodinamikanın ikinci qanuna əsasən hər bir sistem sərbəst enerjinin minimum qiymətinə malik vəziyyəti almağa çalışır. Sərbəst enerjidaxili enerjinin izotermik şəraitdə işə çevrilə bilən təşkiledicisidir.

$$F = U - TS,$$

burada, F – sərbəst enerji; U – sistemin daxili enerjisi; T – temperatur; S – entropiyadır.

Kristallaşma prosesi də bu qanuna tabe olur. Bərk halda olan metalın sərbəst enerjisi maye halındakından az olanda metal bərkiyir, əksinə maye haldakı metalın sərbəst enerjisi bərk halındakından az olduqda isə metal əriyir (şəkil 1.15).



Şəkil 1.15. Temperaturdan asılı olaraq metalın sərbəst enerjisinin dəyişməsi

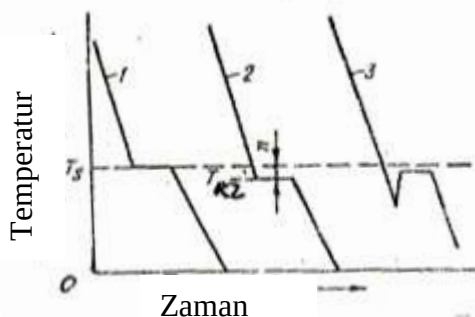
Şəkildə göstərilən T_S temperaturuna *müvazinət* və ya *nəzəri kristallaşma* temperaturu deyilir. Bu temperaturda

metalın maye və bərk hallardakı sərbəst enerjiləri bir-birinə bərabərdir, $F_m = F_b$; ona görə də T_s –də kristallaşma prosesi gedə bilmir. Kristallaşma prosenin başlanması üçün proses termodinamik cəhətdən sistem üçün əlverişli olmalıdır; yəni sistemin sərbəst enerjinin aşağı enməsi müşahidə olunmalıdır. Şəkil 1.15- dən görüldüyü kimi kristallaşma prosesi mayeni T_s –dən aşağı temperatúra qədər soyudulduqda başlaya bilər. Kristallaşmanın praktiki olaraq getdiyi bu temperatúra *faktiki (praktiki)kristallaşma* temperaturu deyilir. Kristallaşma prosenin nəzəri və praktiki temperaturları fərqi *nə soyutma dərəcəsi* deyilir.

Məsələn, sürmənin nəzəri kristallaşma temperaturu 631°C olmasına baxmayaraq, kristallaşma prosesi 590°C -ə qədər soyudulduqda müşahidə edilir və bu temperaturda kristallaşır; onda soyutma dərəcəsi $631-590 = 41^{\circ}$ təşkil edir.

Soyutma dərəcəsi nə qədər çox olarsa, sərbəst enerjilər fərqi də bir o qədər çox olar və kristallaşma bir o qədər intensiv gedər. Göstərilən səbəblərə əsasən deyə bilərik ki, bərk halında olan metalın maye halına keçməsi ancaq T_s –dən yuxarı temperaturda mümkündür, bu hadisəyə metalın *qızma dərəcəsi* deyilir.

Metalların maye haldan bərk hala keçməsi prosesini temperatur – zaman koordinat sisteminə soyutma əyrilərlə ifadə etmək olar (şəkil 1.16).



Şəkil 1.16. Soyudulma əyriləri

Kristallaşma temperaturunda soyutma əyrisində absisa paralel üfüqi xətt (sahə) alınır; buna səbəb kristallaşma zamanı gizli istiliyin ayrılmasıdır. Başqa sözlə desək, kristallaşma prosesində ayrılan gizli istiliyin miqdarı soyumaqda olan metalın ətrafa verdiyi (itirdiyi) istiliyə bərabər alınır və nəticədə ekzotermik və endotermik reaksiyalar nəticəsində temperatur sabitliyi yaranır.

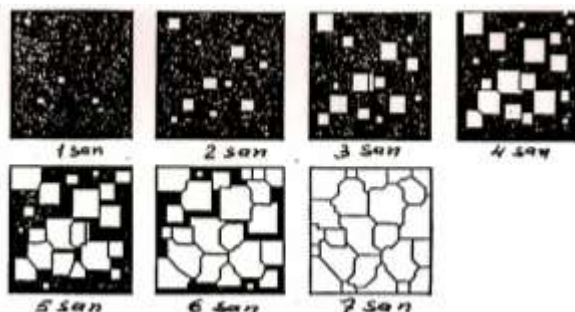
Kristallaşmanın sonunda , yəni metal tamamilə bərk hala keçdikdən sonra temperatur yenidən aşağı düşməyə başlayır və kristallaşmış metal müntəzəm olaraq soyuyur.

Nəzəri kristallaşma prosesi 1 soyutma əyrisi, həqiqi kristallaşma prosesi isə 2 soyutma əyrisi ilə ifadə olunmuşdur. Maye metal fasiləsiz olaraq nəzəri kristallaşma temperaturdan aşağı soyutma dərəcəsi temperaturuna T_{kr} qədər soyudulur. Nəzəri temperaturdan aşağı temperatura qədər soyudulduqda? kristallaşma prosesinin başlanması və başa çatması üçün energetik şərait yaranır.

Bəzi metallarda (məsələn, sürmə) soyutma dərəcəsinin böyük olması səbəbindən kristallaşmanın başlanğıcında gizli ərimə istiliyinin kəskin sürətdə artması nəticəsində temperatur nəzəri kristallaşma temperaturuna yaxınlaşır (şəkil 1.16, 3 əyrisi). Metalların əksəriyyətinin kristallaşma zamanı soyutma dərəcəsi o qədər kiçik olur ki, normal şəraitdə onun qiymətini eksperimentlə təyin etmək mümkün olmur.

Hələ 1878-ci ildə D.K.Çernov polad töküyünün strukturunu öyrənərkən müəyyən etmişdir ki, kristallaşma prosesi iki elementar prosesdən təşkil olunur: 1) kristal mərkəzlərinin yaranması; 2) bu mərkəzlərdən kristalların böyüməsi. Kristallaşma prosesinin ardıcılığını öyrənmək üçün: İ.L.Mirkinin tətbiq etdiyi model şəkil 1.17-də göstərilmişdir. Tutaq ki, şəkil 1.17-də göstərilmiş sahədə saniyədə müəyyən sürətlə böyüməyə qadir olan beş kristallaşma mərkəzləri yaranır. Bir saniyənin sonunda beş kristallaşma mərkəzi əmələ gəlir ki, ikinci saniyənin sonunda onlar böyüyür və

eyni zamanda, əlavə olaraq yeni beş kristallaşma mərkəzləri yaranır. Deməli, kristallaşma prosesi həm yeni kristallaşma mərkəzlərinin yaranması, həm də mövcud olan kristallaşma mərkəzlərinin böyüməsi hesabına artır və şəkildən gö-ründüyü kimi yeddinci saniyəsində sona çatır.

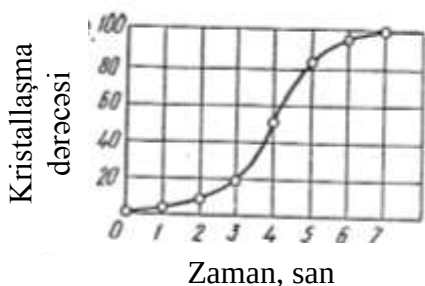


Şəkil 1.17. Kristallaşma prosesinin sxemi

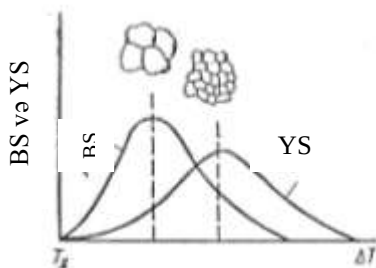
Şəkil 1.17.-də verilmiş kristallaşma prosesinin keyfiy-yət göstəricisini kəmiyyət göstəricisi ilə əvəz etsək şəkil 1.18-dəki kristallaşmanın kinetik əyrisi alınır.

Kristallaşma inkişaf etdikcə prosesdə iştirak edən kris-talların sayı da getdikcə artır. Ona görə də əvvəlcə müəyyən vaxta, adətən maye metalın 50%-i kristallaşana qədər proses sürətlənir, sonra böyüməkdə olan kristalların qarşılıqlı su-rətdə biri-birilə toqquşması və yeni kristallaşma mərkəzləri-nin əmələ gəlməsi üçün mənbə olan maye metalın getdikcə azalması səbəbindən kristalların böyüməsi zəifləşir.

Hələ ki, kristal maye metal ilə əhatə olunmuşdur, o, əksər hallarda düzgün həndəsi formaya malik olur; böyüməkdə olan kristallar bir-biri ilə görüşdükdə onların forma düzgünlüyü pozulur və onların kristalların xarici forması bir-biri ilə toxunma şəraitindən asılı olur. Ona görə də yuxarıda qeyd edildiyi kimi metal kristalları, dənələri düzgün formaya malik olmur. Düzgün formaya malik olmayan real bərk kristala kristallit deyilir.



Şəkil 1.18. Kristallaşma prosesinin kinetik əyrisi



Şəkil 1.19. Soyutma dərəcəsinin kristallaşma mərkəzlərinin YS və kristalların BS – ə təsiri

Kristallaşmanın ümumi sürəti kəmiyyətcə iki elementar prosesin gedişindən asılıdır:

1) kristallaşma mərkəzlərinin yaranma sürəti (YS): YS – 1 saniyədə 1 mm^3 maye metalda yaranan kristallaşma mərkəzlərinin sayıdır;

2) bu mərkəzlərdən kristalların böyümə sürəti (BS): BS – 1 saniyədə kristalın kristallaşma mərkəzinin mərkəzindən öz ölçüsünü artırmasıdır. Bunun ölçü vahidi – mm/san; mm/dəq-dir.

Q. Tamman kristalların YS və BS-nin soyutma dərəcəsiindən asılı olduğunu müəyyən etmiş və asılılığı qrafiki olaraq şəkil 1.19-da göstərilməmişdir. Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, müvazinət kristallaşma temperaturda T_s (soyutma dərəcəsi $\Delta T=0$) kristallaşma prosesi baş verə bilməz və YS və BS-nin qiyməti sıfır bərabər olur. Soyutma dərəcəsi artdıqca YS və BS-nin qiymətləri böyüyür və gətdikcə böyüyərək maksimum qiymətə çatır; sonra isə azalmağa başlayır. Soyutma dərəcəsinin daha böyük qiymətində isə YS və BS sıfır bərabər olur.

Müvazinət nöqtəsinə (T_s) yaxın temperaturda (soyutma dərəcəsinin kiçik qiymətlərində) maye atomlarının

hərəkətmə qabiliyyətinin çox olması və soyutma dərəcəsinin artması ilə sərbəst enerjilər fərqlinin çoxalması kristallaşmanın sürətlənməsi nəticəsində YS və BS-nin artımı müşahidə olunur. Soyutma dərəcəsinin böyük qiymətlərində YS və BS-nin sonrakı azalması atomların hərəkət sürətinin azalması nəticəsində bir sistemin digəri ilə əvəzolunma prosesinin zəifləməsi ilə izah edilir. Soyutma sürətinin daha böyük qiymətlərində YS və BS sıfıra bərabər olur; atomların hərəkət sürəti o dərəcədə artır ki, onlar maye halındakı xaosik vəziyyətindən kristalda olduğu kimi nizamlanmış formanı ala bilmir. Maye kristallaşmır və amorf cismə çevrilir.

Xüsusi soyutma üsullarından istifadə etməklə kristal quruluşu düzgün formaya malik olmayan amorf halda şüşəyəbənzər metal alınması mümkündür. Şüşəyəbənzər haldakı metallar xüsusi fiziki-mexaniki xassələri ilə seçilir və hazırda texnikada tətbiq olunur. Metal dənələrinin ölçüləri yaranma və böyümə sürətlərinin nisbətindən asılıdır. Soyutma dərəcəsi ΔT az olanda BS böyük, YS nisbətən kiçik olur ki, bu da az sayda iridənəli kristalların alınmasına səbəb olur; əksinə soyutma dərəcəsi ΔT artdıqda YS artır, BS azalır və nəticədə xırdadənəli struktur alınması ilə nəticələnir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, dənələrin ölçüsü təkcə soyutma dərəcəsi ΔT asılı deyildir. Bu, maye metalın töküldüyü andakı temperaturundan, kimyəvi tərkibindən və xüsusi kənar aşqarların mövcudluğundan da asılıdır. Kristallaşma mərkəzlərinin yaranma mənbələrinin rolunu həmişə maye metalda mövcud olan müxtəlif bərk hissəciklər: qeyri-metal birləşmələri, oksidlər, reduksiya məhsulları və s. oynayır. Maye metalda aşqarlar nə qədər çox olarsa, kristallaşma mərkəzləri bir o qədər çox və dənənin ölçüləri də kiçik olar. Kristallaşma zamanı dənələrin ölçülərinin kiçik alınması üçün alüminium, bor, titan, vanadium, sirkonium, çuqunlara isə maqnezium kimi elementlər əlavə edilir. Bu elementlərə *modifikatorlar*, əməliyyata isə *modifikasiyaya uğratma* deyilir. Bərkimə zamanı modifikatorlar nazik qat şəklində ya-

ranmış kristalın səthini örtür və böyümə prosesini məhdudlaşdırır. Real korputların və töküklərin kristallaşmasında istiliyin verilmə istiqaməti əsas rol oynayır. Kristallaşma qəlibin divarlarından başlayır. Kristal istilikayırlma istiqamətində, yəni qəlibin divarlarına perpendikulyar istiqamətdə, başqa istiqamətlərə nisbətən daha tez böyüyür. Bu zaman birincidərəcəli oxlar əmələ gəlir. Eyni zamanda, oxların qabırğalarında onlara perpendikulyar ikincidərəcəli oxların, axırıncılara perpendikulyar üçüncüdərəcəli oxların və s. yaranması, həm də böyüməsi baş verir. Nəticədə şaxələnmiş ağac şəklində kristal alınır ki, bu da dendrit (yunanca dendro-ağac deməkdir) adlanır (şəkil 1.20). Şəkil 1.21 –də D.K.Çernov tərəfindən iri polad korputun (kütləsi 100 t) oturma koğuşunun səthində tapılmış dendrit göstərilmişdir.

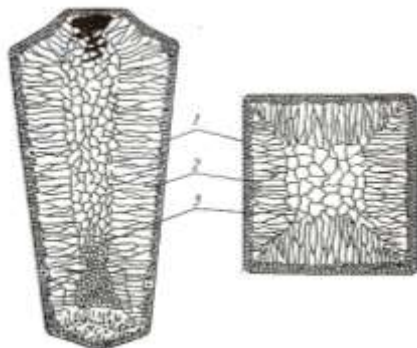


Şəkil 1.20. Dendrit kristalı
(D.K.Çernova görə)



Şəkil 1.21. D.K.Çernov dendriti
(kristalın uzunluğu 39 sm-dir)

Kristallaşma zamanı yaranan dənələrin forma və ölçülərinə soyudulma şəraitinin böyük təsiri olur. Bunu şəkil 1.22 –də göstərilmiş polad korputun eninə və uzununa kəsiyində strukturun analizi göstərir ki, kristallaşma üç əsas zonadan ibarətdir.

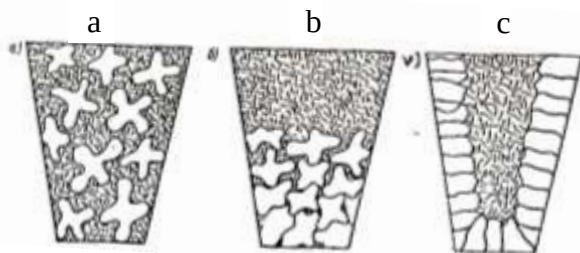


Şəkil 1.22. Polad korputunun uzununa və eninə kəsiyində strukturun quruluşu

Qəlibə tökülmüş metalın istiliyi qəlibin soyuq divarları vasitəsilə kənar olunur, ona görə də, qəlibin divarına yaxın qatlarda maye ərinti nisbətən yüksək sürətlə soyumağa başlayır. Bunun nəticəsində çoxlu kristallaşma mərkəzləri yaranır və kristalların sayı hədsiz artdığından biri digərinin inkişafına mane olur. Bu da xırdadənəli strukturun (1) alınması ilə xarakterizə edilir. Bu zonaya *xaotik yerləşmiş kristallar zonası* deyilir. Kristallaşmış üst qat, yəni xaotik yerləşmiş kristallar zonası, bərk hala keçməmiş, metal üçün istilik «köynəyi» rolunu oynayır və soyuma sürətini ləngidir. Soyuma sürətinin azalması nəticəsində azsaylı kristal mərkəzlərindən soyuducu səthə normal istiqamətdə sütunvari kristalların (2) əmələ gəlməsinə və böyüməsinə səbəb olur. Sütunvari kristallar zonasına *transkristallaşma zonası* deyilir.

Artıq korputun mərkəzində bərkiməmiş maye metalın istilikkeçirmə istiqaməti eyniləşir və maye ərinti hər tərəfdən təqribən bərabər soyuduğundan kristallar qlobulyar şəklində alınır. Bu zonaya bərabəroxlu (qlobulyar) kristallar zonası deyilir. Maye metalın daxilindəki müxtəlif xırda, yaxud təsadüfən daxil olmuş və ya maye metalda həll olunmamış qatışıqlar kristal rüşeymləri rolunu oynayır. Aşağı temperaturda əriyən zərərli aşqarlar korputun özək zonasında, yəni bərabəroxlu kristallaşma zonasında toplaşır və bu zonada *likvasiyanı* gücləndirir. Ərinti kütləsində və ya onu təşkil edən kristalların daxilində ayrı-ayrı elementlərin qeyri-bərabər paylanmasına *likvasiya* deyilir. Likvasiya hadisəsi 1866-cı ildə A.S.Lavrov və N.V.Kalakutski tərəfindən kəşf edilmişdir.

Likvasiya üç qrupa bölünür (şəkil 1.23): 1) dendrit likvasiya (a); 2) xüsusi çəkiyə görə likvasiya (b); 3) zona likvasiyası (c).



Şəkil 1.23. Ərintilərin likvasiya sxemi

Bərkimə zamanı kristallaşma prosesi ixtiyarı getdiyindən, ilk növbədə, daha saf olan metal bərkiiyir və dənələrin sərhədləri aşqarlarla zəngin olur. Bir dendrit həcmində kimyəvi tərkibin qeyri-bircinsliyinə *dendrit likvasiyası* deyilir. Karbon, kükürd, fosfor başqa elementlərə nisbətən likvasiyaya daha çox meyillidir. Xüsusi çəkiyə görə likvasiya ərintinin komponentləri, bərk halında həll olmadığı və ərintini təşkil edən komponentlərin xüsusi çəkiləri arasında xeyli

fərq olduğu halda baş verir. Bu hadisənin qarşısını almaq məqsədilə ərintini sürətlə soyutmadan və ya çökməyə mane olacaq skelet yarada bilən başqa komponentlərdən istifadə edilir.

Maye metalın həcmi kristallaşma metalın həcminə nisbətən çoxdur; metal və ərinti maye haldan bərk hala keçdikdə həcmi kiçilir, oturma hadisəsi baş verir ki, bunlara da oturma boşluqları deyilir. Oturma boşluqları korputun ya bir yerində mərkəzləşmiş şəkildə, ya da onun bütün həcminə və ya ayrı-ayrı hissələri arasında səpələnmiş şəkildə olur. Maye metalda həll olunmuş qazların onun kristallaşması zamanı tam çıxı bilməməsi nəticəsində qaz boşluqlarının alınmasına da səbəb olur. Bərkimiş metalda əmələ gəlmiş belə qüsurlar materialın mexaniki xassələrini aşağı salır; çünki bunlar qızdırılma və xarici yüklərin təsiri zamanı çatların və buna oxşar defektlərin inkişafı üçün mənbə ola bilər.

6. Metal və ərintilərin xassələri

Metal və onların ərintiləri sənayedə ən çox istifadə edilən etibarlı konstruksiya materiallardır. Müxtəlif maşın, avadanlıq və qurğu hissələrinin hazırlanmasında tələb olunan materialı düzgün seçmək və ondan səmərəli istifadə etmək üçün metalların xassələrini bilmək lazımdır. Metal və ərintilərin əsas xassələrinə mexaniki, fiziki-kimyəvi, texnoloji, istismar xassələri aiddir. Həmin xassələrin öyrənilməsi avadanlığın, maşınların etibarlılığının artırılmasına və istismar ömrünün uzadılmasına imkan verir.

6.1. Fiziki xassələr. Metal və ərintilərdən məmulat hazırlanması ilə əlaqədar olaraq metallurgiya və emal proseslərinin texnologiyasını işləndikdə onların fiziki xassələrinin öyrənilməsi böyük əhəmiyyətə malikdir. Fiziki xassələrinə sıxlığı, xüsusi çəkisi, istilik və elektrik keçirməsi, istilik tutumu, xətti və həcmi genişlənməsi və maqnit nüfuzluğu aiddir.

a) Sıxlıq. Bu parametr sükunət vəziyyətindəki metal kütləsinin onun həcminə olan nisbəti ilə xarakterizə edilir:

$$\rho = \frac{M}{V} ,$$

burada: ρ - metalın sıxlığı, kg/m^3 ilə; M - metalın kütləsi, kg ilə; V – metalın həcmidir, m^3 ilə.

Metalların sıxlığı onların xüsusi çəkisi (γ) ilə əlaqədardır:

$$\gamma = \frac{Mg}{V} = \rho g ,$$

burada: g - xüsusi çəkinin təyin edildiyi nöqtədə sərbəst düşmə cazibə təcildir, m/san^2 g kəmiyyətinin düstura daxil edilməsi Yer kürəsinin hər tərəfində cazibə qüvvəsinin sabit olmaması ilə əlaqədardır.

b) Xüsusi çəki. Xüsusi çəki sıx (məsaməsiz) metalın həcm vahidinin çəkisi ilə xarakterizə edilir. Xüsusi çəkini tapmaq üçün metalın çəkisini (M) onun mütləq həcminə, yəni sıx halındakı həcminə (V_m) bölmək lazımdır.

$$\gamma = \frac{M}{V_m}$$

Metalın mütləq həcmi onu maye içərisinə saldıqda sıxışdırıb çıxardığı mayenin həcmi ilə təyin edilir. Adi temperatur şəraitində metalların sıxlığı müxtəlif olur. Buna görə də, sıxlığın öyrənilməsinin metalların, xüsusilə ağır metalların istehsalında, içərisində çoxlu miqdarda boş süxur olan fizizlərin zənginləşdirilməsində, habelə ərintilərin tərkibinin tənzimlənməsində böyük təcrübi əhəmiyyəti vardır.

c) İstilikkeçirmə. Metalların istiliyi keçirməsi onların təbiətindən asılı olaraq dəyişir. Saf metalların istiliyi keçirməsi nisbətən yaxşı, onların ərintilərininki isə aşağı olur. Müxtəlif metalların istiliyi keçirmə qabiliyyətini müqayisə etmək üçün xüsusi istilikkeçirmə əmsalından istifadə edilir. Qalınlığı 1 sm olan metalın üzləri arasındakı temperatur fərqi 1°C olduqda, onun 1 sm^2 sahəsinin hər saniyədə keçirdiyi istilik miqdarına xüsusi istilikkeçirmə əmsalı deyilir. Bu əmsal maye metalı qəliblərə tökülmə prosesində, pəstahı təzyiq-

lə və termiki emal texnologiyasının, habelə kəsmə rejiminin işlənməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir.

ç) Elektrikkeçirmə. Metal və ərintilərin elektrik keçirməsi onların tərkibi, temperatur və strukturundan asılı olaraq dəyişir.

Metalların elektrikkeçirməsi onların xüsusi elektrik müqavimətinin əksinə olan kəmiyyətlə ifadə edilir. Xüsusi elektrik müqaviməti – uzunluğu 1 m, en kəsiyinin sahəsi 1 mm² olan naqildən cərəyan keçirdikdə onun göstərdiyi müqavimətə deyilir, $\frac{\text{om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

$$\mu = \frac{1}{\rho}; \rho = \frac{RF}{l},$$

burada, μ - xüsusi elektrik keçirmə; ρ - xüsusi elektrik müqaviməti; R – naqilin müqaviməti; l - naqilin uzunluğu; F - naqilin en kəsiyinin sahəsidir.

Metalların elektrik sobalarında qızdırılması, əridilməsi, elektriclə qaynaqlama texnologiyalarının yaradılmasında, habelə cihazqayırma, elektrotexnika avadanlığı hissələri üçün müvafiq metal tərkibinin seçilməsində elektrik-keçirmə müstəsna rol oynayır. Temperatur artdıqca metalların elektrikkeçirməsi azalır. Əksinə temperatur aşağı düşdükdə metalların, məsələn, alüminium, niobium, sirkonium, sink, tantal, vanadium və qurğuşunun elektrikkeçirməsi artır. Bu elementləri çox aşağı temperaturadək soyutduqda ifrat keçiricilik xassələri əldə edilir ki, bu da onların xüsusi elektrik müqavimətinin kəskin azalması ilə əlaqədardır.

d) İstilik tutumu. 1 kq metalın temperaturunu 1°C qaldırmaq üçün sərf olunan istiliyin miqdarına metalların istilik tutumu deyilir. İstilik tutumu *coul/kq.dərəcə* ilə ifadə edilir.

İstilik tutumunun metalların istehsalında isti emal prosesinə uğradılma ilə əlaqədar olaraq istilik balansının hesablanması, metallurgiya istilik texnikasında bir sıra əməli və nəzəri məsələlərin həll edilməsində xüsusi əhəmiyyəti vardır.

e) Ərimə temperaturu. Metalların bərk haldan maye hala keçmə temperaturuna onların *ərimə temperaturu* deyilir. Müxtəlif metalların ərimə temperaturu müxtəlifdir. Məsələn, civənin ərimə temperaturu mənfi 39⁰C, qalayınki – 232⁰C, sinkinki - 420⁰C, alüminiumunku - 657⁰C, misinki - 1083⁰C, nikelinki - 1455⁰C, dəmirinki - 1539⁰C, niobiumunku - 2900⁰C, volframınki isə 3377⁰C-dir.

Ərimə temperaturu 700⁰C-dək olan metallara *asanəriyən₂* bundan yüksək temperaturlarda əriyənlərə isə *çətinəriyən metallar* deyilir. Ərimə temperaturunun öyrənilməsi metalların istehsal edilməsi və sonrakı qızmar emal prosesləri üçün səmərəli texnologiya işlənilməsi, müxtəlif temperatur şəraitində işlədiləcək optimal tərkibli ərintilərin alınmasına imkan verir.

ə) Xətti və həcmi genişlənmə. Metalların temperaturu 0⁰C-dən 1⁰C-dək yüksəldikdə onların uzunluğu müəyyən ölçüdə artır. Buna *xətti genişlənmə əmsalı* deyilir. Metalı 0⁰C-dən 1⁰C-dək qızdırıldıqda onun xətti genişlənmə əmsalı $\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1}$ olur (l_1 və l_2 - metalın 0⁰ və 1⁰C-dəki uzunluğudur).

Metalların yüksək temperaturda xətti genişlənmə əmsalı aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)},$$

burada, l_1, l_2 - metalın t_1 və t_2 temperaturlardakı uzunluqlarıdır, mm (t_1 –otaq temperaturuna, yəni 20⁰C-yə bərabər götürülür).

Müxtəlif temperaturlardakı ($t_2 > 20^0\text{C}$) metalların uzunluğunu tapmaq üçün aşağıdakı düsturlardan istifadə edilir: $l_2 = l_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$.

Metal və ərintilərin həcmi genişlənmə əmsalını tapmaq üçün onların xətti genişlənmə əmsalının üç mislini götürmək lazımdır.

Cihazqayırmada, habelə yüksək temperatur şəraitində işləyən mexanizmlər və texnoloji avadanlıq hissələri istehsalında (qızdırılıb-soyudulan kokillər, şampplar, kalibrlər, puansonlar, matrisalar və s.) xətti və həcmi genişlənmə əmsali kiçik ərintilərdən istifadə edilməlidir.

f) Maqnit nüfuzluğu. Maqnit sahəsinin təsiri altında metalların maqnitlənmə xassəsinə maqnit nüfuzluğu deyilir. Müxtəlif metalların maqnit nüfuzluğunu müqayisə etmək üçün maqnit nüfuzluğu əmsalından istifadə edilir:

$$\mu = \frac{B}{H},$$

burada, B – maqnit induksiya; H- maqnit sahəsinin gərginliyidir.

Yaxşı maqnit nüfuzluğuna malik olan metal və ərintilər *ferromaqnit materiallar* adlanır. Maqnit nüfuzluğu az olan, yaxud heç olmayan metal və ərintilərə isə *qeyri-maqnit materiallar* deyilir.

6.2. Kimyəvi xassələr. Metalların kimyəvi xassələri dedikdə onların kimyəvi aktivliyi, aqressiv mühitə qarşılıqlı kimyəvi təsir göstərmə qabiliyyətləri nəzərdə tutulur. İstehsal edilən metal və ərintilərin üçdə bir hissəsi korroziya nəticəsində vaxtından qabaq sıradan çıxır, toz halına düşərək istifadə olunmur və əvəzsiz itir. Korroziyanın zərəri təkcə bununla bitmir, o, həm də hazırlanan metala nisbətən daha böyük dəyərə malik metal konstruksiyalarının sıradan çıxmasına gətirib çıxarır.

6.3. Texnoloji xassələr. Metal və ərintilərin texnoloji xassələri dedikdə onların tökmə xassələri (mayeəxıcılıq, oturma, qazudma, likvasiya), döyüləbilmə, qaynaqedilmə, mexaniki yeyilməyə davamlılıq, dəzgahlarda kəskilərlə emal olunma qabiliyyəti və s. nəzərdə tutulur.

Tökmə xassələri. Mayeəxıcılıq. Bu, əridilmiş metalın qəlibin ən ucqar və nazik divarlı hissələrini doldurmaq, mürəkkəb konfigurasiyalı, yüksək sıxlığa malik töküklər əmələgətirmə qabiliyyətidir. Maye metalın temperaturu artdıqca,

onun mayeəxıcılığı yaxşılaşır. Metal və ərintinin (o cümlədən, poladın) mayeəxıcılığını yaxşılaşdırmaq üçün onlara bir sıra aşqarlar da əlavə edilir.

Oturma. Metal və ərintiləri müxtəlif xətti və həcmi oturma qabiliyyətinə malikdir. Müxtəlif metal və ərintilərin oturma qabiliyyəti müxtəlif olur. Məsələn, boz çuqunların xətti oturması - 1,1%, əlvan metallarınkı – 1,5%, polad və ağ çuqunlarınkı isə 2%-ə yaxın olur.

Qazudma. Metallar aqreqat halından asılı olmayaraq qazudma qabiliyyətinə malikdir. Maye metalların qaz udması temperaturun artması ilə daha da güclənir.

Metallar maye haldan bərk hala keçdikdə qazların həllolma qabiliyyəti azalır və metaldan ayrılmağa başlayır. Bu qazlar çox zaman çıxmağa imkan tapa bilmədiylərindən metalda qalır və qaz qabarcıqları ilə zəngin töküklər alınır. Bu, zay məhsulun miqdarının artmasına səbəb olur.

Qazların miqdarını azaltmaq üçün metalları qəlibə mümkün qədər aşağı temperaturda tökmək, onları vakuum şəraitində əritmək və ya deqazator adlanan aşqarlar əlavə etmək lazımdır.

Tərkib likvasiyası. Bu məfhum altında metal töküklərinin bütün kütləsində kimyəvi tərkibin eyni olmaması nəzərdə tutulur. Tərkib likvasiyasının qarşısını almaq üçün metal müvafiq aşqarlar əlavə edir və ya onu homogenləşdirici təbalmaya uğradılır. Bunun nəticəsində elementlər diffuziya edərək hər tərəfə bərabər yayılır və töküyün bütün həcmində praktiki olaraq eyni tərkibli metal alınmasına imkan yaradır.

Döyülmə. Metalların təzyiq altında dağılmadan deformasiyaya uğraması, başqa sözlə, çatlar əmələ gətirmədən bir şəkildən başqa şəkllə keçmə xassəsi onların döyülmə qabiliyyəti adlanır. Temperatur artdıqda metalların plastikliyi artır ki, bu da onların döyülmə qabiliyyətini xeyli yüksəldir. Temperaturun hədsiz yüksəlməsi metalların ifrat qızması ilə əlaqədar olduğundan onların deformasiyası çətinləşir, çünki

kövrəklik artmağa başlayır. Odur ki, ifrat qızmaya qarşı tədbirlər görülməlidir.

Qaynaqedilmə. Plastik və ya ərimiş hala gətirilmiş metalları qaynaq etdikdə möhkəm, məsaməsiz, çatsız, sıx qaynaq birləşməsi əmələ gətirmələrinə onların qaynaqlanma qabiliyyəti deyilir. Metalların qaynaqlanma qabiliyyəti onların tərkibindən asılıdır. Müxtəlif metal və ərintilər üçün müxtəlif qaynaq üsulları və qaynaq rejimləri tətbiq edilir.

Kəsmə ilə soyuq emal. Hissələrə müəyyən forma, lazımı dəqiqliyə malik ölçü vermək və səthinin təmizliyini təmin etmək üçün müxtəlif dəzgahlarda metalın kəsici alətlə emal olunma qabiliyyətinə **kəsmə ilə emal olunma** deyilir.

Müxtəlif emal metodlarında (yonma, dəşmə, frezləmə, cilalama, paradaqlama və s.) eyni metalın emal olunma qabiliyyəti müxtəlif olur. Metalların kəsmə ilə emal olunma qabiliyyəti onun strukturundan və kimyəvi tərkibindən asılıdır. Kəsmə rejimini xarakterizə edən əsas elementləri kəsmə sürəti, kəsmə dərinliyi, verişi və dəzgah şpindelini dövrələr sayıdır.

6.4. Mexaniki xassələr

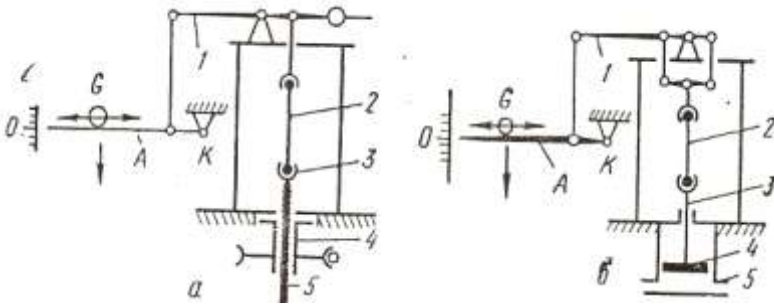
Metal və ərintilərin əsas mexaniki xassələri onların möhkəmliyi, plastikliyi, bərkliyi və zərbə özlülüyü ilə xarakterizə edilir. Maşın və mexanizm hissələrinin əksəriyyəti müxtəlif yüklərə məruz qalır. Xarici yük cisimdə gərginlik və deformasiya əmələ gətirir. Gərginlik – yükün təsir etdiyi sahəyə nisbəti ilə ölçülür. Metalda əmələ gələn gərginlik onu deformasiyaya uğradır. Deformasiya – xarici qüvvələrin təsirindən və ya cismin özündə baş verən fiziki-mexaniki proseslər (məsələn, faza çevrilmələri, oturma və s.) nəticəsində cismin forma və ölçülərinin dəyişməsidir. Deformasiya elastik və plastik ola bilər. Təsir edən yükün müəyyən qiymətində elastik deformasiya plastik deformasiyaya keçir; yükün sonrakı artımı isə cismin dağılmasına səbəb olur. Buna görə də, maşın və mexanizm hissələrini layihələşdirərkən elə

hesablanmalıdır ki, onlara təsir edən işçi gərginliyin qiyməti buraxıla bilən gərginlikdən artıq olmasın.

Möhkəmlilik. Materialın xarici yüklərin təsiri altında deformasiyaya və ya dağılmağa müqavimət göstərmə qabiliyyətinə *möhkəmlilik* deyilir. Möhkəmliyi, təyin etmək üçün tədqiq edilən materialdan hazırlanmış nümunələri xüsusi maşınlarda sınaqdan keçirirlər. Statik sınağın əsas növləri materialın dartılmaya, sıxılmaya, əyilməyə və burulmaya sınaq üsullarıdır. Dartılmaya sınaqdan əvvəl çox istifadə edilir. Bu üsulla sınaq nümunələrini adi temperaturda (DÜİST 1497-73), yüksək temperaturda (DÜİST 9657-73) və aşağı temperatur şəraitində (DÜİST 11150-75) xüsusi maşınlarda sınaqdan keçirməklə materialın möhkəmlilik və plastikiyyət xüsusiyyətləri öyrənilir.

Hərəkət mexanizmlərinin iş prinsipinə görə sınaq maşınları mexaniki və hidravlik təsirli olur. Mexaniki hərəkət mexanizmlili sınaq maşınları, adətən, kiçik qırıcı qüvvəyə (50-100 kH), hidravlik hərəkət mexanizmlili maşınlar isə daha böyük qırıcı qüvvəyə (50 – 1000 kH) malik olur.

Sınaq zamanı elektrik mühərrikli hərəkət mexanizmlili maşının reduktoru fırlanma hərəkətini yükləmə vintini 5 ilə ilişmədə olan qaykaya 4 ötürür (şəkil 1.24).

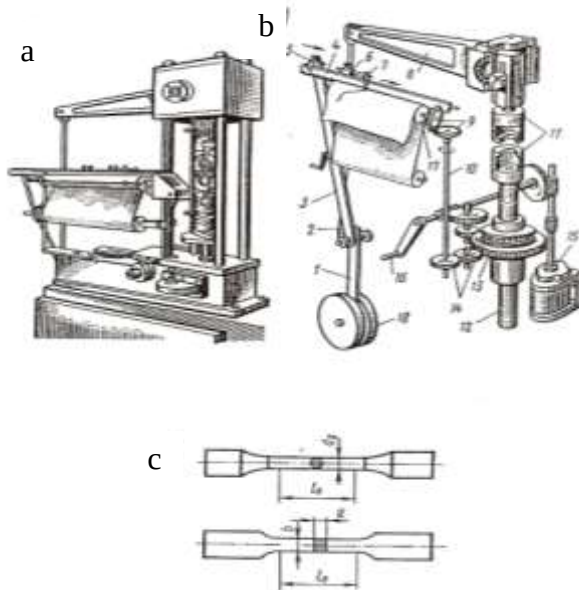


Şəkil 1.24. Sınaq maşınlarının sxemləri: a – mexaniki hərəkət mexanizmlili; b – hidravlik hərəkət mexanizmlili

Bu zaman yükləmə vinti 5 bərabər sürətlə aşağı istiqamətdə hərəkət edərək tutqaclarda 3 bərkidilmiş sınaq nümunəsini 2 dartır.

Hidravlik mexanizmlı maşınlarda (şəkil 1.24b) mütərik tutucu 3 işçi silindirin 5 daxilindəki piston 4 ilə əlaqədə olur. Silindirin 5 boşluğuna yüksəktəzyiqli maye (yağ) vurulduqda piston 4 aşağı hərəkət edərək tutqaclarda 3 bərkidilmiş nümunəni 2 deformasiyaya uğradır. Bu maşınlarda sınaq nümunəsinin 2 dartılma sürəti qeyri-bərabər olduğundan, dəqiq tədqiqatlar üçün mexaniki hərəkət mexanizmlı maşınlardan daha geniş istifadə edilir.

Sınaq maşınları sınaq zamanı nümunənin deformasiyaya müqavimət gücünü ölçmək üçün lingli (şəkil 1.24a), rəqqəslə (şəkil 1.25a və b), elektrik tenzometri və s. tipdə gücölçmə mexanizmləri ilə təmin edilmişdir.



Şəkil 1.25. IM – 4P tipli qırıcı maşınında dartılmaya sınaq:
a – ümumi görünüşü; b – kinematik sxemi; c – sınaq nümunələri

Sadə və yığcam rəqqaslı gücölçmə cihazı olan mexaniki hərəkət mexanizmlı sınaq maşınları daha geniş yayılmışdır (şəkil 1.25a və b). Maşının gücölçmə cihazı bilavasitə sınaq zamanı böyükmiqyaslı dartılma əyrisini yazmağa imkan verir.

HM – 4 P maşınında xüsusi tərtibatlar vasitəsilə materiallar əyilməyə və sıxılmaya da sınaqdan keçirirlər.

Adi temperaturda dartılmaya sınaq üçün nümunələri DÜİST 1497-73 üzrə hazırlanır. Adətən en kəsiyi dairəvi və düzbucaqlı olan nümunələr tətbiq edilir (şəkil 1.25. c). İkinci növ nümunələr yalnız təbəqə materialların sınınilmasında istifadə edilir. Nümunələr işlək hissədən və sınaq maşının tutqaclarına bağlanan başlıqlardan ibarətdir.

Nümunənin əsas ölçüləri:

1. işçi uzunluq ℓ - tutulmaq üçün en kəşik sahəsi dəyişməz olan başlıqlar arasındakı hissə.

2. başlanğıc hesabı uzunluq ℓ_0 - uzanmanı təyin etmək üçün işçi uzunluq hissəsi.

3. işçi hissənin başlanğıc diametri d_0 - silindrik nümunələr üçün və ya yastı nümunələr üçün başlanğıc qalınlıq a və en b ölçüləri.

4. nümunənin ilkin en kəsiyinin sahəsi F_0 – (sınanmaya qədər en kəsiyinin sahəsi).

Nümunənin işçi uzunluğu (ℓ) hamar və bərabər səthə malik olmaqla yüksək dəqiqliklə hazırlanmalıdır. Hesablama uzunluğu (ℓ_0) işçi uzunluğundan (ℓ) müəyyən qədər az götürülür. Nümunənin ilkin hesabı uzunluğu :

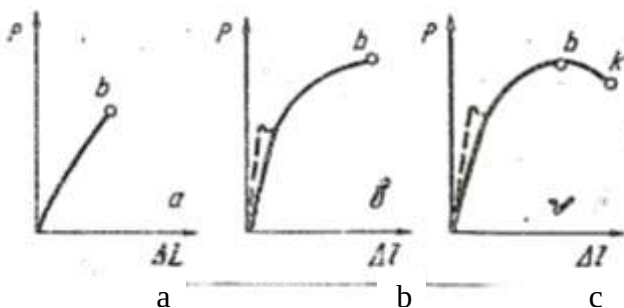
$$\ell_0 = 11,3 \sqrt{F_0} \text{ (uzun nümunələr üçün);}$$

$$\ell_0 = 5,65 \sqrt{F_0} \text{ (qısa nümunələr üçün)}$$

düsturları vasitəsilə asanlıqla müəyyən edilir. Kövrək materialdan və ya tökmə nümunələrin ilkin hesabı uzunluğu $\ell_0 = 2,82 \sqrt{F_0}$ üzrə hesablanır.

Nümunələr sınaqdan keçirildikdən sonra yük – uzanma əyrisi qurulur. Xarakterlərinə görə müxtəlif metal və

ərintilər üçün dartılma əyrilərini üç qrupa ayırmaq olar (şəkil 1.26).



Şəkil 1.26. Dartılma əyrilərinin növləri: a – kövrək dağılma; b – bərabər ölçülü deformasiyadan sonra dağılma; c – boyuncuq əmələ gəldikdən sonra dartılma

Birinci qrupa çox az plastikliyə malik və ya kövrək dağılan (çuğun, silumin, tablamadan sonra aşağı temperaturda tabəksilməyə uğradılmış polad) nümunələr üçün səciyyəvi olan dartılma əyriləri daxildir (şəkil 1.26 a). İkinci qrup əyriləri dağılma anına qədər bərabər dərəcədə deformasiyaya uğrayan nümunələr (azkarbonlu polad, bürünc) üçün (şəkil 1.26 b), üçüncü qrup əyriləri isə sınaq zamanı cəmlənmiş deformasiya ilə dağılan nümunələr (mis, tunc, leğirlənmiş polad) üçün səciyyəvidir (şəkil 1.26 c). Yükün dağılma anına (şəkil 1.26 b) və ya maksimum həddinə qədər (şəkil 1.26 c) artması müntəzəm və ya qeyri-müntəzəm ola bilər.

Sınaq nümunəsinin materialı yüksək plastikliyə malik olduqda dartılma əyrisində axma sahəciyi müşahidə olunur.

Şəkil 1.27-də dartılma diaqramının axma sahəciyi olan (şəkil 1.27 a) və axma sahəciyi olmayan (şəkil 1.27 b) ikinövü göstərilmişdir. Bu diaqram asanlıqla gərginlik σ – nisbi deformasiya δ diaqramına çevrilə bilər (şəkil 1.27 c):

$$\sigma = P / F_0; \quad \delta = (\Delta \ell / \ell_0) * 100\%.$$

1.27 ç şəklində göstərilmiş dartılma diaqramın xarakterik sahələrini və nöqtələrini nəzərdən keçirək. P_m yükünə qədər nümunənin uzanması dartıcı qüvvəyə düz mütənasibdir. Dartıcı qüvvə ilə nümunənin uzanması arasındakı düz mütənasibliyin davam etdiyi P_m yükü mütənasiblik həddinin yükü adlanır. Bu yükə qədər nümunə hələ elastikliyə malik olur, yəni qüvvəni götürdükdə nümunə öz əvvəlki ölçülərini və formasını bərpa edir. Bu asılılığa *mütənasiblik* və ya *Huk qanunu* deyilir. Mütənasiblik qanunu pozmadan materialın davam gətirəcəyi ən böyük gərginliyə (yükə) *mütənasiblik həddi* deyilir və aşağıdakı düstur ilə təyin edilir (H/m^2 ; MH/m^2 ; MPa və ya Pa):

$$\sigma_{müt} = \frac{P_m}{F_0}$$

Nümunəyə tətbiq edilmiş yükün sonrakı artımı mütənasiblik qanunu pozur və diaqramın düzxətli sahəsi əyrizətli sahə ilə əvəz olunur. Bu yükün təsiri götürüldükdən sonra nümunənin işçi hissəsi ilkin hesabı uzunluğunun 0,05%-i qədər qalıq deformasiyaya uğramış olur.

Nümunədən yük götürüldükdə, qalmış plastik deformasiyanın ilk nişanələrinə uyğun gərginliyə *elastiklik həddi* deyilir. Elastiklik həddi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\sigma_{el} = \frac{P_{0,05}}{F_0}.$$

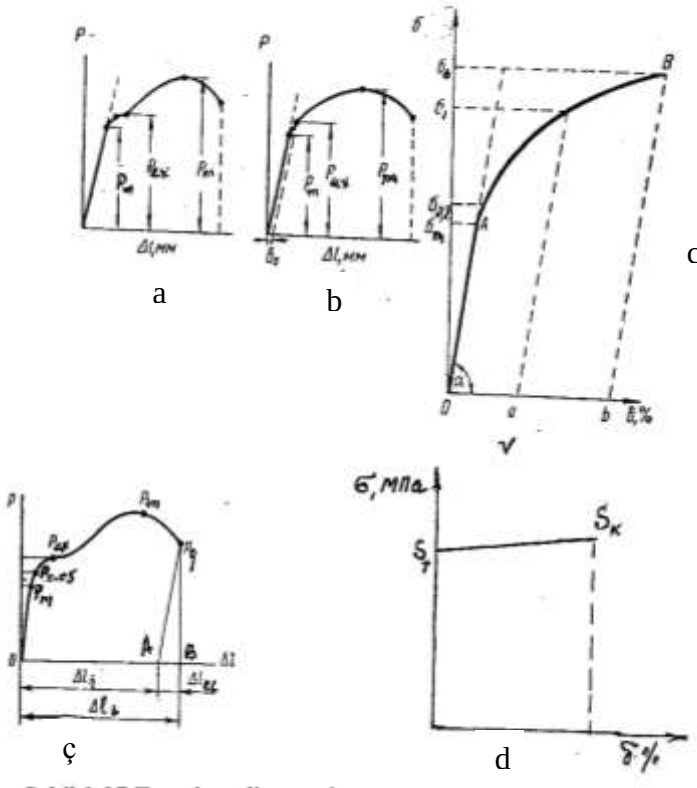
$P_{müt}$ və $P_{0,05}$ nöqtələri bir-birinə yaxın olduqlarından təcrübədə elastiklik həddi mütənasiblik həddinə bərabər götürülür.

Yükün sonrakı artmasında nümunədə nəzərəcarpacaq dərəcədə plastik deformasiya baş verir. P_{ax} yükündən başlayaraq diaqramın əyrici, demək olar ki, üfüqi xəttə çevrilir. Üfüqi sahə göstərir ki, yükü artmadan nümunə uzanır, yəni metal «axır». Dartıcı qüvvə artmadan nümunənin uzanmasına uyğun gələn ən kiçik yükə *axıcılıq həddinin yükü* deyilir.

Yük nəzərə çarpmayan dərəcədə artdıqda nümunəni deformasiya etdirən ən kiçik gərginliyə *fiziki axma həddi deyilir*. Fiziki axma həddi

$$\sigma_{ax} = \frac{P_{ax}}{F_0}.$$

asıllığı ilə hesablanır.



Şəkil 1.27. Dartılma diaqramları: a və ç axma sahəciyi olan; b – axma sahəciyi olmayan;

Dartma əyrisi üzərində axma sahəciyi olmadığı halda şərti axma həddi ($\sigma_{0,2}$) təyin edilir. $\sigma_{0,2}$ - elə gərginlikdir ki, bu gərginlikdə nümunə qalıq uzanmanın qiyməti onun ilkin (hesablanmış) uzunluğunun 0,2%-nə bərabər olsun.

Axma həddi-küçük plastik deformasiyalara müqaviməti xarakterizə edən buraxıla bilən gərginlikləri hesabladıqda möhkəmliyin əsas göstəricisidir.

Yükü P_{ax} – dan yuxarı qaldırdıqda yük ilə uzanma arasındakı mütənasib asılılıq daha artıq pozulur. Yükün dağılmadan əvvəlki ən böyük qiymətinə P_m müvafiq gərginliyə *materialın müvvəqqəti müqaviməti* və yaxud *möhkəmlik həddi* deyilir.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{F_0}$$

P_m - möhkəmlik həddinin yükü altında nümunədə bo-yuncuq əmələ gəlir, ona görə də, nümunənin sonrakı uzanması bu sahə hesabına baş verir. P_m nöqtəsindən sonra dağılma anına qədər P_q nöqtəsinə uyğun dartıcı yükün qiyməti azalır. Dartma əyrisinin P_m P_q hissəsinə uyğun gələn P_q – dartma qüvvəsi nümunənin ilkin en kəsiyinə nisbətən daha kiçik olan sahəyə F_k təsir göstərir. Bu hala uyğun olaraq materialın qırılmaya həqiqi müqavimət gərginliyi $S = \frac{P_q}{F_k}$

düsturu ilə hesablanır.

Nümunənin deformasiyası ilə gərginlik arasındakı daha dəqiq asılılığı həqiqi gərginliklər diaqramları göstərir (şəkil 1.27 d). Həqiqi gərginliyi yükü nümunənin sınaq anındakı en kəsiyinin sahəsinə bölməklə təyin edilir.

Plastiklik göstəricisi. Metal və ərintilərin dartılmaya statik sınağında möhkəmlik xarakteristikalarından başqa, materialın plastikliyi də təyin olunur. Texnikada nəinki möhkəm və həm də plastik materiallardan istifadə edilir. Materialın plastikliyinin öyrənilməsi ikitərəfli maraq doğurur:

1. texnoloji - materialın bu və ya digər üsulla (təzyiqlə, mexaniki, qaynaqedilmə və s.) emal olunma qabiliyyəti xarakterizə edir;

2. konstruktiv - konstruksiya hissələrinin artıq yükləmədə gərginliklərin bərabər paylanmasına imkan verən labüd göstəricisidir.

Plastik materiallardan fərqli olaraq kövrək materiallar qəfildən dağılır. Plastik materiallar işdə etibarlı və müxtəlif xassəli yüklərə qarşı davamlı olur.

Dartılmaya sınağında nümunənin tam deformasiyası (Δl_t) qalıq (Δl_q) və elastik (Δl_{el}) deformasiyaların $\Delta l_t = \Delta l_q + \Delta l_{el}$ - cəmindən ibarət olur. Bu deformasiyaları təyin etmək üçün dartılma diaqramdakı (şəkil 1.27 ç) P_q nöqtəsindən absis oxunu kəsənə kimi əyrinin düzxətli elastik deformasiya hissəsinə və ordinat oxuna paralel düzxətlər çəkilir. Bu xəttlər absis oxu ilə uyğun olaraq A və B nöqtələrdə kəşisir.

Metal və ərintilərin dartılmaya sınağında plastiklik bir-biri ilə qarşılıqlı surətdə əlaqədə olan iki əlamətlə – nisbi uzanma δ və nisbi daralma ψ ilə xarakterizə olunur. Bu xarakteristikalar sınaqdan qabaq və sınaqdan sonra nümunədən çıxarılmış ölçülərə əsasən hesablanır. Sınaq zamanı nümunə uzanır və en kəsiyi sahəsi kiçilir.

1. Nisbi uzanma $\delta = \frac{l - l_0}{l_0} 100\%$ düsturu ilə hesablanır.

Burada, l_0 – nümunənin ilkin hesablanma , mm və ya m; l - nümunənin sınaqdan sonrakı hesab uzunluğu, mm və ya m.

2. Nisbi daralma $\psi = \frac{F_0 - F}{F_0} 100\%$ düsturu ilə təyin edilir.

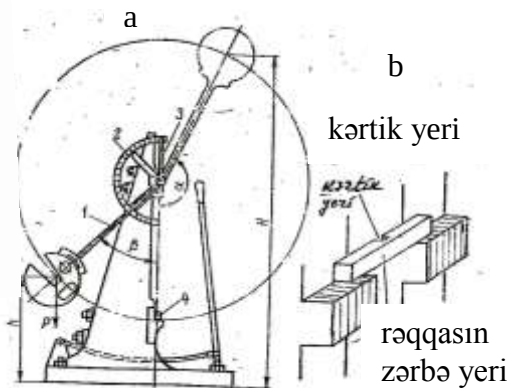
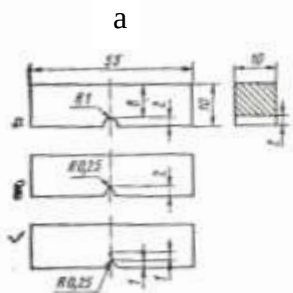
Burada, F_0 – nümunənin ilkin ən kiçik en kəsik sahəsi, mm^2 və ya m^2 .

F - sınaqdan sonra nümunənin qırılma yerində orta hesabı diametrinə d uyğun en kəsik sahəsi, mm^2 və ya m^2 .

Qırılma nümunənin orta hesabı diametri d qırılma yerindən ən kiçik en kəsik üzrə iki qarşılıqlı bir-birinə per-

pendikulyar istiqamətdə ölçülmüş ən kiçik diametrlərin cəminin yarısına bərabərdir.

Zərbə özlülüğü. Statik yüklə yaxşı işləyən maşın hissələri zərbəli yük altında dağıla bilər. Ona görə də, metal və ərintilər statik sınaqdan başqa, dinamik (zərbə ilə) sınaqdan da keçirilir. Əsas dinamik sınaq metodları zərbə ilə əylməyə sınaqdır (DÜİST 9454-78); bu metalın zərbə özlülüğünü təyin etməyə imkan verir. Bunun üçün ortasında kərtik açılmış standart ölçülü nümunəni (şəkil 1.28) kopyor (rəqqaslı toxac) adlanan cihazın dayaqları üzərinə qoyub, mütəhərrik rəqqasın bir zərbəsi ilə sındırırlar (şəkil 1.29).



Şəkil 1.28. Zərbə özlülüğünü təyin etmək üçün nümunələr: a – I tip (Menaje tipi); b – VI tip (Şarpı tipi); c – yaradılmış çatlı (tip -T).

Şəkil 1.29. Rəqqaslı kopyor (toxac): a – kopyorun sxemi; b – nümunənin kopyorun dayaqları üzərində yerləşdirilməsi.

Sınaq nümunələri konsentratorun növündən asılı olaraq üç tipdə hazırlanır: kərtiyin dibinin radiusu 1,0 mm – tip 1 (tip – u) (şəkil 1.28 a); 0,25 mm tip 1V (tip V) (şəkil 1.28 b) və 0,0mm çat yaradılmış (tip – T) (şəkil 1.28 c).

Kopyor (şəkil 1.29 a) ağır rəqqasdan (1) ibarətdir. Rəqqas çətinin üfüqi oxundan asılmışdır. Nümunə (4) kop-

yorun dayaqaları üzərində elə yerləşdirilmişdir ki, kərtik rəqqas zərbəsinin əksinə olsun (şəkil 1.29 b). Kütləsi P olan rəqqası H hündürlüyə qaldırır və cəftə ilə bərkidilir. Cəftəni azad etdikdə rəqqas sərbəst sürətdə düşür. Bu zaman rəqqas düşdükdə nümunəyə zərbə endirir və onu sındırır.

Nümunənin sınmasına sərf olunan iş $K = Pg(H-h) = Pgl (\cos \alpha - \cos \beta)$ düsturu ilə hesablanır. Burada, P- rəqqasın kütləsi, g-sərbəst düşmə təcili, H və h müvafiq olaraq rəqqasın zərbəyədək və nümunə sındıqdan sonra qalxma hündürlükləridir, l-rəqqasın uzunluğu, α və β müvafiq olaraq rəqqasın zərbəyədək və nümunə sındıqdan sonra qalxma bucaqlarıdır.

P, H, l, α parametrlərinin qiymətləri sabitdir; ona görə də, sınaq zamanı dağılmaya sərf olunan işi β (h), parametrlərinin qiymətinə görə xüsusi cədvəllərdən təyin edilir.

Zərbə özlülüyünü kərtikli nümunənin zərbə ilə əyilməsi zamanı elastik deformasiyasına və dağılmasına sərf olunan işin (K) kərtik açılan hissəsində nümunənin en kəsiyi sahəsinə (F) nisbəti kimi təyin edilir.

$$a_H = \frac{K}{F} \cdot \frac{c}{m^2}.$$

Müxtəlif nümunələrdə DÜİST 9454-78 üzrə alınmış zərbə özlülüyünü aşağıda göstərilən qaydada işarə olunur:

nümunə	işarə olunma
I	a_H, a_I, a_1
IV	$a_{IV}, a_{0,25}$
çatlı	a_y, a_0

Metal və ərintilərin zərbə özlülüyünü aşağı və yüksək temperaturda da öyrənilir. Sınaq nümunələrinin forma və ölçüləri adi temperaturda istifadə olunan nümunədə olduğu kimidir.

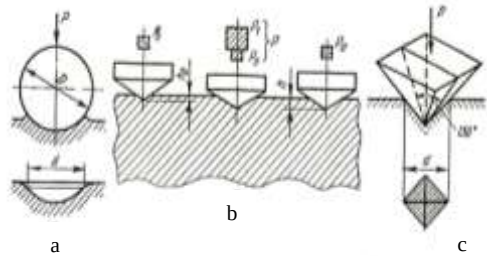
Bərklik. Özündən bərk cismin təsirindən materialın xarici qatının deformasiyaya və ya dağılmaya qarşı göstərdiyi müqavimətə *bərklik* deyilir.

Bərklik materialın əsas mexaniki xassələrindəndir. Bərkliklə metalların digər xassələri arasında müəyyən əlaqə olduğundan bir sıra hallarda bərkliyini öyrənməklə onların möhkəmliyi, emal olunma qabiliyyəti və yeyilmə davamlılığı haqqında mülahizə yürütmək olar. Ona görə də, bərkliyə sınamaya ən geniş yayılmışdır. Materialların bərkliyini təyin etmək üçün basma, elastik sıçrama, cızma və s. müxtəlif bərklik ölçmə üsulları tətbiq olunur. Bu və ya digər üsulun seçilməsi müxtəlif amillərdən asılıdır. Bu amillərə nümunə materialının bərkliyi, onun ölçüləri, qatın qalınlığı və s. aid edilir.

Basıcı yükün təsir xarakterindən asılı olaraq bərkliyin ölçülmə üsulları statik və dinamik olur. Yükün statiki təsiri ilə bərkliyin təyinetmə üsulu daha geniş yayılmışdır. Bu üsul ilə bərkliyin təyin olunmasında nümunə səthinə kümrə, konus, piramida və ya iynəşəkilli tablanmış polad, almaz, safir və ya bərk ərintidən hazırlanmış ucluq batırılır (batırılma üsulu) (şəkil 1.30).

Şəkil 1.30. Bərkliyin təyinedilmə sxemləri:

a – Brinellə; b – Rokvellə; c – Vickersə görə.



Nümunə səthinin cızılması ilə (cızma üsulu) bərkliyin təyini, küvrəli ucluğun zərbəsi və ya onun dəyib sıçraması üzrə bərkliyin təyini yükün dinamik təsirinə əsaslanır.

Batırma ilə bərkliyin təyin olunmasında makro- və mikrobərklik ölçmə üsullarından istifadə edilir. Materialın makrobərkliyinin təyində batırılan ucluğun ölçüsü nisbətən böyük olur və sınaq zamanı daha dərin batır. Bu zaman ucluğun yaratdığı deformasiya zonasında metalın bütün faza və struktur təşkildiciləri iştirak edir. Buna görə də, bərkliyin təyin edilmiş qiyməti həmin materialın ümumi bərkliyi

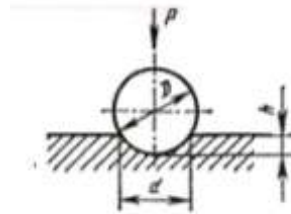
ni xarakterizə edir. Ayırı-ayrı faza, struktur təşkiledici və yaxud da dənələrin xassələrini öyrənmək tələb olunduqda mikrobərklik ölçmə üsulundan istifadə edilir. Bu halda batırılan ucluğun təsirindən yaranan deformasiyanın həcmi tədqiq olunan dənənin həcmindən kiçik olur.

Brinell üsulu ilə bərkliyin təyini.

Bu üsulla bərkliyin təyin edilməsinin mahiyyəti tablanmış polad kürəni müəyyən yüklə nümunənin səthinə sıxılması və yük götürüldükdən sonra alınmış izin diametrini ölçməklə bərkliyin qiymətini hesablamaqdan ibarətdir.

Şəkil 1.31-də Brinell üsulu ilə bərkliyin ölçülmə sxemi verilmişdir.

Kürənin sıxılması nəticəsində nümunə səthində çökək iz alınır. Kürəciyə təsir edən yükün P nümunənin səthində alınan izin (kürə seqmenti) F sahəsinə olan



nisbəti bərkliyin ədədi qiyməti verir. Brinellə görə, bərkliyi HB ilə işarə olunur.

Şəkil 1.31. Brinell üzrə sınağın sxemi.

$$HB = \frac{P}{F},$$

burada, P - basıcı yük, H ; $F = \pi D h$, alınan izin sahəsi, m ; D - batırılan kürənin diametri, m ; h – izin dərinliyi, m ;

İzin dərinliyini təyin etmək çətin olduğundan hesabat üçün onun diametri d ölçülür. İzin dərinliyi h , batırılan kürənin və izin diametrləri (D , d) ilə ifadə olunur.

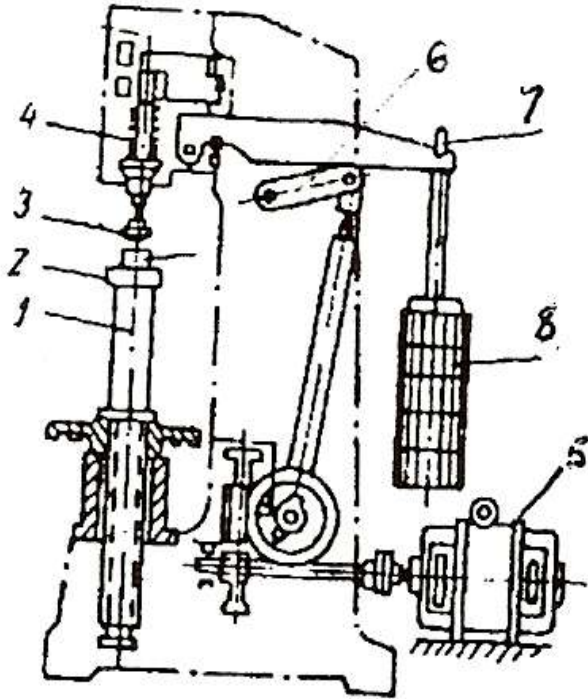
$$h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}.$$

İzin (kürə seqmentinin) sahəsi F isə $F = \pi \frac{D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})$ düsturu ilə hesablanır.

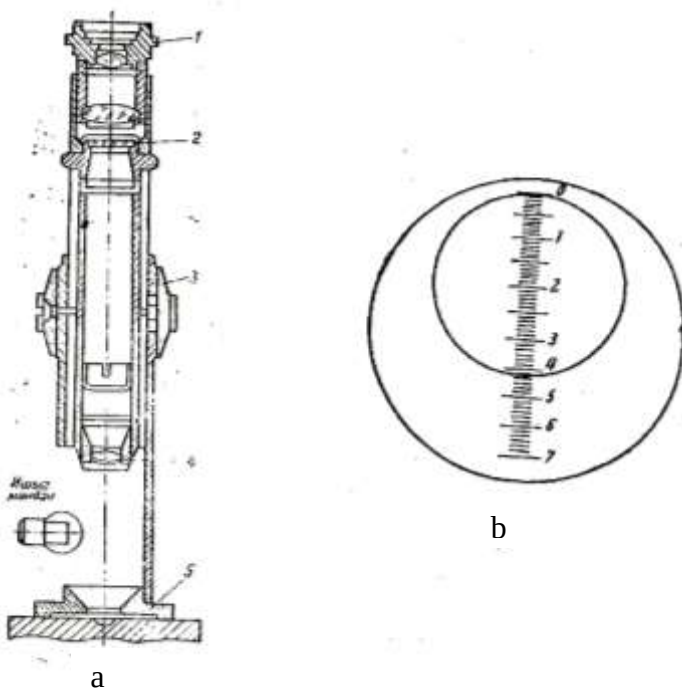
Onda, Brinell üsulu ilə bərkliyin qiyməti

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad \text{alınır.}$$

Bərkliyi ölçmək üçün avtomat presdən istifadə edilir (şəkil 1.32). Nümunə stol 2 üzərinə qoyulur. Nazım çarxı fırlatmaqla vinti 1 yuxarı hərəkət etdirməklə stol 2 üzərindəki nümunə ucluqdakı 3 kürəciyə sıxılır. Bu iş şpindelın yayının 4 tamamilə sıxılmasına qədər davam etdirilir. Belə vəziyyətdə nümunəyə 1.000 H-luq yük təsir edir. Presin yan tərəfində yerləşən düyməni basmaqla elektrik mühərriki 5 işə salınır.



Şəkil 1.32. Brinell üsulu ilə bərkliyi təyin etmək üçün işlədilən TŞ – 2M tipli lingli pres



Şəkil 1.33. İzin diametrinin ölçülməsi: a – ölçmə mikroskopun (lupanın) sxemi: 1 – okulyar; 2 – tor ; 3 – nizamlama həlqəsi; 4 – obyektiv; 5 – tubusun gövdəsi; b – mikroskopda şkala üzrə ölçünün aparılması

Bu zaman eksentrik val fırlanır, onunla əlaqədar dirsəkli val qolu 6, lingi 7 və ondan asılmış yükü 8 aşağı vəziyyətə gətirir. Nümunəyə verilən yük, saxlama müddəti və nümunənin yük altından azad olunması tam avtomatlaşmış rejimdə aparılır. Tam yükün verilməsi və lazımi qədər saxlanması siqnal lampanın yanması ilə bilinir (siqnallanır). Bundan sonra stol nümunə ilə birlikdə nazim çarxın saat əqrəbinin əksinə fırladılması ilə aşağı endirilir.

Bərkliyin təyin edilməsi üçün götürülən yükün qiyməti nümunənin materialından, onun ölçüsündən və polad kürənin diametrindən asılı olaraq seçilir. Nümunənin bərkliyindən və onun qalınlığından asılı olaraq kürənin diametr üzrə ölçüləri cədvəl 1.5-dən seçilir.

Kürənin diametri elə seçilməlidir ki, sınaqdan sonra nümunə səthində yaranan izin – kürə seqmentinin diametri $d = (0,26 - 0,6) D$ -yə uyğun gəlsin. Bu şərt ödənilmədikdə kürənin diametri və ya basıcı yükün qiyməti dəyişdirilməlidir.

Nümunə səthində alınmış izin ölçüsü mikroskop (lupa) (şəkil 1.33) vasitəsi ilə iki perpendikulyar istiqamətdə təyin edilir və izin diametri iki ölçünün orta qiyməti kimi götürülür.

Cədvəl 1.5.

Nümunənin bərkliyindən və qalınlığından asılı olaraq kürənin diametri və yükün qiymətinin seçilməsi.

Material	Brinellə bərkliyin ölçülmə həddi	Nümun. qalınlığı mm^x ($10^{-3}m$)	Yük və kürənin diametri D arasında asılılıq	Kürənin diametri, mm^x ($10^{-3}m$)	Yük P, H	Yük altında saxlama müddəti, san
Qara metallar	1400-4500	6-3 4-2 2-dən az	$P=300D^2$	10 5 2,5	30.000 7.500 1875	10
	1400	6-dan çox 6-3 2-dən az	$P=100D^2$	10 5 2,5	10.000 2.500 625	10
Əlvan metallar	1300	6-3 4-2 2-dən az	$P=300D^2$	10 5 2,5	30.000 7.500 1875	30
	350-1300	9-3 6-3 3-dən az	$P=100D^2$	10 5 2,5	10.000 2.500 625	30
	80-350	6-dan çox 6-3 2-dən az	$P= 25 D^2$	10 5 2,5	2500 625 156	60

İzin orta qiyməti təyin edildikdən sonra yuxarıda göstərilən düsturun köməyiylə bərkliyin HB üzrə qiyməti təyin edilir. Nümunə üzərində sınaq iki dəfədən az olmamaq şərtilə aparılır və bərkliyin orta hesabı qiyməti təyin edilir. Təcrübədə Brinell üzrə bərkliyin qiyməti, alınan izin diametri və təsir edən yükün P izin sahəsinə F olan nisbətindən asılı olaraq tərtib edilmiş cədvəllərdən istifadə etməklə təyin edilir.

Brinell üsulu ilə bərkliyi 450 HB-dən çox olmayan materiallar sınıanıla bilər. Əks halda basıcı kürə özü deformasiyaya uğrayır və bu da bərkliyin qiymətinə təsir göstərir.

Müxtəlif konstruksiya materiallarının Brinell üsulu ilə hesablanmış bərkliklə HB onların dartılmada möhkəmlik həddi σ_m (MPa ilə) arasında müəyyən asılılıq mövcuddur.

- Bu asılılıq bərkliyi 120-175 HB olan polad üçün $\sigma_m = 3,4$ HB;
- bərkliyi 175-450 HB olan polad üçün $\sigma_m = 3,6$ HB;
- tabalmaya uğradılmış mis, bürünc və tunc üçün $\sigma_m = 5,6$ HB;
- bərkliyi 20-45 HB olan alüminium və onun ərintiləri üçün $\sigma_m = (3,3-3,6)$ HB kimi qəbul edilmişdir.

Rokvell üsulu ilə bərkliyin təyini

Rokvell üsulu ilə həm bərk, həm də yumşaq materialların bərkliyini ölçmək mümkündür. Bu üsul ilə bərkliyi təyin etdikdə təpə bucağı 120° olan almas konus və ya diametri 1,59 mm ($1,588 \cdot 10^{-3}$ m) olan tablanmış kürəcik xarici yükün təsiri altında nümunə metalına batırılır. Almas konus və ya polad kürəciyin nümunəyə batırılması iki mərhələdə – əvvəlcə kiçik (ilkin) yük P_0 və sonra isə əsas yük P_1 ilə aparılır (şəkil 1.30b). Ümumi yük P , ilkin P_0 və əsas P_1 yükün cəminə bərabərdir ($P = P_1 + P_0$). İlkin yükün qiyməti həmişə sabit $P_0 = 100$ H olur. Əsas yükün P_1 və ümumi yükün P qiymətləri nümunə materialın bərkliyindən və qalınlığından asılı olaraq müxtəlif ola bilər. Belə ki, ölçmə almas konus ilə aparıldıqda (C şkalası üzrə) $P_1 = 1400$ H qəbul edilir, onda $P = 100 + 1400 = 1500$ H, polad kürə ilə aparıldıqda isə (B şkalası üzrə) $P_1 = 900$ H və $P = 100 + 900 = 1000$ H götürülür.

Rokvell üzrə bərklik ədədi şərti vahidlə ölçülür. Vahid bərkliyin qiyməti, yük altında ucluğun 0,002 mm ($0,002 \cdot 10^{-3}$ m) qədər nümunəyə batmasına uyğun gəlir. Bərkliyin HR qiyməti Rokvell cihazının B şkalası üzrə aparıldıqda bərklik ədədini təyin etmək üçün $HR=130 - e$, ölçmə C və A şkalaları ilə aparıldıqda $HR=100 - e$ asılılıqdan istifadə edilir.

$$e = \frac{h - h_0}{0.002}$$

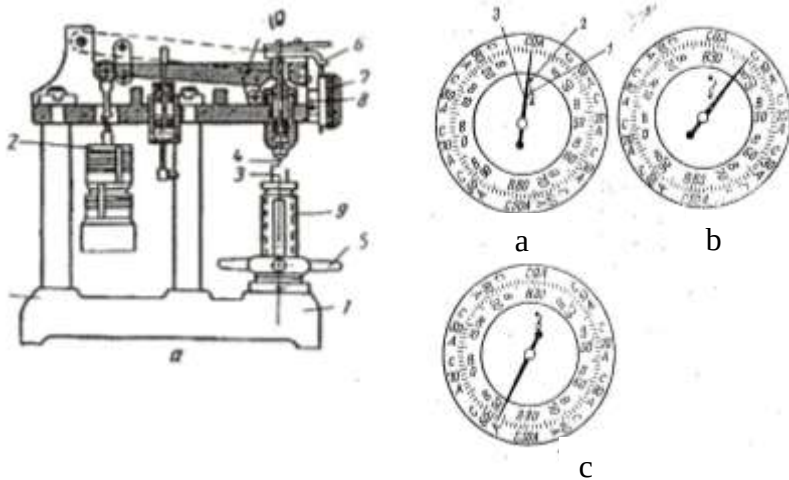
burada, h – ucluğun ümumi yükün (P) təsiri altında sınaqdan keçirilən materiala batma dərinliyi;

h_0 – ucluğun ilkin yükün (P_0) təsiri ilə tədqiq edilən materiala batma dərinliyi.

Bərkliyi təyin etmək üçün işlədilən ucluğun polad kürə və ya almas konus olmasından, habelə basıcı yükün qiymətindən asılı olaraq bərklik ədədinin qiyməti Rokvell cihazının siferblatında qara rəngli C və A şkalaları üzrə və ya qırmızı rəngli B şkalası üzrə oxunur. Əgər tədqiqat almas konuslu ucluq ilə və 1500 H-a bərabər ümumi yük təsiri altında aparılmışsa, bərklik ədədi HRC ilə işarələnir. Tədqiqat almas konuslu ucluq və 600 H-a bərabər ümumi yük təsiri ilə aparıldıqda isə bərklik HRA ilə işarələnir. $HRC = 2HRA - 104$ asılılığı ilə HRA ədədini HRC-yə çevirmək olar. Tədqiqat polad kürə və 1000 H-a bərabər yük təsiri ilə aparıldıqda bərklik ədədi HRB ilə işarələnir. Bərkliyi 450 HB-dan yüksək olan poladlar almas konuslu ucluq və 1500 H-a bərabər yük, bərkliyi 70 HRC-dən yüksək olan materiallar almas konuslu ucluq və 600 H-a bərabər yük təsiri altında sınaqdan keçirilir.

Bərkliyi almas konuslu ucluq ilə təyin etdikdə nümunənin kənarı ilə izin mərkəzi arasındakı məsafə 0,0015 m-dən, polad kürəli ucluq ilə təyin etdikdə bu məsafə 0,004 m-dən az olmamalıdır. Nümunənin qalınlığı ucluğun batma dərinliyindən ən azı 10 dəfə çox olmalıdır. Nümunə üzrə ən azı üç nöqtədə ölçmə aparılır və orta hesabi bərklik təyin edilir. Rokvell üsulu ilə bərkliyin ölçülməsi üçün nümunəni

TK tipli Rokvell cihazının stolunda yerləşdirir (şəkil 1.34), dəstəyi fırladaraq almas konus (və ya polad kürə) ilə toxununcayədək qaldırılır.



Şəkil 1.34. Rokvell üsulu ilə bərkliyin ölçülməsi: solda TK tipli cihazın sxemi: 1 – gövdə; 2 – dəyişdirilən yük; 3 – nümunə; 4 – ucluq; 5 – dəstək; 6 – rıçaq; 7 – indikator; 8 – şpindel; 9 – qaldırıcı vint; 10 – yük lingi.

Sağda - TK tipli cihazın bərklik ölçmə indikatorunun şkalası:

a – əlavə yükün təsiri zamanı əqrəblərin vəziyyəti; b – əlavə və əsas yükün təsiri zamanı əqrəblərin vəziyyəti; c – şkalada bərkliyin hesablanması; 1 – kiçik əqrəb; 2 – qırmızı nöqtə; 3 – böyük əqrəb

Nümunəyə verilən ilkin yük (100 H) dəstəyin fırladılması ilə həyata keçirilir. Bu zaman indikatorun kiçik əqrəbi si-ferblatdakı qırmızı nöqtənin üzərinə düşür və onun böyük əqrəbi isə qara rəngli C şkalasındakı «O» qiymətinə uüğun vəziyyəti alana qədər dəstəyin fırladılması davam etdirilir (şəkil 1.34, a). Sonra elektrik mühərrikini işə salmaqla əsas yük (5-7 san müddətdə) əlavə olunur, polad kürə (və ya almas konus) nümunə metalına batır. Bu zaman indikatorun böyük əqrəbi saat əqrəbi istiqamətinin əksinə döndür (şəkil 1.34,b).

Avtomatik olaraq əsas yükün təsiri götürülür; lakin nümunə əlavə yük təsiri altında qalmış olur. İndikatorun böyük əqrəbi saat əqrəbi istiqamətində yerini dəyişərək şkal üzərində sınaq metalının Rokvell üzrə bərkliyini göstərir (şəkil 1.34, c). Əgər nümunəyə təsir edən polad kürədirsə, onda bərkliyin ölçülməsi qırmızı bölgü üzrə aparılır.

Dəstəyi saat əqrəbi istiqamətinin əksinə fırlatmaqla cihazın stolu aşağı hərəkət etdirilir və nümunə ilkin yükün təsirindən azad olunur.

Vickers üsulu ilə bərkliyin təyini.

Vickers üsulu qalınlığı az olan və möhkəmləndirilmiş nazik səth qatına (döyüclənmiş, kimyəvi-termiki emalına uğradılmış) malik detalların bərkliyini təyin edir. Vickers üsulu ilə bərkliyi təyinq etmək üçün metal nümunəyə tərə bucağı 136^0 olan dördbucaqlı almas piramidalı ucluq 10-1200 H-a bərabər yüklə batırılır. Batırma nəticəsində almas piramida nümunə üzərində romb şəklində iz qoyur (şəkil 1.30 c).

Almas piramidaya təsir edən yükü (P) alınmış izin yan səthinin sahəsinə bölməklə metalın bərkliyi təyin olunur. Vickersə görə bərklik ədədi HV ilə işarələnir.

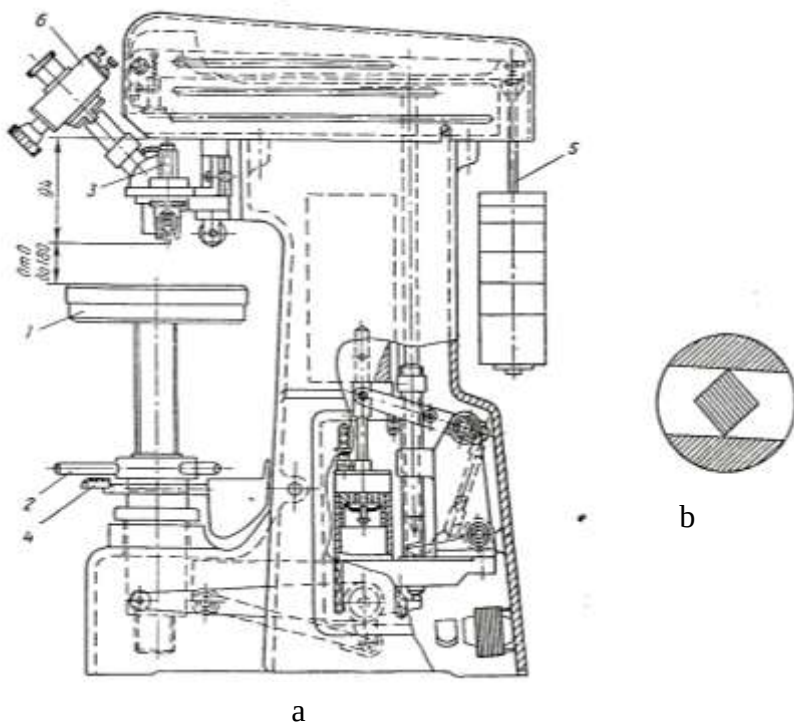
$$HV = \frac{P}{F} = \frac{2P \sin 0,5\alpha}{d^2} = 1,854 \frac{P}{d^2},$$

burada, P – basıcı yük, H; d–alınmış izin hər iki diaqnalın orta riyazi qiyməti, m; α – piramidanın qarşı tilləri arasındakı bucaq (136^0).

Sınaq üçün basıcı yük 10,50,100,200,300,500 və 1000 H-a bərabər götürülür. Basıcı yükün qiyməti sınanan materialın bərkliyindən və qalınlığından asılı olaraq seçilir; sınanan material nə qədər nazik olarsa, yük bir o qədər az götürülür. Vickers üsulu ilə bərkliyin təyini Vickers cihazında aparılır (şəkil 1.35). Bu cihazın köməyilə qalınlığı 0,3-0,5mm olan nümunələrin və ya kimyəvi-termiki emaldan sonra qa-

lınlığı 0,03-0,05mm olan səth qatının bərkliyini təyin etmək mümkündür. Vickers üsulu ilə bərkliyi işarələyəndə basıcı yükün qiymətinin göstərilməsinə riayət olunmalıdır (HV 100, HV 500 və s.)

Sınaqdan əvvəl nümunələrin səthi xırda dənəli sumbata dairəsi ilə cilalanmalı və ya paradaqlanmalıdır. Sınaq nümunəsinin qalınlığı izin dioqanalının uzunluğundan 1,5 dəfədən az olmamalıdır. İz dioqanalının uzunluğu Vickers cihazına bərkidilmiş mikroskop vasitəsilə ölçülür. Təcrübədə iz dioqanalının uzunluğuna əsasən bərklik ədədi cədvəldən tapılır.



Şəkil 1.35. Vickers üsulu ilə bərkliyin ölçülməsi: a – Vickers cihazının sxemi: 1 – nümunə kürsüsü; 2 – dəstək; 3 – almas piramidalı ştok; 4 – rıçaq; 5 – əsqi; 6 – mikroskop. b – izin dioqanalının ölçülmə sxemi

Brinell və Vickers üsulları ilə bərklik təyin edildikdə, alınan nəticələr 3500-4500 HB-ya qədər olduqda HV və HB-nin qiymətləri bir-birinə uyğun gəlir. Bərkliyin daha böyük qiymətlərində isə HV-nin göstəriciləri HB və ya HR göstəricilərinə nisbətən daha dəqiq alınır.

Ucluğu statik batırma ilə alınmış bərklik ədədləri arasında əlaqə vardır. Məsələn, Brinell üzrə bərkliyin qiyməti məlumdursa, onu təxmini qiymətlə Vickers və ya Rokvell üzrə bərklik ədədlərinə çevirmək olar.

Bərkliyin təyin edilməsinin digər üsulları

Mikrobərkliyin təyini. Bu üsulla çox nazik təbəqələrin, folqaların, metalın struktur təşkilədicilərinin və kimyəvi-termiki üsulla möhkəmləndirilmiş qatın bərkliyi təyin edilir. Mikrobərklik PMT-3 cihazı ilə ölçülür. Bu cihazlar kiçik yük altında (5 H-a qədər) almas piramidalı ucluğa batıran mexanizm və metalloqrafiya mikroskopundan ibərətdir. Mikrobərklik ədədini təyin etmək üçün nümunənin materialından asılı olaraq basıcı yüklərlə alınmış izin dioqanalının uzunluq ölçüsünə əsasən Vickers üsulunda verilmiş hesabat düsturundan və ya qabaqcadan tərtib edilmiş cədvəl və nomogrammalardan istifadə edilir.

Cihaz nümunənin səthində alınmış izin dioqanalının ölçülməsi ilə yanaşı ərintinin mikrostrukturunun fotosəklini çəkməyə də imkan verir.

Poldi üsulu. Bu üsulla böyük ölçüyə malik pəstah və məmulatların bərkliyi səyyar cihazın köməyi ilə bilavasitə şəraitində təxmini olaraq təyin edilir. Cihazın içərisində bərkliyi HB məlum olan etalon nümunə qoyulmuşdur.

Bərkliyi təyin etmək üçün cihaz tədqiq edilən məmulatın üzərinə qoyulur. Cihazın döyəcinə zərbə endirilir. Dinamiki zərbənin təsirindən polad kürəcik həm məmulata və həm də bərkliyi məlum olan etalona batırılır. Bərkliyin ədədi qiyməti

$$HB_d = \frac{D - \sqrt{D^2 - de^2}}{D - \sqrt{D^2 - d^2}} HB_e$$

düsturu ilə hesablanır.

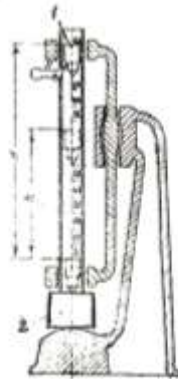
Burada, HB_e – etalonun Brinell üsulu ilə bərkliyi d və d_e - uyğun olaraq nümunənin və etalonun səthində alınmış izin diametrləri;

D – polad kürəciyin diametri; bir qayda olaraq polad kürəciyin diametri 10 mm götürülür.

Təcrübədə alınmış izlərin diametri-müqayisə edilməklə hesabat aparılmadan sınınan nümunənin bərkliyi cədvəldən təyin edilir.

Şor üsulu. Yükün dinamik təsiri ilə materialın bərkliyini təyin edilməsində bu üsuldan daha geniş istifadə olunur. Bərkliyi məlum (bölgülənmiş) hündürlükdən sınaqdan keçən metalın səthinə dəyən polad ucluqlu döyəcəyin köməyi ilə təyin edilir (şəkil 1.36). Döyəcəyin enerjisi zərbə endirilən yerin elastik və plastik deformasiyalara uğramasına və döyəcəyin sonrakı qayıtma (sıçrama) hündürlüyünə sərf olunur. Döyəcəyin qayıtma hündürlüyü nə qədər çox olarsa, uyğun olaraq deformasiyalara sərf olunan enerjinin miqdarı bir o qədər az və metalın bərkliyi isə bir o qədər çox olacaqdır. Şor üzrə bərklik H_s döyəcəyin qayıtma hündürlüyünə uyğun olan şərti ölçüsüz ədəddir.

Şəkil 1.36. Şor üsulu ilə bərkliyi təyin etmək üçün işlədilən cihazın sxemi:
1 – polad ucluqlu döyəcik; 2 – sınaq nümunəsi



Otaq temperaturunda elastik xarakteristikaları yaxın olan bərk metal ərintilərini müqayisə etmək üçün Şor üsulundan istifadə olunur. Yüksək temperaturda yükün statik təsiri ilə bərkliyi təyin etmək mümkün olmadığı hallarda bu üsul daha perspektivli sayılır.

7. Ərintilərin hal diaqramlarının qurulması.

$Fe - C$ ərintilərinin struktur təşkil ediciləri.

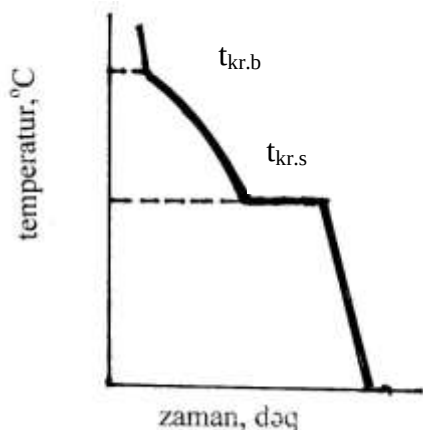
$Fe - C$ hal diaqramı

Ərintilərin soyuma əyrisi saf metalların soyuma əyrisindən fərqlənir. (şəkil 1.37)

Ərintinin soyuma əyrisində iki xarakterik nöqtə vardır. Bu nöqtələr ərintinin kristallaşmasının başlanğıcını ($t_{kr.b}$) və sonunu ($t_{kr.s}$) göstərir. Saf metallardan fərqli olaraq ərintilər eyni temperaturda deyil, müəyyən temperatur intervalında ($t_{kr.b} - t_{kr.s}$) bərkirir. Aqreqat halının dəyişməsinə uyğun gələn temperatura *böhran temperaturu* deyilir. Allotropik dəyişmələrə müvafiq temperaturlar da belə adlanır. Əyrilərdə həmin temperaturlara uyğun gələn nöqtələr isə böhran nöqtələri adlanır. Ərintilərə daxil edilən komponentlərin konsentrasiyasının artırılması böhran nöqtələrinin aşağı enməsinə və ya qalxmasına səbəb olur. Komponentlərin konsentrasiyasının dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq soyuma və qızma əyrilərindəki böhran nöqtələrini koordinat sisteminə köçürərək ərintilərin hal diaqramlarını qururlar. Hal diaqramları vasitəsilə temperatur və konsentrasiyadan asılı olaraq ərinti sisteminin faza tərkibinin dəyişməsinə öyrənmək olar.

Hal diaqramlarını qurmaq üçün çoxlu üsullar vardır. Bunlardan ən sadəsi termiki analizin nəticələrindən istifadə edən metoddur. Bu metodun mahiyyəti aparılmış təcrübələrin nəticələri əsasında sistemə daxil olan müxtəlif konsentrasiyalı ərintilərin soyudulma əyrilərinin qurulmasından ibarətdir. Bu əyrilərdə çevrilmələrin istilik effekti ilə əlaqədar olaraq yaranan da-

yanma və əyilmələrə görə böhran nöqtələrini təyin edir və onların əsasında temperatur- konsentrasiya hal diaqramını qururlar.



Şəkil 1.37. Ərintinin soyuma əyirisi

Dəmir açıq gümüşü rəngli metaldir, atom kütləsi 55,86, sıxlığı $7,86 \text{ q/sm}^3$, ərimə temperaturu 1539°C -dir. Yer kürəsində ən çox yayılmış elementlərdən biri sayılan dəmir(4,7%) oksigen, silisium, alüminiumdan sonra dördüncü yer tutur. Texniki təmiz dəmirdə 0,1-0,15% digər aşqarlar olur. Texniki dəmirin möhkəmliyi az ($\sigma_m = 250 \text{ MPa}$), plastikliyi isə kifayət qədər yüksəkdir ($\delta = 50\%$, $\psi = 80\%$).

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi bərk halda dəmirin iki polimorf modifikasiyası var: HMK və YMK. Dəmirin qızma və soyuma əyrilərində iki polimorf və bir maqnit çevrilməsi mövcuddur. (şəkil 1.2)

Maqnit çevrilməsində temperaturun 768°C sabit qalması kristal qəfəsin yenidən qurulması və yenidən kristallaşma ilə əlaqədar deyildir. Bu, xarici və daxili elektron qatlarının atom-daxili dəyişmələri ilə əlaqədardır ki, onlar da maqnit xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur.

Karbon təbiətdə iki modifikasiyada mövcuddur: almaz və qrafit formasında. Karbonun atom kütləsi 12, qrafitin sıxlığı $2,25 \text{ q/sm}^2$, ərimə temperaturu 3500°C -dir. Heksaqonal laylı kristal qəfəsə malik qrafit yumşaq materialdır.

Temperatur şəraitdən asılı olaraq karbon dəmir ilə tərkib və xassələri ilə bir-birindən fərqlənən kimyəvi birləşmə və ya bərk məhlullar əmələ gətirir. Karbonun dəmirdə həll olması dəmirin kristal qəfəsinin formasından asılıdır. Belə ki, HMK-dakı məsələlərin diametri YMK-dakı məsələlərin diametrindən xeyli kiçikdir. Ona görə Fe_α karbon az, Fe_γ isə daha çox həll edir.

Dəmir-karbon sistemində aşağıdakı struktur təşkilədicilər mövcud ola bilər: maye faza, ferrit və austenit bərk məhlulları, kimyəvi birləşmə- sementit (Fe_3C), mexaniki qarışıqlar- perlit, ledeburit və qrafit.

Ferrit (F) – karbonun Fe_α - dəmirdə bərk məhluludur. 727°C -də karbonun ferritdə maksimum həll olması müşahidə edilir ($0,02\%$); 20°C -də ferritdə $0,006\% \text{ C}$ həll olar. Ferritin xassələri texniki dəmirin xassələrinə yaxındır: ferrit çox yumşaq ($HB=800\ldots 1000\text{MPa}$) və plastiklik, yaxşı maqnit və istilikkeçirmə xassələrinə malikdir.

Austenit(A) – karbonun Fe_γ dəmirdəki daxilolma bərk məhluludur. Austenitdə 1147°C -də $2,14\% \text{C}$, 727°C -də $0,8\% \text{C}$ həll olur. Austenit ferritə nisbətən daha möhkəm və bərkdir ($1800\text{-}2000\text{MPa}$). Yaxşı plastikliyi ($\delta = 45 \div 50\%$) və antimaqnit xassələri ilə fərqlənir.

Sementin (S) Fe_3C - dəmir karbididir və tərkibində $6,67\% \text{C}$ vardır. Sementitin ərimə temperaturu 1252°C -dir, çox yüksək bərkliyə malikdir ($\sim 8000 \text{MPa}$), şüşəni asanlıqla cızır. Sementit çox kövrəkdir, plastikliyi sıfıra bərabərdir, atomları sıx doldurulmuş rombşəkilli mürəkkəb kristal qəfəsə malikdir. Qızdırdıqda sementit parçalanır.

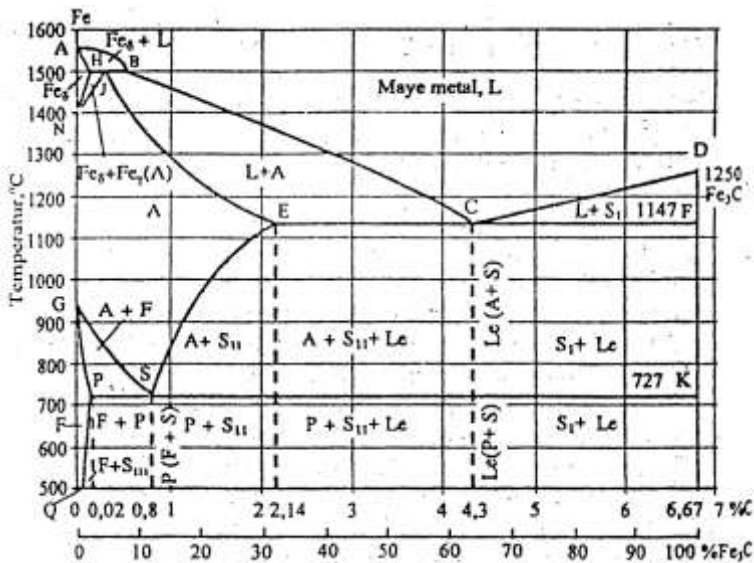
Perlit(P)- ferritlə sementitin mexaniki ($12\% Fe_3C + 88\% F$) evtektoid qarışığıdır. Tərkibində $0,8\% \text{C}$ olur. Bərkliyi 1800-

2000 MPa arasında dəyişir. Perlit 0,8%C olan austenitin 727°C temperaturda parçalanma məhsuludur.

Ledeburit(L) – austenitlə sementitin mexaniki evtektika qarışığıdır. ($A + Fe_3C$); tərkibində 4,3%C olur. Ledeburit sementit kimi kövrək və bərkdir. Müəyyən şəraitdə (727°C-dən aşağı temperaturda) ledeburit sementitlə perlitin qarışığına çevrilir ($HB=4500-5500MPa$).

Qrafit – sərbəst karbonun kristallik halıdır; dəmir- karbon ərintilərinin tərkibində 1,5%-dən çox silisium olduqda və kiçik sürətlə soyutduqda əmələ gəlir, yumşaq və kövrəkdir, onun möhkəmliyi olduqca aşağıdır (sıfıra yaxın); müxtəlif şəkil və ölçülərdə döyülə bilən və yüksək möhkəm çuqunlarda əmələ gəlir.

Dəmir- karbon ərintilərinin hal diaqramı şəkil 1.38-də göstərilmişdir. Hal diaqramı ərintinin müvazinətli vəziyyətdə temperaturdan və elementlərin kimyəvi konsentrasiyasından asılı olaraq faza tərkibini və strukturunu göstərən qrafik ifadədir.



Şəkil 1.38. Dəmir-sementit hal diaqramı (struktur diaqramı):

L- maye ərinti; A-austenit; S_I, S_{II}, S_{III} – uyğun olaraq birinci, ikinci və üçüncü sementit; F – ferrit; P-perlit; Le – ledeburit

Diaqramın 6,67%-dən çox karbona malik ərintilər hissəsi verilməmişdir. Buna səbəb karbonun həmin konsentrasiyada dəmirlə birləşərək sementit (Fe_3C) əmələ gətirməsi və bu miqdar-dan artıq karbona malik dəmir ərintilərinin əhəmiyyətli olmamasıdır. Tərkibində 6,67%-dən artıq karbon olan ərintilər çox kövrək və hədsiz yüksək bərkliyə malikdir. Dəmir-karbon ərintilərinin hal diaqramı ($\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$) dəmir sementit diaqramı adlanır. Bu diaqram ərintilərin müvazinət halında, yəni sonsuz kiçik sürətlə soyudulduqda aqrekat halının dəyişməsinə göstərən bir sıra xarakterik xətlər və böhran nöqtələrindən təşkil edilmişdir. (Bu nöqtələrin diaqramdakı vəziyyətləri 1.6 sayılı cədvəldə verilmişdir).

A nöqtəsi saf dəmirin böhran nöqtəsi olub, ərintini soyutduqda kristallaşma(bərkimə), qızdırıldıqda isə ərimə temperaturunu (1539°C) göstərir. D nöqtəsi sementitin aqreat halını göstərən böhran nöqtəsi olub 1252°C -ə müvafiqdir. ABCD xətlərindən yuxarıda dəmir-karbon ərintisi maye halda olub, yalnız bir fazadan ibarətdir. Bu xəttə *likvidus xətti* deyilir.

Maye ərintini soyutduqda likvidus xətti üzrə ondan müvafiq komponentlərin kristalları ayrılmağa başlayır. AB xətti üzrə $\text{Fe}\delta(\text{C})$ bərk məhlulunun, BC xətti üzrə austenitin $\text{Fe}\gamma(\text{C})$, CD xətti üzrə isə birinci sementititn(Fe_3C) kristalları ayrılır. C nöqtəsində maye ərintidən eyni zamanda sabit temperaturda iki komponentin-birinci sementit(CD xətti üzrə) və austenitin (BC xətti üzrə) kristallarından ibarət bərk fazalar ayrılır və mexaniki qarışıq əmələ gətirir. Buna ***ledeburit və ya evtektika*** deyilir.

AH xətləli maye ərintinin tam kristallaşdığını və $\text{Fe}\delta(\text{C})$ bərk məhluluna çevrildiyini göstərir. HJB xəttinə müvafiq sabit temperaturda maye ərinti ilə $\text{Fe}\delta(\text{C})$ bərk məhlulu kristallarının qarşılıqlı təsiri nəticəsində **austenit** kristalları əmələ gəlir.

HN xətti $\text{Fe}\delta(\text{C})$ bərk məhlulu kristallarının austenitə çevrilməsinin başlanğıcını, NJ xətti isə bu prosesin qurtardığını göstərir. JE xətti maye ərintinin kristallaşaraq tamamilə austenitə çevrilməsini xarakterizə edir. NJESGN sahəsində alınmış

bərk faza yalnız austenitdən ibarətdir. Yuxarıda göstəriləyi ki-
mi austenit 1147⁰C-də 2,14%C həlletmə qabiliyyətinə malikdir.
Temperatur aşağı düşdükdə karbonun austenitdə həllolma qabi-
liyyəti azalır və ES xətti üzrə ondan ikinci sementit, GS xətti
üzrə isə ferrit ayrılır.

Cədvəl 1.6

Dəmir- sementit diaqramın səciyyəvi nöqtələri

Diaqramda nöqtələ- rin işarələnməsi	Temperatur, °C	Karbonun konsentrasiyası, %
A	1539	0
H	1499	0,1
J	1499	0,16
B	1499	0,51
N	1392	0
D	1252	6,67
E	1147	2,14
C	1147	4,3
F	1147	6,67
G	911	0
P	727	0,02
S	727	0,8
K	727	6,67
Q	600	0,006

S nöqtəsində austenitdən, eyni zamanda, həm ferrit, həm də ikinci sementitin kristalları əmələ gəlir. Həmin kristallar bir-
birilə qarışaraq *narın perlit strukturunu* əmələ gətirir. Bu
struktura malik ərintiyə *evtektoid ərintisi*, yaxud *evtektoid po-
ladı* deyilir. S nöqtəsinə isə *evtektoid* və ya *perlit çevrilməsi*
nöqtəsi deyilir.

GS xəttindən GP xəttinə tərəf getdikcə austenitin
parçalanması sürətlənir və bunun miqdarı azalır. Austenitdən

alınan ferritin miqdarı isə əksinə çoxalır. Temperatur 727°C -yə çatdıqda austenit qalığı PS xətti boyunca *perlitə* çevrilir.

GPQG sahəsində alınmış bərk faza yalnız ferritdən ibarətdir.

PS xəttindən aşağıdakı ərintinin strukturu perlit və ferritdən təşkil edilir. P nöqtəsi, ferritdə 727°C -də ən çox karbon həll olduğunu ($0,02\%\text{C}$) xarakterizə edir.

Temperatur 727°C -dən aşağı düşdükdə karbonun ferritdə həllolma qabiliyyəti azalır və PQ xətti üzrə ferritdən ayrılan karbon dəmirlə birləşərək üçüncü sementiti əmələ gətirir. Ferritdə çox az miqdarda karbon qalır, 20°C -də ferritdə $0,006\%$ karbon həll olur. Diaqramda bu, Q nöqtəsinə uyğun gəlir.

SE xətti üzrə austenitin parçalanması nəticəsində alınan ikinci sementit dəyişməz qalır, austenit qalığı isə SK xəttinə müvafiq temperaturda *perlitə* çevrilir. Bu xətdən aşağıda polad ikinci sementit və perlitdən təşkil edilir. PSK xətti perlit çevrilməsi xətti adlanır. Buna *evtektoid xətti* deyilir.

ECF xəttinə *solidus* və ya *evtektika xətti* deyilir. Maye ərintini soyutduqda ECF xətti üzrə austenit və sementit kristallarının qarışığından ibarət olan *ledeburit* alınır. Bu xətdən aşağıda austenitdən ikinci sementit ayrılır. Ledeburit və ikinci sementit PSK xəttindən aşağıda da dəyişməz qalır.

DC xətti üzrə maye ərintidən birinci sementit kristalları ayrılmağa başlayır. CF xəttinə çatdıqda isə birinci sementitin miqdarı çoxalır, maye ərintinin miqdarı isə azalır və bu xətdə müvafiq temperaturda maye ərintinin qalığı *lideburitə* çevrilir. Lideburit və birinci sementit PSK xəttindən aşağıda belə heç bir dəyişikliyə uğramır. Beləliklə, PSK xəttindən, yəni perlit çevrilməsi xəttindən aşağıda, dəmir karbon ərintilərində dörd əsas struktur təşkilediciləri: ferrit, perlit, sementit və lideburit alınır. Müəyyən şəraitdə lideburit öz təşkiledicilərinə, yəni austenit və sementitə, austenit isə, öz növbəsində, ikinci sementit və perlitə çevrilə bilər. Sementiti də onun təşkiledicilərinə, yəni dəmirə (ferritə) və qrafitə ayırmaq olar.

Fe-Fe₃C sisteminin ərintiləri struktur əlamətlərinə görə iki qrupa bölünür: karbonlu poladlar və ağ çuqunlar. Karbonlu poladların tərkibində 2,14%-ə qədər karbon olur və bunlarda birinci kristallaşma austenitin əmələ gəlməsi ilə qurtarır. Ağ çuqunların tərkibində karbonun miqdarı 2,14%-dən çox olur (2,14%-6,67%C) və bunlarda birinci kristallaşma evtektikanın ledeburitin əmələ gəlməsi ilə qurtarır.

Strukturuna görə karbonlu poladlar evtektoid qabağı (F+P), evtektoid(P) və evtektoiddən sonrakı (P+S) qruplara ayrılır. Evtektoid qabağı poladlarda 0,8%-ə qədər, evtektoid poladında 0,8%, evtektoiddən sonrakı poladlarda isə 0,8-dən 2,14%-ə qədər karbon olur.

Ağ çuqunlarda evtektika qabağı (A+L), evtektika (L) və evtektikadan sonrakı (L +S) qruplara bölünür.

Evtektika qabağı çuqunlarda $2,14 \div 4,3$ %C, evtektika çuqunlarında 4,3%C və evtektikadan sonrakı çuqunlarda isə $4,3 \div 6,67$ %C olur.

Dəmir- karbon ərintilərinin hal diaqramının böyük praktiki əhəmiyyəti vardır. Bu diaqramdan poladın termiki və təzyiqlə emalda temperatur intervalın, müxtəlif tərkibli ərintilərin ərimə və qəlibə tökülmə temperaturlarını və tökmə rejimini (mayeəxıcılıq, oturma) təyin etmək üçün istifadə edilir.

İKİNCİ BÖLMƏ. QARA VƏ ƏLVAN METALLARIN İSTEHSAL EDİLMƏSİ

1.Metal və ərintilərin istehsalında tətbiq edilən materiallar

Çuqun, polad və əlvən metalların istehsalı üçün müxtəlif filizlər, flüslər, yanacaqlar və odadavamlı materiallardan istifadə olunur.

Filizlər. Metalların əksəriyyəti təbiətdə əsasən kimyəvi birləşmələr(oksidlər, karbonatlar, sulfidlər və s.) şəklində tapılır. Bu birləşmələr boş süxurlarla qarışaraq müvafiq filizlər əmələ gətirir.Boş süxurlar lazımsız qarışıq olub, filizin keyfiyyətini aşağı salır.Tərkibindəki metalın miqdarından asılı olaraq filizlər zəngin və cılız olur.Filizləri tərkibindəki bir və ya bir neçə metalın adı ilə adlandırırlar: məsələn, dəmir, mis filizləri, mis-nikel filizləri və s.

Cılız filizləri, bir qayda olaraq, zənginləşdirirlər, yəni onların tərkibindəki boş süxurların miqdarını azaldırırlar.Zəngin filizdən- konsentratdan istifadə edildikdə metallurgiya sobalarının işinin texniki- iqtisadi göstəriciləri yaxşılaşır.

Dəmir filizləri. Dəmir filizlərindəki boş süxurlar Si,Al, Mg, Ca oksidlərindən ibarətdir.Aşağıdakı dəmir filizləri mövcudur:

Maqnitli dəmirdaşı filizinin dəmirli hissəsi Fe_3O_4 və ya Fe_2O_3 FeO - dan ibarətdir. Filizdəki metalın miqdarı 40-70%, boş süxurun miqdarı $60 \div 30$ % arasında dəyişir. Fe_3O_4 –ün tərkibində 72,4% saf dəmir və 27,8% oksigen vardır. Maqnitli-dəmirdaşı maqnit xassələrinə və yüksək sıxlığa malikdir. Azərbaycan da Daşkəsən yataqlarında vardır.

Qırmızı dəmirdaşıdakı dəmir Fe_2O_3 şəklindədir. Bunun tərkibində 69,9% dəmir və 1,1%-ə qədər oksigen vardır. Filizdəki

metalin miqdarı 45-65%, boş süxurun (SiO_2 və CaCO_3) miqdarı isə 55-35% təşkil edir. Filiz tünd qırmızı rəngdə olur.

Qonur dəmirdaşı - sulu dəmir oksidləri- $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ və ya $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ilə boş süxurun qarışığından ibarətdir. Bu filizdə 60%-ə qədər dəmir və 14% hidrat nəmliyi vardır. Qonur dəmirdaşındakı boş süxurlar gilli-əhəngli silisiumlu birləşmələrdən ibarət olub, miqdarca geniş həddə çatır. Qonur dəmirdaşı qonur və qonuru-qara rəngə çalır. Bu filizdə arsen, kükdür və fosfor kimi zərərli aşqarlar da vardır.

Karbonatlı dəmirdaşı çox zaman siderit və ya dəmir şpatı adlanır. Bunların tərkibi başlıca olaraq FeCO_3 və boş süxurlardan ibarətdir. Açıq-sarı, sarı-boz və qonuru-sarı rəngə çalan bu filizlərdə metalın miqdarı 30-37%-ə, boş süxurun miqdarı isə 70-63%-ə çatır. Sideritlər havada uzun müddət qaldıqda oksidləşərək qonur dəmirdaşına çevrilir.

Flüslər - vəzifəsi:

1. filizin tərkibindəki boş süxurun ərimə temperaturunu aşağı salmaq, onu posaya çevirərək filizdən ayırmaq;
2. sobada koksu yandırdıqda əmələ gələn külü posalaşdırmaq və maye çuqundan ayırmaq;
3. şixtə materiallarındakı S və P kimi zərərli aşqarları posaya çevirmək və çuqunu bunlardan təmizləməkdən ibarətdir.

Dəmir filizlərinin əksəriyyətinin tərkibindəki boş süxur turş xassəli olub, silisium 4 oksiddən ibarətdir. Bunu posalaşdırmaq üçün əsası xassəli flüs götürülməlidir. Bu halda flüs kimi tərkibində 50%-dən çox CaO olan əhəngdaşı (CaCO_3) verilir.

Bir sıra hallarda dəmir filizlərindəki boş süxur əsası xassəli oksidlərdən, məsələn, CaO , MgO və Al_2O_3 -dən ibarət olur. Bunları posalaşdırmaq üçün turş xassəli flüs, məsələn, SiO_2 əlavə edilməlidir.

Polad istehsal etdikdə sobaya verilən flüs, maye metaldakı zərərli aşqarları, məsələn, sulfidləri (FeS , MnS , AlS) və oksidləri (FeO , MnO , Al_2O_3 , P_2O_5) posalaşdırır.

Yanacaqlar metallurgiyada geniş tətbiq edilir. Yanacaq kimi koks, təbii qaz, mazut, domna qazı və s. istifadə edilir.

Koks domna sobasında və varqankalarda tətbiq olunan başlıca yanacaq növüdür. İstilik törətmə qabiliyyəti 6500-7500 kkal/kq- olur. Keyfiyyətli koksların tərkibində 82-88% C, 5-10% kül, 0,5-0,6% S və 2-5 % nəmlik olur.

Təbii qaz tərkibində 90-98% karbohidrogenlər (CH_4 və C_2H_6) və 1 % N olan yanacaqdır.

Mazut tərkibində 84-8% karbon, 10-12% hidrogen, az miqdarda kükürd və oksigen olan yanacaqdır. O, neft emalından alınır.

Domna və ya koloşnik qazı domna istehsalatında əlavə məhsul kimi alınır.

Odadavamlı materiallar şərti olaraq metallurgiyada ərimə temperaturu 1500°C -dən az olmayan materiallardır. Odadavamlı materiallar aşağıdakı xassələrə malikdir:

1. yüksək odadavamlılıq; odadavamlılıq materialların yüksək temperaturda əriməyə müqaviməti ilə xarakterizə edilir;

2. termiki davamlılıq; odadavamlı materialların kəskin temperatur dəyişməsinə dözümlülüyü ilə, yəni tez-tez qızıb soyuduqda çatlar əmələ gətirməməsi və dağılmaması ilə xarakterizə olunur;

3. mexaniki möhkəmlik; odadavamlı materialların yüksək temperaturda mexaniki xassələrin saxlama qabiliyyəti nəzərdə tutulur;

4. kimyəvi davamlılıq; odadavamlı materialların, yüksək temperaturda maye metal, posa və soba qazlarının dağıdıcı kimyəvi təsirinə müqaviməti ilə xarakterizə olunur.

5. həcmi sabitliyi; odadavamlı materialların qızdırılıb soyulduqda həcmələrini saxlama qabiliyyətidir. Həcm tez-tez dəyişdikdə odadavamlı materialdan hazırlanmış qurğu tez dağılır.

Odadavamlı materiallar toz, kərpic və çeşidli məmulat (tıxaclar, tökmə qıfları, stakanlar və s.) şəklində tətbiq edilir. Odadavamlı kərpiclər daha çox işlədilir. Onlar kimyəvi xassələrinə görə aşağıdakı qruplara bölünür: turş(dinas) xassəli, ya-

rımturş xassəli (gilli kvars); əsas xassəli(maqnezitli, dolomitli, maqnezit-xromitli); neytral xassəli(şamot, alüminium oksidi ilə zəngin olan materiallar,xrom maqnezit, karbonlu materiallar)

Turş xassəli odadavamlı materiallar xüsusi kvars qumu, dinas kərpicləri və s. şəklində olur. Tərkibində 93-97% SiO_2 olan kvarsit və ya kvars qumun az miqdarda əhəng və ya digər əlaqələndirici maddələrlə qarışdırıb $1450-1470^\circ\text{C}$ -də bişirdikdə dinas kərpicləri alınır. Dinasdan hazırlanmış kərpic $1550-1690^\circ\text{C}$ -də yumşalır , $1690- 1730^\circ\text{C}$ -də isə əriyir.

Əsas xassəli odadavamlı materiallar başlıca olaraq maqnezit və dolomitdən təşkil edilir. Maqnezit kərpiclərinin tərkibində 91-94% MgO , 1-2% CaO , 1,5-2,8% SiO_2 , 0,5-1% Al_2O_3 və 2-3% Fe_2O_3 birləşmələri olur. Bu kərpiclərin odadavamlılığı $2000- 2400^\circ\text{C}$ -dir. Onlar termik davamlılığının az olması ilə seçilir.

Dolomit həm toz, həm də kərpic şəklində istifadə edilir. Təbii dolomiti ($\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$) $1550-1570^\circ\text{C}$ -də yandırdıqda parçalanır və yüksək temperaturda əriyən kalsium və maqnezium oksid qarışığından ibarət (CaO , MgO) odadavamlı toz alınır. Bundan, eyni zamanda, odadavamlı kərpicdə hazırlanır. Bu məqsədlə dolomit tozunun əlaqələndirici rolunu oynayan daş kömür qatran ilə (12-14% miqdarında) və az miqdarda Cr_2O_3 ilə qarışdırıb qızdırır və yüksək təzyiq altında sıxırlar. Dolomitin odadavamlılığı $1800-1950^\circ\text{C}$ -dir; onun mənfi cəhəti hiqroskopik - nəmliyə həssas olmasıdır. Bu da onun termik davamlılığını və digər qiymətli xassələrini aşağı salır.

Maqnezit- xromitli materiallar başlıca olaraq sobaların tağ hissələrində işlədilir və tərkibində 60% MgO və 8-13% Cr_2O_3 olur.Bunların odadavamlılığı 2000°C -dən yuxarıdır.

Neytral odadavamlı materiallar başlıca olaraq alümosilikatlardan təşkil edilir.Ən çox yayılmış neytral materiallardan biri şamotdur. Şamot kərpicini və məmulatı almaq üçün işlədilmiş şamot tullantısını üyüdüb, közərdilmiş odadavamlı kaolin gilinin tozu ($\text{Al}_2\text{O}_3 . 2\text{SiO}_2 . \text{Fe}_2\text{O}_3 . 2\text{H}_2\text{O}$) ilə qarış-

dıraraq yüksək temperaturda ($900-1000^{\circ}\text{C}$) bişirirlər. Şamot kərpicinin tərkibində $50-60\% \text{SiO}_2$, $30-42\% \text{Al}_2\text{O}_3$, $1,5-2,5\% \text{Fe}_2\text{O}_3$ və s. komponentlər olur. Şamotun odadavamlılığı $1580-1790^{\circ}\text{C}$ -dir.

Karbonlu kərpic və digər məmulatlar başlıca olaraq qrafit və koks əsasında alınır. Bu materiallar yüksək odadavamlılığa (2000°C) və aqressiv posa təsirinə müqavimətə malik olduqlarından maye metal yığılan hissələri hördükdə və poladtök-mə çalovları üçün tıxaclar və s. hazırladıqda geniş tətbiq edilir.

2. Çuqunun istehsal edilməsi

Çuqun istehsalı üçün domna sobasından istifadə edilir. Domna sobasında çuqun əritmək üçün dəmir flüslərindən, yanacaqdan və flüslərdən istifadə edilir.

Manqanlı filizlər dəmirin manqanla ərintilərini və tərkibində 1% -ə qədər Mn olan təkrar emal çuqunlarını əritmək üçün tətbiq edilir. Manqan filizlərdə oksidlər və karbonatlar – (MnO_2 , Mn_2O_3 , Mn_3O_4 , MnCO_3 və s.) şəklində olur.

Yanacaq kimi domnada əritmə zamanı koksdan istifadə edilir. Səmərəlilik üçün koksun bir hissəsini təbii qaz, mazutla əvəz edirlər.

Flüs kimi domna sobalarında çuqun əritdikdə CaCO_3 və ya tərkibi CaCO_3 və MgCO_3 -dən ibarət olan dolomit tətbiq olunur. Posada oksidlərin nisbətinin $(\text{CaO} + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) = 1$ olması məsləhətdir.

Filizlərinin domna sobasında əridilmək üçün hazırlanması, domna sobasının məhsuldarlığının artırılması, koks sərfinin azaldılması və çuqunun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçündür. Bunda məqsəd şixtənin tərkibində dəmirin miqdarını artırmaq və zərərli aşqarlardan kükürdün və fosforun miqdarını azaltmaq, şixtənin kimyəvi tərkibinin və onun hissəciklərinin ölçülərinin birlişliliyini təmin etməkdir.

Filizlər aşağıdakı proseslər üzrə hazırlanır:

I. Xırdalanma və çeşidləmə. Filizləri və flüsləri xırdalayıcı qurğularda xırdalayır və çeşidləyici maşınlarda çeşidləyirlər. Xırdalama prosesi filiz parçalarının xırdalama dərəcəsinə asılı olaraq dörd qrupa ayrılır:

1. iri xırdalama- 100 mm-ə yaxın ölçülü;
2. orta xırdalama- 30-100 mm ölçülü;
3. kiçik xırdalama -1- 30 mm ölçülü;
4. narin xırdalama və ya üyüdülmə- 1 mm-dən kiçik ölçülü hissəciklər.

II. Zənginləşdirmə. Cılız filizlər çoxlu sayda boş süxurlara malik olduqlarından xırdalandıqdan və çeşidləndikdən sonra zənginləşdirilir. Nəticədə boş süxur və zərərli aşqarların miqdarı azalır, metallı hissənin nisbi miqdarı isə xeyli artır. Saflaşdırılmış filizlərə filiz konsentratı deyilir. Filiz konsentratlarında dəmirin miqdarı 62-65%-ə çatır.

Filiz aşağıdakı üsullarla zənginləşdirilir:

- a) yuma;
- b) qravitasiya və ya yaş çökdürmə;
- c) maqnit seperasiyası.

III. Aqlomerasiya və ya kəsəkləşdirmə. Aqlomerasiya prosesində tərkibində dəmir filizi (40-50%), koks xırdaları (4-6%) və əhəngdaşı (15-20%) olan şixtə qalıq aqlomerat xırdaları ilə (20-30%) qarışdırılaraq su (5-6%) ilə nəmləndirilir və aqlomerat şixtəsi alınır. Şixtəni kamerli sobada hərəkət edən transportyorun səthinə tökərək 250-300 mm qalınlığında şixtə layı yaradılır. Bu lay qaz alov vasitəsilə 1200- 1300⁰C-dək qızdırılır. Yüksək temperatur şəraitində şixtə sürətlə posalaşır və “bişərək” kəsəyəbənzər məsaməli kütləyə çevrilir. Bu kütlə müərkəb tərkibli kimyəvi birləşmələrdən ($n\text{FeO} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{CaO} \cdot m\text{SiO}_2$ və s.) ibarət olur. Filiz xırdalarının flüs və yanacaqqla birlikdə bişərək kəsəkləşməsinə aqlomerasiya, kəsək şəklində alınan məhsula isə *aqlomerat* deyilir.

Donma sexinin işləmə sxemi şəkil 2.1-də verilmişdir. Donma prosesi bərpaedici əksaxınlı prosesdir. Prosesin mahiy-

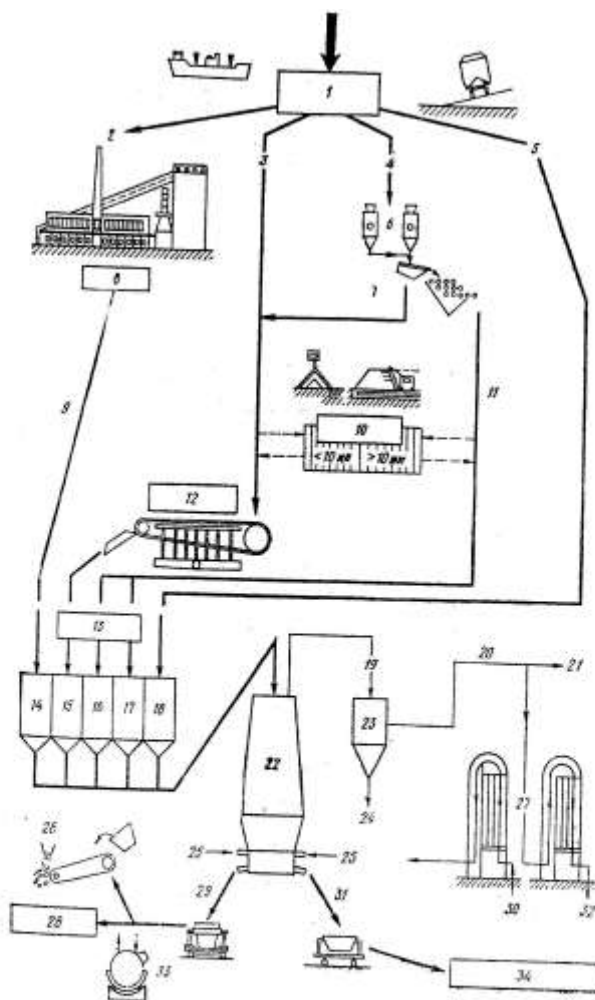
yəti şixtə adlanan təşkiledicilərin- aqlomerat, flüs və koksun ayrı-ayrı payları qat şəklində sobaya yüklənməsi, onun aşağı hissədən üfürülən qızmar havanın verilməsi ilə maye çuqun almaqdan ibarətdir. Koksun yanması hesabına şixtə qızdıqda sobada mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslər gedir və şixtə tədriclə yuxarı qalxan qızmar qazların əks istiqamətində aşağı hərəkət edir. Nəticədə şixtənin təşkiledicilərinin qazlarla qarşılıqlı təsirindən sobanın kürə adlanan aşağı hissəsində ayrılmış qatlar şəklində maye çuqun və posa yığılır.

Şəkil 2.2-də domna sobasının sxemi göstərilmişdir. Özü asan tutum ilə aqlomerat, koks və başqa əlavələr ikimaili qaldırıcı ilə domna sobasının yuxarı hissəsində yerləşən və ardıcıl açılıb-bağlanan konuslardan ibarət qurğuya doldurulur.

Kürə hissənin yuxarısında sobaya təzyiqlə qızdırılmış halda oksigenlə zənginləşdirilmiş hava vermək üçün furma dəşikləri yerləşir. Şixtənin ərimə müddəti şixtənin tərkibindən, verilən havanın miqdarından və temperaturundan asılıdır. Maye çuqun və posan müəyyən fasilələrlə novça ilə sobadan daşıyıcı çalovlara boşaldılır.

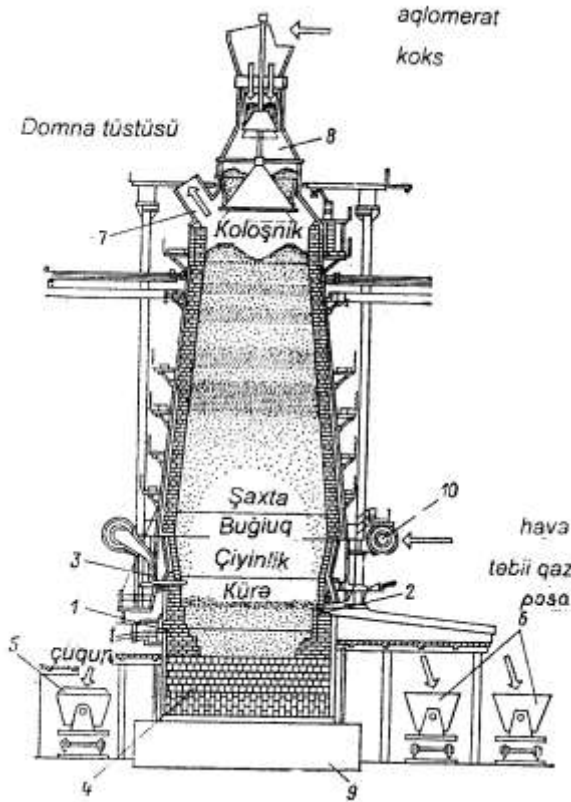
Sobanın örtüyü polad təbəqədən hazırlanmışdır və su ilə soyudulur. Domna sobası şaxt tipli qurğu olub, əsasən koloşnik, şaxta, buxarlıq, çiyinlik, kürə və dib hissələrdən ibarətdir.

Soba daxildən şamot kərpicindən hörülmüşdür, onun ayrı-ayrı hissələri preslənmiş, şamotqrafitli elementlərdən yığılır. Sobanın divarlarının qalınlığı bəzi yerlərdə 1,5 m-dən çox, dib hissəsində isə 4 m olur. Faydalı həcmi 2700 m³ olan sobanın hündürlüyü 80 m, mexanizmlərlə birlikdə kütləsi 200000 tondur. Soba fasiləsiz olaraq 4-8 il işləyir.



Domna sexinin işleme sxemi:

1 - zavod hıyali ve demir yolu stansiyası; 2 - kömür; 3 - parça filz ve qatqılar (≤ 10 mm); 4 - kesekvari filz; 5 - metal-
 6 - aydınlanmış filz (okataş); 6 - xındalayıcı ve kövkeşedici qurğu; 7 - xırd filz ve qatqılar (≤ 10 mm); 8 - kökşeydici qurğu;
 9 - kök; 10 - qatqıdıcı; 11 - çeşidlenmiş filz ve qatqılar (10...50 mm); 12 - aqlomerasye qurğusu; 13 - şıdanın tartı-
 14 - kök; 15 - açılomerat; 16 - qatqılar; 17 - filz; 18 - okatış; 19 - domna qazı ve taz; 20 - tamızlanmış dom-
 21 - na qazı; 21 - qaz mühürli ve yandıma; 22 - domna sobası; 23 - qaztəmizləmə; 24 - domna qazı; 25 - qazmar ıfıma;
 26 - tökmə maşını; 27 - havaşedici; 28 - polad ertmə zavoduna verən çuqun; 29 - çuqun; 30 - soyuq hava; 31 -
 32 - tünlü borusuna gədən qazlar; 33 - metal qəbulədi; 34 - posanın daşınması



Şəkil 2.2. Domna sobasının sxemi: 1-çuqun axarı; 2-posa axarı; 3-furma cihazı; 4-daban; 5-çuqun daşıyıcı; 6-posa daşıyıcı; 7-qaz aparıcılar; 8-doldurma qurğusu; 9-bünövrə; 10-hava kəməri

Sobanın məhsuldarlığını artırmaq və sərf olunan yanacağa qənaət etmək üçün üfürülən oksigen hava kütləsi $900-1200^{\circ}\text{C}$ temperatura qədər qızdırılır. Bu məqsədlə dörd ədəd növbə ilə işləyən hava qızdırıcılardan istifadə edilir. Hava qızdırıcının gövdəsi qalın təbəqə poladdan hazırlanır və iç tərəfdən odadözümlü kərpiclə hörülür.

Domna sobasından buraxılan posa novçalarla poladdan tökülmüş posa təknələrində, maye çuqun isə içəridən şamot kərpicilə ilə hörülmüş çuqundaşıyıcı çalovlara boşaldılır. Tökmə

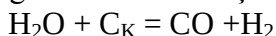
emal çuqunu belə çalovlarda polad əritmə sexinə daşınır və iri-tutumlu mikserlərə tökülür. Mikser daxildən şamot kərpiclə hö-rülür və qazyandırıcılarla qızdırılır.

Maye tökmə çuqunu konveyerli tökmə maşınlarında me-tal qəliblərə tökülür və kütləsi 50 kq olan yarımfabrikat tökü-klər alınır. Belə töküklərdən yenidən əritmə üçün istifadə olunur.

3.Domna sobasında gedən fiziki- kimyəvi proseslər

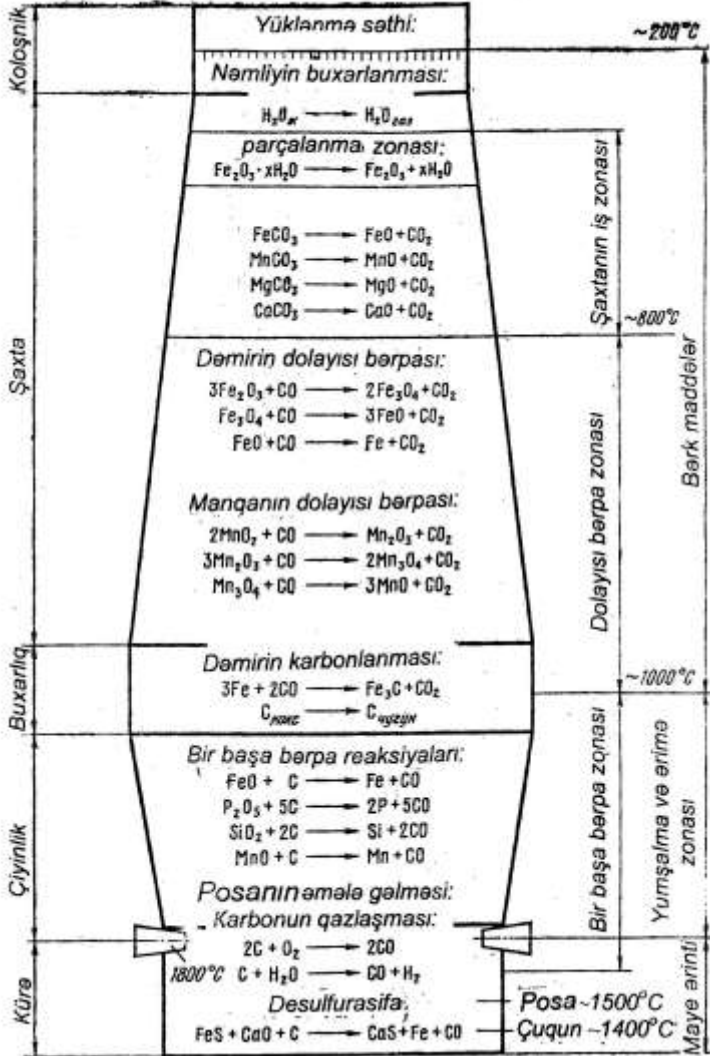
Sobaya doldurulmuş şıxtə materiallar aşağı hərəkət etdik-cə və temperatur yüksəldikcə bir sıra fiziki-kimyəvi proseslər gedir. Bu proseslərin baş verməsi aşağıdakı mərhələlərə ayır-maq olar: yanacağın (karbonun) yanması; quruma; hidratların parçalanması; karbonatların parçalanması; dolayısı ilə CO təsi-rilə dəmir və manqan oksidlərinin parçalanması; Fe, P, Si və Mn oksidlərini bərk karbonla bilavasitə bərpa olunması; bər-pa olunmuş filizin karbonla zənginləşməsi və əriməsi; maye halda karbonla zənginləşməsinin davam etməsi; maye çuqunun və posanın kürə hissəsində cəmləşməsi; maye çuqun və posanın sobadan xaric olunması. Göstərilən proseslər mərhələlərlə bir-birini tamamlamaqla eyni vaxtda, lakin müxtəlif intensivliklə və sobanın müxtəlif mərhələlərində baş verir. Bu reaksiyalar şəkil 2.3.-də göstərilmişdir.

Yanacağın karbonu, əsasən furma qarşısında qızmış koks kütləsinin 900...1200⁰C temperaturu havanın oksigeni ilə gö-rüşdüyü zonada yanır. Əmələ gəlmiş karbon qazı yuxarı istiqamətlənərək qızğın koks ilə qarşılıqlı təsir sayəsində CO₂ + C ⇌ 2CO reaksiyası gedir. Bu dönmə reaksiya olmaqla onun müvazinətliyi temperatur yüksəldikdə sağa, aşağı düşdükdə isə yerini sola dəyişir. Furmaya təbii qaz və ya buxar verdikdə yüksək temperaturda qızğın koksu oksidləşdirir:



Temperatur yüksəldikcə şıxtə quruyur. Nəmlik domna qazı ilə sobadan çıxır. Şıxtənin tərkibindəki hidratların əsas

hissəsi parçalanır. Karbonatlar - FeCO_3 ; MnCO_3 ; MgCO_3 və CaCO_3 400- 950°C temperatur intervalında göstərilən ardıcılıqla parçalanır.



Şəkil 2.3 Domna əritməsində zonalar üzrə gedən reaksiyalar

Dəmir oksidlərinin dolayı bərpa edilməsi

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$ ardıcılıqla gedir.

Bu oksidlərin bərpa edilməsində CO ilə yanaşı bərk karbonun da rolu böyükdür. Bunların qarşılıqlı təsiri filizin fiziki vəziyyətindən, qazların tərkibindən, onların təzyiqindən və başqa amillərdən asılı olur.

Manqan dəmirə nisbətən oksigenə daha həris olduğundan yalnız MnO-nə qədər (əsasən CO ilə) bərpa edilir:

$\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{MnO}$

MnO müstəsna olaraq bərk karbon hesabına qızmar posa ilə (manqanın miqdarı metaldakına nisbətən çoxdur) təmasda olduqda $\text{MnO} + \text{C}_{\text{bərk}} = \text{Mn} + \text{CO}$ sxemi üzrə bərpa olunur. Bu reaksiya dəmirin bərpasına tələb olunandan 2 dəfə çox istilik, yəni artıq yanacaq tələb olunur.

Silisiyum SiO_2 -dən əsasən bərk karbonla bərpa olur; Bunun üçün daha yüksək temperatur və çətin əriyən posa şəraiti tələb edir.

Fosfor domna sobasına filizin tərkibində $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ və $3\text{FeO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ mineralları şəklində verilir. Yüksək temperaturda bu birləşmələr bərpa olur və dəmirlə qarşılıqlı təsir nəticəsində $\text{P} + 3\text{Fe} = \text{Fe}_3\text{P}$ sxemi üzrə fosfid şəklində çuquna keçir.

Kükürd filizlə və koksla pirit və başqa dözümlü sulfidlər şəklində sobaya verilir. Kükürdün bir hissəsi oksidləşir və SO_2 şəklində qazlarla kənarlaşır, qalanı isə çuqun və posada həll olur.

Posa sobanın şaxtasında əmələ gəlir. İlkin posa şixtənin asan əriyən komponentlərindən ($\text{SiO}_2\text{MnOFeO}$) əmələ gəlməyə başlayır və bilavasitə bərpa proseslərində başa çatır.

Posa asan əriyən olduqda dəmir oksidlərinin müəyyən miqdarı bərpa edilə bilmir və onunla birlikdə bərpa zonasından tez çıxır. Çətinəriyən posa alındıqda isə sobanın divarlarında örtük yaranır və domna prosesi çətinləşir. Domna posasının əsas təşkilədiciləri– 28-40% SiO_2 ; 35-40 % CaO ; 5-17 % Al_2O_3 ; 10% MnO ; 2-13% MgO ; 1 % FeO ; 0.5% S; 1 % P_2O_5 -dən ibarətdir. Posanın tərkibi filizlərdəki boş süxurun tərkibindən, həmçinin domna sobasında alınan çuqunların (təkrar emal, tökmə) əridilmə proseslərindən asılı olaraq dəyişir.

4. Domna sobasında alınan məhsullar

Domna sobasında çuqun, posa və domna qazı alınır. Sobanın əsas məhsulu çuqundur. Domna çuqunları, öz növbəsində, tökmə (boz), təkrar emal (ağ) və xüsusi çuqunlar olmaqla üç qrupa bölünür. Çuqunu əmələ gətirən əsas elementlər dəmir və karbondur. Karbon çuqunda sərbəst, yəni qrafit və ya kimyəvi birləşmə (Fe_3C) şəklində olur. Çuqunlar karbonun şəklindən asılı olaraq boz və ağ olmaqla iki qrupa bölünür. Boz çuqunlardakı karbon sərbəst, yəni qrafit, ağ çuqunlardakı karbon isə kimyəvi birləşmə (Fe_3C) şəklində olur.

Təkrar emal çuqunları üç növdə istehsal olunur: polad əritmə (П1 və П2 markaları) və tökmə (ПЛ1 və ПЛ2) istehsalatı sahələri üçün, fosforlu (ПФ1, ПФ2 və ПФ3) və yüksək keyfiyyətli (ПБК1, ПБК2 və ПБК3) təkrar emal çuqunları. Bu çuqunlarda karbonun miqdarı orta hesabla 4 % olur.

Ağ çuqunlar çox kövrək olub nisbətən aşağı mexaniki xassələrə malikdir. Buna görə də, ağ çuqunlar konstruksiya materialı kimi çox az tətbiq edilir. Odur ki, ağ çuqunlardan başlıca olaraq poladəridici qurğularda polad almaq üçün istifadə edilir. Ağ çuqunlar təkrar emal çuqunun əridildiyi sobadan asılı olaraq müxtəlif növlərə ayrılır. Ümumiyyətlə, ağ çuqunların tərkibində orta hesabla 4-4,4% C; 0,6-0,8 %-ə qədər Si; 0,25-1%-ə qədər Mn; 0,15-0,3 % P və 0,03-0,07% S olur. Domna sobasında əridilən çuqunların 75-80%-ni təkrar emal çuqun təşkil edir.

Boz çuqunlardan fasonlu töküklərin alınmasında istifadə edilir. Fasonlu töküklərin (hissələrin) istehsalında tətbiq olunan çuqunlara tökmə çuqunlar da deyilir. Boz çuqunlardan alınmış hissələr dəzgahlarda kəski alətləri ilə yaxşı emal olunur və bu çuqunlarda 2,75- 3,25% Si olur. Fasonlu töküklərin istehsalı üçün adi (ЛКО, ЛК1... ЛК4) və maqneziumla saflaşdırılmış (ЛП1, ЛП2) tökmə çuqunları buraxılır.

Xüsusi çuqunlar və ya ferroərintilər poladları reduksiya (oksigensizləşdirmək) və legirləmək üçün istifadə edilir. Bunlara fer-

romanqan, ferrosilisiy, ayna çuqunu və s. aiddir. Xüsusi çuqunlar domna sobasında əridilən ümumi çuqunun 2-3%-ni təşkil edir.

Təmizlənmiş domna qazı domna sobalarının havaqızdırıcılarını, su və buxar qazanlarını, qızdırıcı qurğuları qızdırmaq üçün yanacaq kimi istifadə edilir.

Maye domna posası suya tökülərək dənəvərləşdirilir və sonra sement, kərpic, posa pambıq alınmasında istifadə edilir.

Domna sobasının işinin texniki iqtisadi göstəriciləri sobanın faydalı həcmindən istifadə əmsalı (FHJƏ) və yanacağın (koksun) xüsusi sərfiyyat əmsalları ilə xarakterizə olunur. FHJƏ (m^3/ton)– faydalı həcm (m^3) əridilmiş çuqunun orta gündəlik məhsuldarlığına (ton) nisbəti ilə hesablanır və 0,5-0,7 həddində dəyişir. Sobanın məhsuldarlığı yüksək olduqca FHJƏ- nin qiyməti azalır.

Koksun xüsusi sərfiyyat əmsalı gün ərzində işlədilən koksun əridilmiş çuqunun miqdarına (ton) nisbəti ilə hesablanır; bu göstərici 0,5-0,7 olmaqla, aşağı həddi ölvərişli sayılır.

5. POLADIN İSTEHSAL EDİLMƏSİ

5.1. Prosesin mahiyyəti

Polad müxtəlif tipli və məqsədli maşınların, dəzgahların, qurğuların və s., eləcə də inşaat konstruksiyalarının istehsalı üçün əsas konstruksiya materialdır və şübhəsiz ki, gələcəkdə də öz mövqeyini qoruyub saxlayacaqdır.

Poladın istehsal edilməsində əsas material kimi təkrar emal çuqundan və polad qırıntılarından (skrapdan) istifadə edilir. Çuqunun və poladın kimyəvi tərkibi müqayisə edildikdə poladda çuqundakından karbonun və başqa aşqarların miqdarı xeyli az olduğu müşahidə olunur (cədvəl 2.1.) Ona görə də çuqundan polad almaq üçün çuqunun tərkibindəki karbonun və aşqarların miqdarını azaltmaq lazımdır. Bundan ötrü tətbiq edilən metallurgiya proseslərinin mahiyyəti– çuqunun tərkibindəki

karbonun və başqa aşqarların (Si, Mn, P) miqdarını oksidləşdirmə yolu ilə posaya və qaz halına keçirməklə miqdarını azaltmaqdan ibarətdir.

Cədvəl 2.1

Təkrar emal çuqunu və azkarbonlu poladın kimyəvi tərkibi.

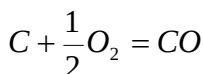
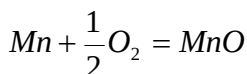
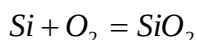
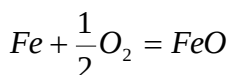
Material	Kimyəvi tərkibi, %				
	C	Si	Mn	P	S
Təkrar emal çuqunu	4,0-4,4	0,76- 1,26	1,75-dək	0,15-0,3	0,03-0,07
Azkarbonlu polad	0,14-0,22	0,12-0,3	0,4-0,65	0,05	0,55

Polad əsasən üç tip aqreqatda əridilir: konvertorlarda, Marten və elektrik sobalarında. Son illərdə oksigen konvertoru və elektrik sobalarında daha çox polad istehsal edilir. Polad əritmək üçün metallik şixtə, ferroərintilər (metallik əlavələr), flüslər və oksidləşdirici materiallardan istifadə olunur.

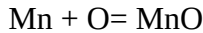
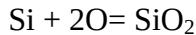
Flüs olaraq əhəngdaşı, boksid və çöl şpatı (flüorit) işlədilir. Əhəngdaşı posanın əsasını təşkil edir, boksid və çöl şpatı isə onun maye axıcılığını yaxşılaşdırır.

Oksidləşmə prosesləri soba atmosferinin oksidləşdirici qazları və ya sobaya verilən bərk oksidləşdiricilər (dəmir filizi, aqlomerat, təzyiqlə və termik emal prosesində alınan qəlpə- yarıq) hesabına aparılır.

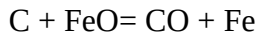
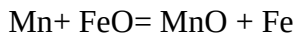
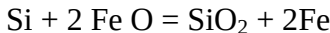
Dəmirin və digər elementlərin oksidləşməsi aşağıdakı reaksiyalar üzrə gedir:



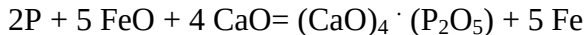
Aşqarların oksidləşməsi metalda həll olmuş oksigenin hesabına gedə bilər:



Dəmirə nisbətən oksigenə daha həris olan elementlər posanın tərkibindəki dəmir oksidi ilə oksidləşir:



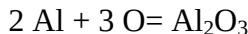
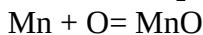
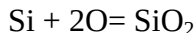
Nisbətən aşağı temperaturlarda posanın altında fosforun xaric edilməsi aşağıdakı reaksiya üzrə gedir:



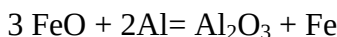
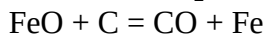
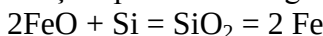
Metalın fosforun tam xaric edilməsi üçün metalın səthindən tərkibində fosfor olan posanı yığır və onun əvəzinə tərkibinə CaO əlavə olunmuş təzə posa yaradılır.

Aşqarların oksidləşməsinin sonunda dəmir oksidləri əmələ gəlməyə başlayır. Onlar poladda həll olaraq metalda oksigenin miqdarını artırır. Poladı oksigendən təmizləmək üçün ona dəmirə nisbətən oksigenə daha həris elementlər əlavə edilir. Əmələ gəlmiş oksidlər posanın tərkibinə keçir. Oksigensizləşdirici kimi ferrosilisiyum, ferromanqan, alüminium və qələvi torpaq metallar işlədilir.

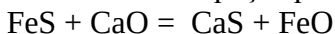
Poladəridici aqreqlatlarda oksigensizləşmə bilavasitə metalın daxilində gedir:



Oksidləşdirici atmosferli poladəritmə aqreqlatlarında (məsələn, konvertorlarda, marten sobalarında) şəraitdən asılı olaraq diffuziyalı oksigensizləşmə prosesləri də gedə bilər:



Posada FeO- nun miqdarı kəskin dərəcədə azalır və poladın keyfiyyəti yüksəlir. Kükürdün miqdarını azaltmaq üçün posanın tərkibində CaO-nın miqdarı artırılır. Kükürd poladda sulfid (FeS) şəklində olur və FeS həm də əsası xassəli posada da həll olur. Temperatur nə qədər yüksək olarsa, posada bir o qədər çox miqdarda FeS həll olur, başqa sözlə, metaldan posaya daha çox miqdarda kükürd keçir. Posada həll olmuş dəmir sulfidi və kalsium oksidi bir-birilə qarşılıqlı əlaqəyə girir:



Bu reaksiya həm də metal- posa sərhədində, poladdakı dəmir sulfidi (FeS) ilə posadakı kalsium oksidi (CaO) arasında baş verir. Əmələ gələn CaS birləşməsi posada həll olur, ancaq dəmirdə həll ola bilmir, ona görə də, kükürd posaya keçir.

Turş örtüklü poladəridici sobalarda poladda fosforun və kükürdün miqdarının azaldılması üçün şərait olmur; belə ki, örtüyün dağılmaması üçün tərkibində çoxlu miqdarda CaO olan əsası posa tətbiq edilə bilməz.

FeO- nun isə posada miqdarı kifayət qədər deyildir. Turş sobada əritmə prosesi turş posa (55-58% SiO₂) mühitində gedir və poladın reduksiyası üçün daha əlverişli şərait yaranır; çünki SiO₂ güclü turş xassəli olduğundan FeO-ni $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ birləşməsi şəklində əlaqələndirir. Maye poladı turş posa altında uzun müddət saxladıqda, ondakı dəmir oksidinin miqdarı kəskin azalır və ona az miqdarda ferromanqan əlavə etdikdə polad tam reduksiya olunur.

Reduksiyaolunma dərəcəsindən asılı olaraq sakit, qaynaayan və yarımşakit poladlara bölünür.

Sakit polad– sobada və çalovda tamamilə reduksiya etməklə alınır.

Yarımşakit polad– reduksiyaalanma dərəcəsi sakit və qaynaayan poladdakı reduksiyaalanma dərəcələrinin arasında olur. Poladın müəyyən qədəri sobada və çalovda reduksiya olunur, müəyyən qədəri isə tökmə qəlibində kristallaşma zamanı poladda olan dəmir oksidi ilə karbonun qarşılıqlı təsiri nəticəsində reduksiyaalanır.

Qaynayan polad– sobada yarımçıq reduksiya edilir. Onun reduksiyası tökmə qəlibində korbutun kristallaşması zamanı davam edir; bu, metalda olan FeO karbonun qarşılıqlı təsiri hesabına baş verir, $\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO}$ reaksiyası üzrə əmələ gələn karbon oksidi poladdan ayrılır və eyni zamanda, poladdan azotun və hidrogenin kənar olunmasına kömək edir. Qazlar qabarcıqlar şəklində ayrılaraq poladın “qaynamasına” səbəb olur. Qaynayan poladlarda praktiki olaraq reduksiyaalanma məhsulları- qeyri- metal birləşmələri olmur. Buna görə də, bu poladlar yaxşı plastikliyə malik olur.

Poladın legirlənməsi –maye metala tələb olunan miqdarda ferroərintilərin və ya təmiz metalların daxil edilməsi ilə yerinə yetirilir. Legirləyici elementlərin oksigenlə birləşməyə meyli dəmirinkinə nisbətən az olduqda (Ni, Co, Mo və s.) onlar poladın əridilməsi və boşaldılması zamanı praktiki olaraq oksidləşmir; ona görə də, onları sobada əritmənin istənilən vaxtında vermək olar. Legirləyici elementlərin oksigenlə birləşməyə meyli dəmirinkinə nisbətən çoxdursa (Si, Mn, Al, Cr, V, Ti və s.), onları maye metala reduksiyalanmadan sonra və ya reduksiyalama ilə eyni vaxtda əritmənin sonunda sobaya və ya çalova verirlər.

5.2. Oksigen konvertorlarında polad istehsalı

Konvertorlar daxili örtüklərinə görə əsas və turş olmaqla iki qrupa ayrılır. Turş konvertorların daxili turş xassəli, yəni dinas kərpicindən hörülür. Bu tip qurğulara bessemer konvertorları deyilir. Əsas konvertorların daxili əsas xassəli kərpiclərdən hörülür. Bunlara tomas konvertorları deyilir.

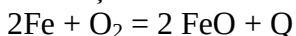
Oksigen konvertor üsulu ilə polad istehsalına keçən əsrin ortalarından başlayaraq istehsalata tətbiq edilmişdir. Bu üsulun mahiyyəti– konvertora tökülmüş təkrar emal maye çuqunun su ilə soyudulan xüsusi furma vasitəsilə texniki oksigenlə üfürməkdən ibarətdir.

Oksigen konvertoru – daxildən əsas xassəli hörgüsü olan böyük armudvari şəkilli polad gövdəli sobadır (şəkil 2.4). Müa-

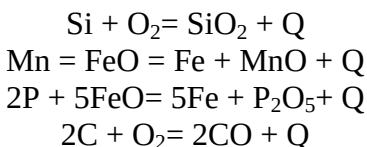
sir konvertorların tutumu 100-400 ton ola bilər. Konvertorun gövdəsi tutqaclarda şaquli ox ətrafında 360^0 döən bilər ki, bu da maye çuqunun və skrapın konvertora doldurulmasına, hazır poladın və posanın boşaldılmasına imkan verir.

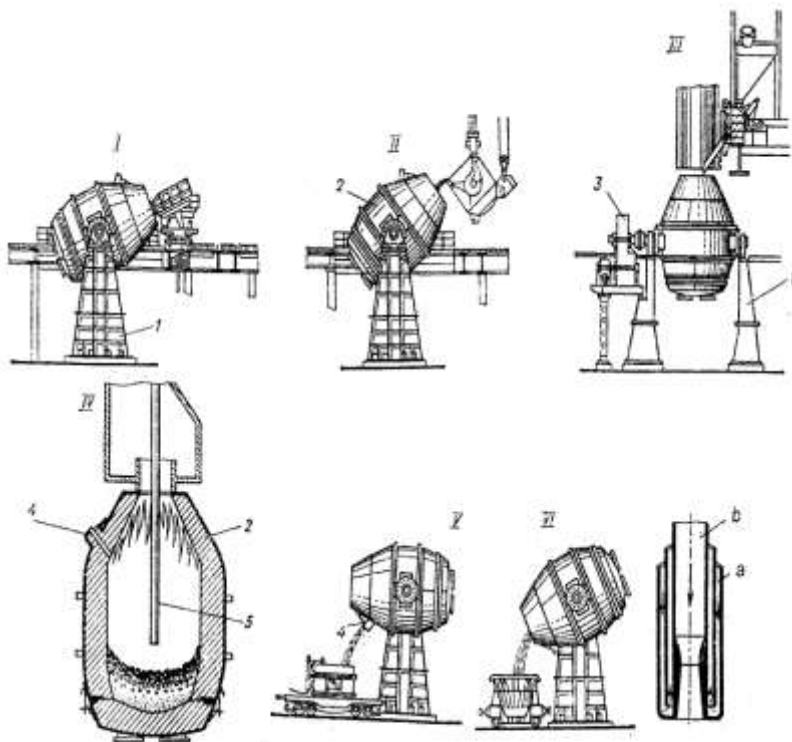
İstehsal edilən poladın ümumi həcmnin 80%-i oksigen-konvertor üsulu ilə alınır və əritmə proesi aşağıdakı kimi aparılır. Əritmə prosesi boş konvertora 30%-ə qədər istehsalat qırıntıları (skrap) və başqa metal tullantıları, 8%-ə qədər dəmir-filizi və 1320^0C -dən yüksək olan maye çuqunun tökülməsi ilə başlayır. Konvertorun həcmnin $\frac{1}{5}$ hissəsi metalla doluqdan sonra fosforu azaltmaq üçün sobaya əhəngdaşı (flüs) verilir. Posa əmələ gəlməsini sürətləndirmək və onu durulaşdırmaq üçün konvertora şixtə ilə birlikdə boksit (Al_2O_3) və kalsium flüorit (CaF_2) əlavə edilir.

Konvertora tökülmüş şixtə materialın səthindən 1200-2000 mm aralı səviyyədə saxlanmaqla, furma ilə sobaya texniki oksigen üfürülür. Əritmə prosesi maye çuqunun oksidləşməsi ilə başlayır və içqarışıqlarının azalması hesabına polad almağa imkan yaranır. Üfürmə zonasında artıq elementlərin oksidləşməsi nəticəsində furmanın alrında temperatur 2400^0C - dək yüksəlir. Oksigen metalın, xüsusən onun dəmir əsasını intensiv oksidləşdirməyə başlayır, çünki dəmirin miqdarı aşqarlarinkından dəfələrlə çoxdur.



Əmələ gələn dəmir oksidi posada və metalda həll olaraq metalda oksigenin miqdarını artırır. Metalda həll olmuş oksigen ondakı digər qarışıqları da (silisium, manqan, karbon) oksidləşdirərək, onların miqdarını azaldır; oksidləşmə üfürülən oksigenlə yanaşı posanın və metalın tərkibinə keçmiş dəmir oksidi ilə də baş verə bilər:

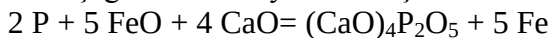




Şəkil 6.2 Oksigen konvertorunda poladın alınması:

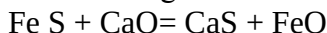
I – qırıntının yüklənməsi, ~3 dəq; II – çuqunun tökülməsi ~5 dəq; III – ağırlıq daşının yüklənməsi ~1 dəq; IV – üfürmə (birinci mərhələ 16 dəq, ikinci ~8 dəq); V – poladın sobadan buraxılması ~5 dəq; VI – posanın buraxılması (birinci üfürmədən ~8 dəq sonra, poladın buraxılmasından ~3 dəq sonra); 1 – dayaqın gövdəsi; 2 – konvertorun gövdəsi; 3 – konvertorun döndərmə mexanizmi; 4 – polad üçün buraxılma deşiyi; 5 – oksigen üçün su ilə soyudulan furma; a – su üçün kanallar; b – furmanın ucluğunda oksigen üçün kanal

Oksigen konvertorlarında tərkibində CaO və FeO çox olan posalar əmələ gəldiyindən və metallar posalarla bir-birilə kontakt olduğundan metalın oksigenlə üfürülməsinin başlanğıcında, yəni metal vannasının temperaturu az olanda da fosforun kənar edilməsi aşağıdakı reaksiya üzrə baş verir:



Konvertorun məhsuldarlığını azaltmamaq üçün maye təkrar emal çuqunlarının tərkibində fosforun miqdarı 0,3 %-ə qədər olmalıdır.

Kükürdün metaldan posaya keçməsi aşağıdakı reaksiya üzrə bütün əritmə müddətində gedir:



Posada dəmir oksidinin (FeO) miqdarının yüksək olması (7-20%-dək) kükürdün metaldan xaric edilməsini çətinləşdirir. Ona görə də, oksigen konvertorlarında emal ediləcək çuqunun tərkibində kükürdün miqdarı 0,07%-dək olmalıdır.

Poladın əsas parametrləri (karbonun, başqa elementlərinin miqdarı və onun temperaturu) tələb olunan həddə çatdıqda konvertora oksigen verilməsi dayandırılır. Bundan sonra konvertoru döndərüb poladı çalova boşaldırlar. Maye metalın eyni zamanda ferromanqan, ferrosilisiyum və alüminium verməklə oksigensizləşmə aparılır və sonra konvertordan posanı boşaldırlar.

Bütövlükdə texnoloji tsikl 50....60 dəq., oksigen üfurmə müddəti isə 18....30 dəq davam edir. Prosesin məhsuldarlığı yüksəkdir və 400....500 ton/saat polad əridilir. Konvertorda bir ton polad almaq üçün texniki oksigenin ümumi sərfi 50...60 m³ həddindədir.

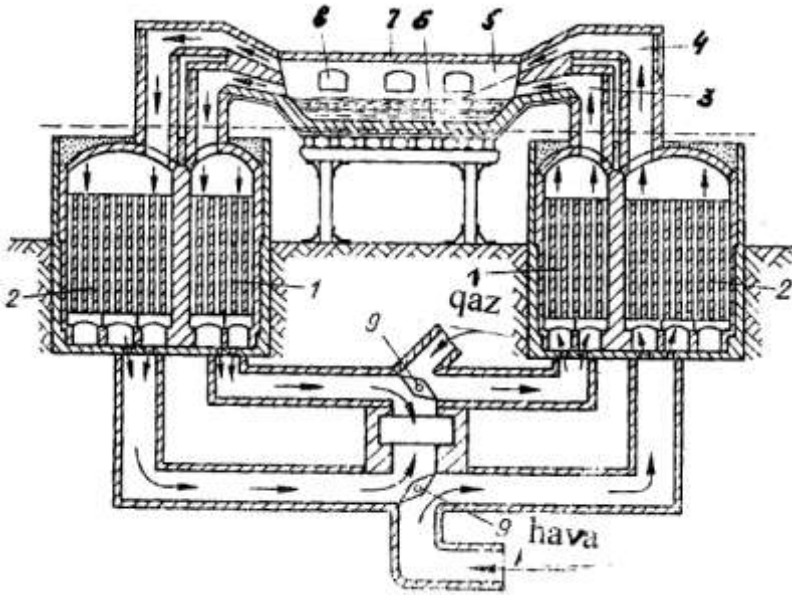
Hazırda konvertorda əritmənin gedişini nizamlamağa və ona nəzarət etməyə imkan verən texnoloji proseslər istehsalata tətbiq edilir.

5.3. Marten sobalarında polad istehsalı

Marten sobalarında bərk və ya maye çuqun, polad və cuqun qırıntıları, dəmir filizi, oksigen və flüsdən istifadə edilməklə istənilən tərkibdə polad əridilmə imkanı vardır. Buna baxmayaraq məhsuldarlığı, əmək sərfiyyatı və texniki- iqtisadi göstəricilərinə görə oksigen-konvertorunda polad əritmədən geri qalır. Marten sobalarında polad əritmək üçün yanacaq kimi təbii qaz və mazutdan istifadə olunur.

Marten sobaları regenerativ tipli əridici qurğu olduğundan yanma məhsullarının istiliyindən yaxşı istifadə edilməsinə im-

kan yaradılır (şəkil 2.5). Sobanın şıxtə materiallarının əridildiyi işçi hissəsi (5) aşağıdan döşəmə (6), yuxarıdan tağ (7), yanlardan ön və arxa divarlarla əhatə edilmişdir. Soba əsası və ya turş xassəli odadavamlı materiallardan tikilə bilər. Poladın əridilmə prosesində posada əsası oksidlər çox olduqda proses əsas, turş oksidlərin miqdarı çox olduqda turş Marten prosesi adlanır. Sobanın divarları və döşəməsi uyğun olaraq əsası və ya turş materiallardan, tavanı isə oda dözümlü xrom- maqnezit kərpicindən hörülür. Ön divarda şıxtənin və flizin sobaya verilməsi üçün yükləmə pəncərələri (8), (analiz üçün metaldan və posadan nümunə də götürülür), arxa divarda isə hazır poladı sobadan boşaltmaq üçün gözlük yerləşir. Sobanın yan tərəflərində içərisində qaz (3) və hava (4) kanalları olan başlıqlar yerləşir. Başlıqlar bu kanallarla sobanın altında yerləşən regeneratorlarla 1 və 2 əlaqələndirilir.



Şəkil 2.5. Marten sobasının sxemi

Havanın və qazın (aşağı kalorili qazla işlədikdə) qızdırılması üçün sobada dörd regenerator (1 və 2) olur. Regenerator şamot kərpicindən qəfəsvari hörgüsü olan kameradır. Regeneratorlar cüt və növbə ilə işləyir. Bunlardan bir cütü əritmə boşluğuna verilən soyuq havanı (qaz yanacağını) 1000- 1200⁰- dək qızdırılır, sonra yanma məhsulları əks başlıqdan keçərək regeneratorlara daxil olur və onların kərpic hörgülərini 1250-1280⁰C-yə qədər qızdırır. Bu zaman qazlar 400-500⁰C-dək soyuyur və tüstü borusu vasitəsilə sobadan xaric olur. Bu proses 10-15 dəq davam edir, sonra isə klapanları (9) avtomatik olaraq sobadakı qazlar seli istiqamətini dəyişir və qızmar regeneratorlardan və başlıqdan sobaya hava və qaz daxil olur. Beləliklə tsikl təkrarlanır.

Alovun temperaturu 1750-1800⁰C olur və sobanın işçi boşluğunu və şixtəni qızdırır; metalın 1600-1650⁰C-dək qızmasını təmin edir.

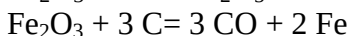
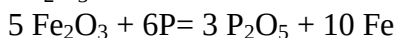
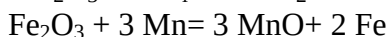
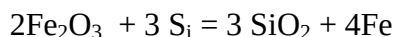
Sobaya yüklənən şixtənin tərkibindən asılı olaraq iki cür Marten prosesi mövcuddur:

Skrap- proses maşınqayırma zavodlarının Marten sexlərində tətbiq edilir. Bu prosesdə Marten sobasına şixtə kimi skrap və bərk halda təkrar emal çuqunu (25...45%), az miqdar dəmir filizi və əhəngdaşı verilir.

Skrap-filiz prosesdə şixtə maye çuqundan (55-75%), skrapdan (40-50%) və az miqdar dəmir filizdən ibarət olur. Proses domna sexi ilə yanaşı Marten, təzyiqlə emal sexləri olan metallurgiya zavodlarında polad istehsal etmək üçün tətbiq edilir. Bu proses texniki-iqtisadi cəhətdən daha səmərəlidir. İstehsal olunan poladın çox miqdarını skrap- filiz proses vasitəsilə əsas örtüklü Marten sobalarında əridilir.

Skrap- filiz proses vasitəsilə **əsas örtüklü** Marten sobalarında polad əritmə aşağıda göstərilən ardıcılıqla aparılır: döşəməsinə baxış və onun cari təmirindən sonra sobaya yükləmə maşın vasitəsilə dəmir filizi və əhəngdaşı yüklənir; onlar qızdı-

rıldıqdan sonra isə skrap verilir. Skrapın qızdırılması başa çatdıqdan sonra sobaya maye çuqun verilir. Maye çuqun skrap qatını keçərək dəmir filizi ilə qarşılıqlı əlaqəyə girir. Əridilmə dövründə dəmir filizin oksidləri və skrap hesabına çuqundan aşqarlar oksidləşir.



SiO_2 , MnO , P_2O_5 oksidləri və əhəngdaşının CaO oksidi tərkibində yüksək miqdarda FeO və MnO olan posa əmələ gətirir, karbon oksidi posada qaynama təsəvvürü yaratmaqla qabarcıqlar şəklində ayrılır və posanı sobadan kənarlaşdırır. Bu proses şixtənin tam əridənədək davam edir. Ərimənin bu mərhələsində silisium və manqan tam, karbonun çox hissəsi oksidləşir və fosforu intensiv xaric edilir.

Ərimə və oksidləşmə dövrünü sürətləndirmək, sərf olunan yanacaq və dəmir filizə qənaət etmək məqsədilə maye çuqunu sobaya verildikdən sonra metal təknə(vanna) texniki oksigenlə üfürülür.

Şixtə əridildikdən sonra metalın vannada “qaynama” mərhələsi başlayır. Bunun üçün sobaya dəmir filizi verilir və ya vannadakı metalı borularla verilən oksigenlə üfürülür. Metaldakı karbon intensiv oksidləşərək karbon oksidi əmələ gətirir. Bu zaman sobaya yanacaq və hava verilməsi dayandırılır; sobada qazların təzyiqi azalır, ayrılan karbon oksidi posanı köpükləndirir və posa xaric olunur; posa ilə birlikdə fosfor və kükürdün çox hissəsi də xaric olunur. Bundan sonra yenidən sobaya yanacaq və hava verilir, sobada qazların təzyiqi qalxır, posanın köpüklənməsi kəsilir və onun xaric olunması dayandırılır.

Metaldan fosforu və kükürdü tam xaric etmək üçün onun səthində yeni posa yaradılır. Bu məqsədlə maye metalın səthinə içərisində boksit və ya tez əriyən şpat əhəngdaşı verilir.

“Qaynama” mərhələsində karbon intensiv olaraq oksidləşir. Ona görə də, metalın vannada “qaynaması” üçün şixtdə karbonun miqarı əridiləcək poladdakından çox olmalıdır (0,5-0,6% -ə qədər). “Qaynama” prosesində metalın kimyəvi tərkibi tələb olunan səviyyəyə çatdırılır, metalın temperaturu vannanın həcmnin hər yerində bərabərləşdirilir, metaldan qazlar və qeyri-metal birləşmələri xaric edilir.

“Qaynama” prosesi o vaxt qurtarmış sayılır ki, karbonun metalda miqdarı tələb olunan son miqdara bərabər, fosforun və kükürdünkü isə minimum olsun.

Bundan sonra metalın oksigensizləşmə (reduksiya) mərhələsi başlayır. Metalın reduksiyası iki mərhələdə aparılır:

1. “qaynama” dövründə sobaya filizin verilməsi dayandırılır, nəticədə reduksiyanı metal karbonun oksidləşməsi hesabına və eyni zamanda, metal vannasına reduksiyaedicilər–ferromanqan, ferrosilisiyum, alüminium daxil edilməklə gedir;

2. polad sobadan çalova boşaldılaraq alüminium və ferrosilisiyumla tam reduksiya edilir. Yoxlama analizi üçün nümunə götürüb yoxladıqdan sonra polad sobanın arxa divarındakı gözcükdən çalova boşaldılır.

Əsas hörgülü sobada karbonlu poladlardan başqa legirlənmiş poladlar da əridilir.

Turş Marten sobasında əsası Marten sobasında istehsal edilən poladlara nisbətən daha yüksək keyfiyyətli poladlar əridilir. Bu sobalarda da əridilmə əsası hörgülü prosesdə aparılan mərhələlər üzrə gedir.

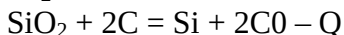
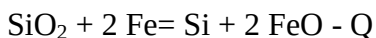
Turş Marten sobalarda poladərtmənin xüsusiyyətləri bunlardır:

1. turş Marten sobalarında istifadə edilən şixtə materiallarının tərkibində zərərli aşqarlar sayılan fosfor və kükürdün miqdarı az olur (P və $S \leq 0,025\%$); soba, adətən bərk şixtə ilə işləyir.

Bu halda şixtənin tərkibində silisiyumun miqdarı 0,5%-dən çox olmamalıdır, əks halda “qaynama” mərhələsi adi əridil-

mə prosesi ilə müqayisədə gecikir. Turşuluğu yüksək olan posa örtüyü yüksək özlülüyə malik olduğu üçün karbonun yanmasına mənfi təsir göstərir.

2. Əridilmə prosesində yaranan yüksək silisiumlu posada dəmir oksidinin az alınması yüksək temperaturalarda hörgü materialından silisiumun bərpa edilməsini təmin edən yüksək miqdarda SiO_2 –li turş döşəmənin olması lazımdır:



Turş sobalarda bərpa olunmuş silisium aktiv oksigensizləşdirici rolunu oynayır.

Marten əritməsinin texniki-iqtisadi göstəriciləri sobanın istismar müddəti və məhsuldarlığıdır. İstismar müddəti əsas təmirdən sonra yararsız vəziyyətə gəlincəyədək sobada aparılan ərintilərin sayı ilə xarakterizə olunur. İstismar müddətində ərintilərin sayı 300....900 ola bilər. Məhsuldarlığı isə soba döşəməsinin 1 m^2 sahəsindən gün ərzində (tonlarla) götürülən poladın və ya illik məhsuldarlıq (min ton/ il) şəklində, həmçinin, 1 ton polada (1 kq yanacaq/ 1 ton polad) sərf edilən şərti yanacaq (şərti istilik törətmə qabiliyyəti 7000 kkal/kq) ilə xarakterizə olunur. Sobanın tutumu artdıqca onun məhsuldarlığı da artır. Sobaların tutumunun artırılması və əritmə prosesində oksigen üfurməsindən istifadə edilməsi məhsuldarlığı yüksəltməklə yanaşı, həm də şərti yanacaq sərfini azaltmağa imkan verir.

5.4. Elektrik sobalarında polad istehsalı

Elektrik sobalarında polad əritmək üçün elektrik enerjisinin istilik enerjisinə çevrilməsi sayəsində alınan istilikdən istifadə edilir. Elektrik sobaları qövslü və induksion sobalara ayrılır. Bu sobalar digər polad əridici aqreqlərə nisbətən bir sıra üstünlüklərə malikdir. Belə ki, elektrik sobalarında çox məsul konstruksiya poladları, yüksək legirlənmiş alət, korroziyayadavamlı və digər xüsusi tərkibli poladlar əritmək mümkündür.

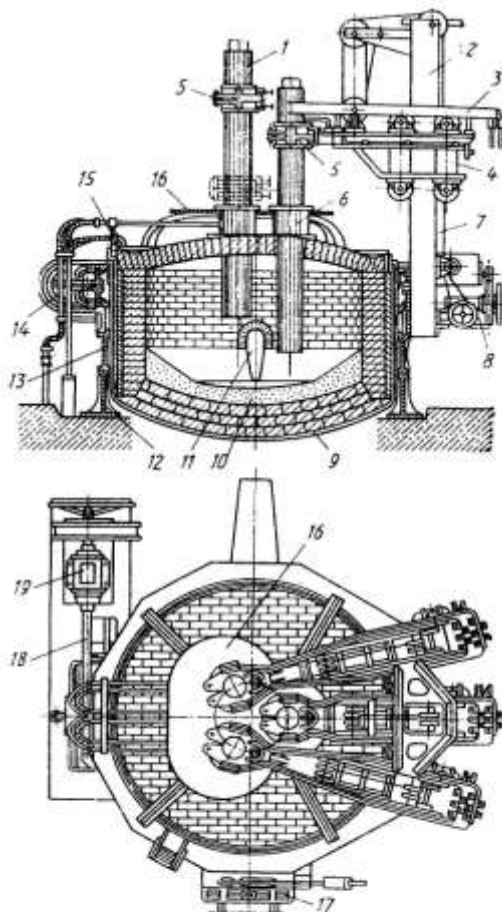
Qövslü elektrik sobalarında polad əritmə. Qövslü sobada əritməni aparmaq üçün elektrodlarla metal şixtə arasında yaranan elektrik qövsün istilik enerjisi mənbəyindən istifadə olunur. İstilik enerjisi şüalanma ilə metala və posaya verilir. Elektrik sobalarında poladəritmə prosesləri bərk şixtədən (skrap) istifadə etməklə posanın seçilmiş tərkibindən asılı olaraq həm oksidləşdirici, həm də bərpaedici mühitdə aparmaq olar.

Polad əritmək üçün qrafitdən və ya kömürdən hazırlanmış elektrodları şaquli yerləşən və döşəməsi cərəyan keçirməyən üç fazlı qövslü elektrik sobalarından istifadə edilir. Sobanın gövdəsi silindrşəkilli metal örtüyə, sferik döşəmə və döndərilən metal karkasda dinas və yaxud da xromomaqnezitdən hörülmüş tağ hissəsinə malikdir (şəkil 2.6). Xüsusi mexanizmin (4) köməyi ilə silindrik qrafit elektrodları (1) elektrod tutucular(5) vasitəsilə əritmə boşluğuna sallamaq üçün tağın (15) divarında üç ədəd soyuduculu(6) dəşiklər qoyulur. Qövslü sobalar da hörgüsünə (10) görə turş və əsas ola bilər. Əsas sobalarda döşəmə və yan divarlar maqnezit kərpicindən hazırlanır. Vannasının maili hissəsi və döşəməsi 150...200 mm qalınlığında döymə maqnezit və ya dolomit tozu (10) ilə örtülür.

Turş sobalarda dinas kərpicindən istifadə edilir və döşəmənin örtüyü maye şüşə ilə qarışdırılmış kvartsitdən hazırlanır. Sobanın silindrik polad, örtük hissəsində işçi pəncərə (17) və novçalı boşaltma deşiyi (11) vardır. Sobanın gövdəsi nizamlayıcı qurğu (fiksator) və diyircəkləri (12) üzərində yerləşir. Əridilmiş hazır poladı boşaltmaq üçün gövdəni boşaltma deşiyi, həmçinin, posanı kənarlaşdırmaq üçün soba xüsusi meyilləndirmə mexanizmlərə (13,14,18 və 19) malikdir. Sobanın ətrafındakı elektrodları qaldırmaq üçün mexanizmlər (2,3,4,5) və onu elektrik enerjisi ilə qidalandıran alçaldıcı transformator yerləşir.

Sobaya şixtə materialları– polad qırıntılar, legirlənmiş metal tullantılar, çuqun, flüslər(çöl şpatı, əhəngdaşı), dəmir filizi, legirləyici əlavələr və oksidləşdiricilər– yükləmə pəncərəsindən, yaxud tağ və elektrodları soba üzərindən götürdükdən son-

ra üstdən doldurulur. Çox vaxt əsas şıxtə üstdən, “köməkçi” materiallar isə yükləmə pəncərəsindən verilir.



Qövslü elektrik sobasının sxemi :

1 – elektrod; 2 – dayaq; 3 – elektrik naqili; 4 – arabaciq; 5 – elektrod tutucu; 6 – soyuducu; 7 – polad kanat; 8 – elektrodun hərəkət mexanizmi; 9 – sobanın polad örtüyü; 10 – hörgü; 11 – boşaltma deşiyi; 12 – dayaq; 13 – sobanı meylləndirmə şöbəsi; 14 – meylləndirmə mexanizmi; 15 – tağ; 16 – işçi sahə; 17 – yükləmə pəncərəsi; 18 – meylləndirmə mexanizminin valı; 19 – meylləndirmə mexanizminin elektrik mühərrikı

Tamam oksidləşmə ilə əritmədə ən az zərərli qazlara malik polad əridilir. Tamam oksidləşdirilməsi ilə poladəritmə prosesi döşəmənin cari təmiri, şixtənin sobaya yüklənməsi, əridilmə, oksidləşdirici– “qaynama” və oksigensizləşdirmə mərhələsindən, həmçinin, poladın sobadan buraxılmasından ibarətdir.

Verilən şixtənin tərkibində zərərli aşqarların miqdarı çoxdursa və digər elementlərin miqdarı əridiləcək poladın tərkibindən fərqlənirsə, əritmə tamamilə oksidləşdirilmə ilə əsas hörgülü sobalarda aparılır. Bu halda sobaya şixtə materialları yükləndikdən sonra onun üstündən şixtənin 2...3%-i qədər əhəngdaşı əlavə edib, elektrodlar metal şixtəyə toxunana qədər aşağı endirilir və cərəyana qoşulur; şixtə qövsün təsirindən əriyir, maye metal sobanın döşəməsində yığılır. Sonra oksidləşdirici posa yaratmaq üçün sobaya metalın 1%-i miqdarında əhəngdaşı və dəmir filizi əlavə edilir: posanın 60...70%-i sobadan kənarlaşdırılır və fosforun çox hissəsi $(\text{FeO})_3\text{P}_2\text{O}_5$ (dəmirfosfat) birləşməsi şəklində metaldan yaxşı təmizlənmiş olur. Bundan sonra yenidən metal kütləsinin 1...1.5%-i qədər dəmir filizi və əhəngdaşı sobaya verilir, metal tamamilə əridilir və qızdırılır. Əritmə mərhələsində Si, Al, Ti tamamilə Mn, C və P qismən oksidləşir. Yaranmış posanın tərkibi 40% CaO, 20% SiO_2 , 8% MnO, 12% FeO və 1 %-ə qədər P_2O_5 -dən ibarət olur.

Temperatur yüksəldikcə karbonun oksidləşməsi və vannanın qaynaması güclənir, metalda həll olmuş qazların və qeyri metal birləşməsinin ondan çıxmasına imkan yaranır.

Qaynama mərhələsində metalda fosforun miqdarını 0,01-0,012%-ə qədər azaltmaq üçün posa kənarlaşdırılır və onun tərkibində $4\text{CaOP}_2\text{O}_5$ birləşməsi şəklində fosfor da kənar edilir. Sobaya flüs payı verilməklə yeni posa yaradılır və onu metalda karbonun miqdarı tələb olunan polad markasına uyğun miqdardan aşağı həddə çatdırıldıqda maye posa yenidən kənarlaşdırılır və müəyyən vaxt metalın qaynamasına imkan verir.

Bərpaetmə prosesində metal oksigensizləşdirilir, CaS birləşməsi şəklində kükürddən təmizlənir, poladın kimyəvi tərkibi

tələb olunan səviyyəyə çatdırılır. Əvvəlcə vannaya ferromanqan və koks və ya elektrod qırıntıları verilir, manqan və karbonun miqdarı tələb olunan səviyyəyə çatdırılır. Sonra vannaya əhəngdaşı, çöl şpatı və xırda koks qatışıqı verməklə yaradılmış ağ və ya karbid posanın altında poladın diffuziyalı oksigensizləşdirilməsi aparılır; metalda qalmış oksigen posaya keçir, əmələ gələn dəmir və manqan oksidləri posadakı koksun karbonu ilə bərpa edilir. Posa ağardıqdan sonra ona daha güclü bərpaedicilər – üyüdülmüş ferrosilisiyum və alüminium əlavə edilir.

Kimyəvi tərkibi tələb olunan səviyyəyə çatdırıldıqdan və oksigensizləşmə başa çatdıqdan sonra metal sobadan buraxılır. Əsas hörgülü qövslü elektrik sobalarında korputlar, həmçinin, çeşidli töküklər üçün legirli və yüksək legirli poladlar əridilir.

Turş hörgülü qövslü elektrik sobasında polad əritmə yüksək məhsuldarlığı (əridilmə qısa müddətlidir), elektrik enerjisinin və odadözümlü materialların sərfinin az olması ilə fərqlənir. Turş örtüklü sobalarda polad aldıqda kükürd və fosforu kənar etmək mümkün deyildir. Odur ki, şixtə materiallarında 0,03-0,04%-dən çox kükürd və fosfor olmamalıdır. Bu zavodlar, əsasən yüksəkkeyfiyyətli skrap əsasında işləyir. Şixtə materialındakı elementlər şixtədəki qəlpə-pas hesabına oksidləşir. Bu sobalarda metal əsası örtüklü elektrik qövslü sobalarına nisbətən çətin əriyir. Çünki silisiyumun oksidləşməsi nəticəsində əmələ gələn turş xassəli posa yüksək özlülüyə malik olduğundan karbon oksidinin çıxmasını çətinləşdirir. Bu isə vannanın qaynamasını ləngidir. “Posanın özlülüyünü” azaltmaq üçün maye poladın temperaturunu yüksəldir (1600°C-dən yuxarı) və 2-3 %-ə qədər dəmir filizi əlavə edilir. Sobada yaranan posa qatı kənar edilir və yeni posa yaratmaq üçün kvarts qumu SiO_2 , şamot qırıntılar və əhəngdaşı verilir. Sonra oksigensizləşdirici maddələr ferrosilisiyum və koks əlavə edilir. Əridilmə prosesi şiddətləndirilir və tələb olunan tərkibli poladı almaq üçün ferroərintilər (FeSi , FeMn və s.) verilir. Axırda maye metalı çalova buraxılan-

da 0,05-0,1% miqdarında alüminium daxil edilir. Turş sobalarda töküklər almaq üçün karbonlu və az legirlənmiş poladlar əridilir.

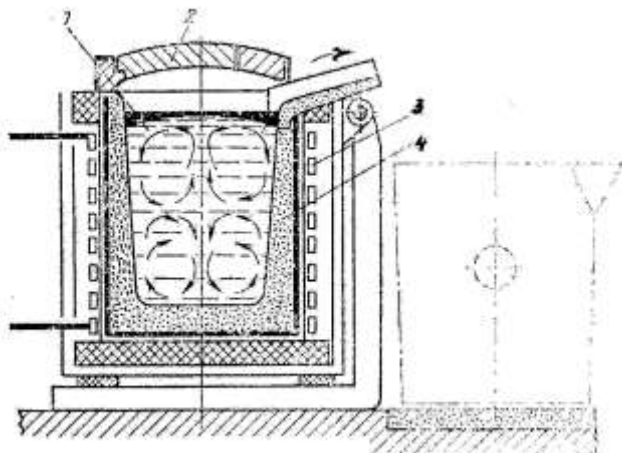
Qövslü elektrik sobalarının texniki iqtisadi göstəriciləri.

Qövslü elektrik sobalarının məhsuldarlığı sobanın tutumundan asılı olaraq dəyişir. Orta tutumlu əsası hörgülü qövslü elektrik sobanın məhsuldarlığı 20....45 ton /gün həddində dəyişir. Hər bir ton karbonlu polad əritmək üçün 500....700 kVt/saat, legirlənmiş poladlar üçün isə 1000 kVt/saat elektrik enerjisi sərf olunur; bu zaman qrafit elektrod sərfi 6,5 kq/tona bərabər olur. Qövslü elektrik sobalarında əritmə proseslərində oksigen üfürməsindən istifadə etdikdə sobanın məhsuldarlığı artır. Sobanın tağ hissəsinin hörgüsü üçün dinasa nisbətən daha dözümlü xrommaqnezitli kərpicdən istifadə etdikdə boş dayanmalar azalır və məhsuldarlıq artırılır.

5.5. İnduksiya sobalarında polad əritmə

İnduksiya poladəridici sobalar ən çox fasonlu polad tökükləri istehsal edən sexlərdə quraşdırılır. Bu tipli sobalarda az karbonlu sadə tərkibli poladlarla yanaşı, yüksək legirlənmiş mü-rəkkəb tərkibli polad markaları da istehsal edilir. Soba (şəkil 2.7) odadavamlı materiallardan qurulmuş putadan(4), içiboş spiral-şəkilli mis induktordan (3),əridilmiş poladı (1) sobadan boşaltmaq üçün novçadan(5) və sökülən tağdan (2) ibarətdir. Soba xaricdən maqnit xassəyə malik olmayan materialdan hazırlanmış örtüklə əhatə olunmuşdur.

Əvvəlcə sobaya şixtə materialı doldurulur. Sonra lampalı generator və ya mühərrik generatorundan elastik kabel vasitəsilə induktora yüksək tezlikli birləşməli dəyişən elektrik cərəyanı verilir. İnduktorun qızıb əriməməsi üçün içərisindən soyuq su buraxılır. Yüksək tezlikli cərəyanın tezliyi 100 kHs- 10 MHs arasında dəyişir. İnduktordan keçən yüksək tezlikli dəyişən elektrik cərəyanı onun ətrafında dəyişən maqnit seli yaradır. Maqnit seli putanın içindəki metalda güclü burulğanlı dəyişən cərəyan (Fuko cərəyanı) yaranmasına səbəb olur.



Şəkil 2.7. Putalı induksiya əritmə elektrik sobasının sxemi

Şixtədə burulğanlı dəyişən induksiya cərəyanı əmələ gəlməsi nəticəsində metal qızaraq əriyir və ərimiş metalın tələb olunan temperaturadək qızdırılmasına imkan yaranır. Metalın səthində yaranan posa maqnit nüfuzluğu xassəsinə malik deyil, posada induksiya cərəyan yaranmır, o metalın istiliyi hesabına qızır. Əritmə prosesi qurtardıqdan sonra ferroərintiləri əlavə etməklə poladı oksigensizləşdirirlər. Əridilmiş poladı boşaltmaq üçün sobanı putanın novçasına tərəf əyirlər.

Əridici induksiya sobalar hörgünün növündən asılı olaraq əsası və turş putalı olmaqla iki qrupa bölünür.

Turş putalar marşalit adlanan yüksək keyfiyyətli narin kvarsiti ilə 1,5 % miqdarında borat turşusu qarışığından hazırlanır. Əsası putalar maqnezium 2- oksid tozu ilə 3% miqdarında borat turşusu qarışığından alınır.

İnduksiya sobaların tutumu bir neçə qramdan 90 tonadək, əritmə müddəti 30...45 dəq olur. Bu sobaların qövslü elektrik sobalara nisbətən bir sıra üstünlükləri vardır:

1. tərkibində karbonun və qazların miqdarı az olan polad alınmasına və qızdırılma zamanı elementlərin az yanmasına imkan yaranır;

2. putada yaradılan elektromaqnit sahəsinin təsirindən metalda elektrodinamiki qüvvələr yaranır ki, bunlar maye metalı yaxşı qarışdırır və qeyri-metal birləşmələr asanlıqla posaya keçir;

3. sobalar yığcamdır, az yer tutur, quruluşu sadə və asanlıqla idarə olunur.

Bu sobaların mənfi cəhəti ömrünün az olması (dözümlülüyü) və posanın temperaturu maye metalla posa arasında metallurgiya proseslərini getməsi üçün kifayət qədər olmamasıdır.

Turş örtüklü induksiya sobalarda əritmə zamanı şıxtə əridikdən sonra posanı sobadan xaric edir, maye metalın üstünə şüşə (SiO_2) qırıntıları verilir və təzə posa yaranır. Metalı ferrosilisiyum, ferromanqan və alüminiumla oksidləşdirir, sonra isə sobadan boşaldılır.

Əsas örtüklü induksiyaəridici sobalarda yüksəkkeyfiyyətli legirlənmiş (tərkibində Mn, Ni, Ti, Al və s. olan) poladlar, turş örtüklü sobalarda isə başqa elementlərlə legirlənmiş konstruksiya poladları istehsal edilir. Bu sobalarda tərkibində karbonun miqdarı çox az olan və karbonsuz ərintilər də almaq mümkündür, çünki sobalarda karbonlaşdırıcı mühit yoxdur və karbonlaşma getmir.

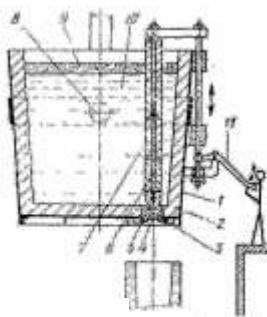
5.6. Poladın sobalardan boşaldılması və qəliblərə tökülməsi

Əridilmiş polad qəliblərə və ya kristallaşdırıcılara tökülməsi üçün çalovlara boşaldılır. Qəliblərdə və ya kristallaşdırıcılarda maye polad kristallaşır və korbutilərə çevrilir; sonra bunlar təzyiqlə emal (yayma, döymə və s.) olunur. Maye poladı xüsusi qəliblərə tökərək çeşidli töküklərdə istehsal edilir.

Polad nəqlədici tökmə çalovun quruluş sxemi şəkil 2.8-də verilmişdir. Çalov xaricdən polad təbəqə (1) ilə örtülmüş, daxilədən odadözümlü kərpici(şamot) ilə hörülmüşdür. Maye poladı çalovdan boşaltmaq üçün onun dibində dəşikli (4) şamot stəkan (3) bərkidilir. Stəkanın deşiyini açıb bağlamaq üçün ştopor

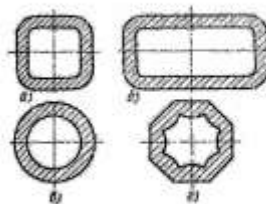
(mexanizmin hərəkət edən hissələrini dayandırmaq və bu vəziyyətdə saxlamaq üçün) qurğusundan istifadə edilir. Stopor qurğusu polad çubuğundan(6) və onun ucuna geydirilmiş odadavamlı şamotdan düzəldilmiş tıxacdan (5) ibarətdir. Maye poladın dağıdıcı təsirindən qorunmaq üçün tıxac çubuğunun üzərinə odadavamlı halqalar taxılır. Ştoporu qaldırmaq və aşağı endirmək üçün lingli mexanizmdən istifadə edilir(1). Çalovu kranla qaldırmaq və lazım olan sahəyə aparmaq üçün tutqaclardan (8) istifadə edilir. Çalovun tutumu poladəridici qurğunun tutumundan asılıdır; həm də çalovda maye polad (10) tökülən zaman onun soyumasının qarşısını almaq üçün 100.....200 mm qalınlıqda posa (9) qatı nəzərə alınmalıdır. Ümumiyyətlə, tökmə şalovların tututmu 0,5.....480 ton götürülür

Çuqun qəlibləri, əsas etibarilə, çuqundan və bəzi hallarda poladdan tökülür. Qəliblərin xarici görünüşü (konfiqurasiyası) tökülən poladın növündən və korbutun təyinatından asılıdır. Onların en kəsikləri kvadrat, düzbucaqlı, dairəvi və çoxbucaqlı şəkildə ola bilər. Metal qəlib tiplərinin forma və konstruksiyaları 2.9 sayılı şəkildə verilmişdir. Kvadratin en kəsikli korputlarından çeşidli yayıqlar (iki tavrı tir, şveller, bucaq və s.), düzbucaq en kəsikli korputlardan.(eninin qalınlığına nisbəti 1,5-3) təbəqə yaymaq üçün, dairəvi en kəsikli korputlar boru, təkər və çoxbucaqlı korputlar döyüklər almaq üçün istifadə edilir.



Şəkil 2.8.

ştoporlu) poladtökmə
çalovunun sxemi



Metal qəliblərin növləri

Şəkil 2.9.

Poladı çalovdan metal qəliblərə üstdən, altdan (sifonla) və fasiləsiz üsullara tökülür.

Üstdən tökmə üsulunda maye polad qəliblərə bilavasitə çalovdan tökülür (şəkil 2.10a). Belə tökmədə avadanlığın prosesə hazırlanması sadələşir, metalın temperaturu altdan tökmə üsuluna nisbətən daha aşağı götürülür və tökmə sisteminə metalın sərfiyyatı istisna olunur. Lakin bəzi hallarda üstdən tökmə üsulu ilə alınmış korputların səthi kələ-kötür olur. Buna səbəb çalovdan axan maye polad şırnağın töküldüyü yerdən sıçrayan metal damcılarının korput qəliblərinin daxili divarlarının səthinə yapışaraq kristallaşmasıdır. Bu kristalların səthi oksidləşir və alınmış korputları yaydıqda belə metal kütləsinin səthi ilə qaynaqlanmır (bitişmir). Ona görə də, belə korputların səthlərin təmizlənməsi tələb olunur ki, bu da çox zəhmət tələb edən əməliyyatdır.

Bununla yanaşı üstdən tökmə üsulu aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

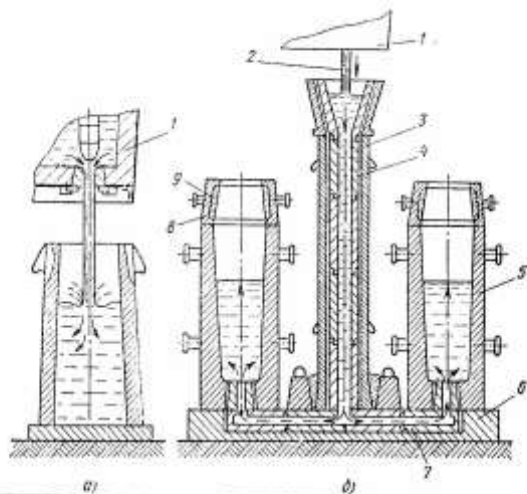
1. istehsal edilmiş korputlarda nisbətən az dərinlikli oturma koğuşu alınır;

2. maye poladda qalmış posa və qeyri-metal içqarışlar üzərək korputun üst səthinə yaxın qatda yığılır. Sonra bu qat kəsilərək yenidən ərintiyə göndərilir.

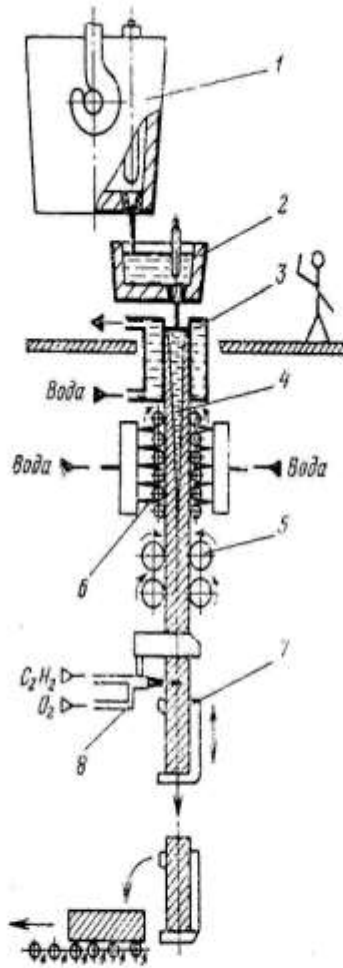
Sifonla tökmə üsulunda maye poladla, eyni zamanda, bir neçə ($4 \div 60$) korput qəlibləri doldurulur (şəkil 2.10 b). Korput qəlibləri (5) və mərkəzi tökmə sistemi (3) altlıq (6) üzərində yerləşdirilir. Mərkəzi tökmə sistemi altlığın ortasında, korput qəlibləri isə mərkəzi tökmə sistemindən eyni məsafədə yerləşdirilir. Mərkəzi tökmə sisteminin içərisində odadavamlı boru (4) yerləşdirilmişdir. Bu sistem altlıq üzərində korput qəlibləri ilə odadavamlı materialdan ibarət kanallarla birləşdirilmişdir. Maye polad (2) çalovdan (1) mərkəzi tökmə sisteminə tökülür və altdan sakit halda birləşmiş qablar qanununa əsasən korput qəliblərinə doldurulur. Bu üsul təmiz səthli korputların alınmasını, maye poladı, eyni zamanda, bir çalovdan tökülərək bir ne-

çə korputun istehsalını və məhsuldarlığın artmasını təmin edir. Lakin bu üsulla tökülmüş korputların səthində qeyri-metal içqarışıqların miqdarı çoxdur və onlarda əmələ gələn koğuşların dərinliyi çox olur ki, bu da korputun yararlı hissəsini xeyli azaldır. Üstdən tökmə üsulu ilə isə legirlənmiş yüksəkkeyfiyyətli poladlardan korput almaq üçün istifadə edilir.

Fasiləsiz tökmə üsulu ilə kristallaşdırıcı adlanan su ilə soyudulan metal qəlibə tökülmüş metal onun boşluğuna uyğun profil şəklində alınır; onun uzunluğu tökmə qəlibinə nisbətən çox, en kəsiyi isə istənilən şəkildə ola bilər. Poladın tökülməsi üçün çoxmərtəbəli qurğunun sxemi şəkil 2.11-də göstərilmişdir. Fasiləsiz tökmə üsulunun məhsuldarlığı yüksək və metal itkisi azdır, bu üsul xırdadənəli bircinsli (likvasiyasız) korputlar almağa imkan verir.



Şəkil 2.10. Poladın metal qəliblərə tökülmə üsullarının sxemi
 - üstdən tökmə; b- altıdan(sifonla) tökmə; 1- çalov; 2- maye polad;
 3- mərkəzi tökmə sistemi; 4- odadavamlı borucuqlar; 5- korbut
 qəlibləri; 6- altıq; 7- kanallar; 8- üstlük (əlavəlik); 9- odadavamlı qat.



Şəkil 2.11. Fasiləsiz pəstah tökmə qurğunun sxemi;
 1- çalov; 2-aralıq tökmə qurğusu; 3- su ilə soyudulan kristallaşdırıcı;
 4- bərkiyən korbut; 5-dartıcı valcılar; 6-ikinci soyutma zonası;
 7-kəsmə zonası; 8-qazla kəsmə

5.7. Metalın keyfiyyətinin artırılması üsulları

Müxtəlif üsullarla istehsal edilmiş poladların keyfiyyəti onların kimyəvi tərkibi, zərərli aşqarların, qazların və qeyri-metal birləşmələrin miqdarı ilə təyin edilir. Texnikanın inkişafı daha etibarlı və uzun ömürlü maşın və qurğuların hazırlanması, əridilən metalın keyfiyyətinə daha ciddi tələblər qoyur. Bunlara metalın yüksək kompleks xassələrə malik olması, tərkibində qazların və zərərli içqarışıqların az olması, istismarı zamanı ilkin xassələri qoruyub saxlaya bilməsi və s. xüsusiyyətlər aiddir. Adi əridici aqreqatlarda (oksigen konvertorları, Marten və elektrik sobaları) əridilmə yüksəkkeyfiyyətli metal alınmasına imkan vermir. Ona görə də, son illər metalın keyfiyyətinin daha da yaxşılaşdırılmasına imkan verən yeni texnoloji proseslər işlənib hazırlanmışdır. Bu proseslərə metalın sintetik posa ilə emalını, elektrik posa üsulu ilə yenidən əritməni (EPYƏ), tökmə prosesində metalın vakuumlaşdırılmasını, vakuum sobalarda əritmə və vakuum- qövsə yenidən əritməni (VQYƏ), metalın elektron-şüa və plazmalı sobalarında – yenidən əridilməsini misal göstərmək olar. Bu üsullarla əridilən metalın miqdarı getdikcə artır.

6.Əlvan metalların istehsalı

Xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində mis, alüminium, nikel, sink, maqnezium, titan, qurğuşun və qalay kimi əlvan metallardan həm təmiz halda, həm də təmiz metala nisbətən yüksək xassələrə malik ərintilərindən geniş istifadə edilir. Əlvan metallar təbiətdə saf halda az tapılır. Buna səbəb həmin metalların kimyəvi cəhətdən aktiv olmalarıdır. Bu metallar, əsasən müxtəlif kimyəvi birləşmələr şəklində tapılır.

Bu bölmədə yalnız sənayenin müxtəlif sahələrində ən çox istifadə edilən mis, alüminium və onların ərintiləri haqqında qısa məlumat verilir.

6.1. Mis istehsalı

Mis ərimə temperaturu 1083^0 C , qaynama – 2360^0 C və xüsusi çəkisi $8,93\text{ q/sm}^3$ olan qırmızımtıl- çəhrayı rəngli metaldır; parametri $a= 0,361\text{ nm}(3,61\text{ Å})$ səthi mərkəzləşmiş kub kristal qəfəsə malikdir: polimorf çevrilməsi yoxdur. Təmiz halda dartılmada möhkəmlik həddi 220 MPa və bərkliyi isə dəmirin bərkliyindən iki dəfə azdır.

Mis və onun ərintilərindən insan tərəfindən qədim zamanlardan istifadə edilir. Yaxşı istilik və elektrikkeçirmə qabiliyyəti, yüksək plastiklik xassəsinə görə təzyiq altında azan emal edilməsi və atmosfer korroziyasına qarşı davamlı olması onun elektrotexnikada, maşınqayırma və cihazqayırma sənayesində geniş tətbiqinə səbəb olmuşdur.

Mis saf halda çox az halda təsadüf olunur. Mis, əsas etibarilə, filizdən alınır. Filizlərdə mis, əsasən, sulfidli və oksidli birləşmələr şəklində olur. Mis filizlərində mis və dağ süxurundan başqa qurğuşun, gümüş, qızıl, sink, sürmə və s. elementlər də olur. Filizlərdəki boş süxurlar piritdən (FeS_2), kvarsdan (SiO_2), maqnezium və kalsium karbonatlardan və tərkibində alüminium, dəmir və s. oksidləri olan silikatlardan ibarətdir. Sulfidli birləşmələrə xalkopiriti CuFeS_2 (mis kolçedanı), xalkozini- Cu_2S , kovelini- CuS , oksidli birləşmələrə isə malaxiti- $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$, azuriti- $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$, kupriti- Cu_2O , xrizolkolanı- $\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ göstərmək olar.

Misin təxminən 80%-i sulfidli filizlərdən, 15%-i oksigenli filizlərdən, 5%-i saf mis törəmələrindən istehsal edilir.

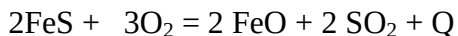
Mis filizlərinin tərkibində 6%-ə qədər mis olur və ona görə də, əritmədən qabaq onlar zənginləşdirilir. Mis filizi birləşmələri flotasiya (üzüb üstə çıxma) üsulu ilə zənginləşdirilir. Bu üsul, filiz və boş süxur hissəciklərinin müxtəlif islanma dərəcəsi ilə xarakterizə edilir; suda boş süxur hissəcikləri yaxşı, mislə zəngin hissəciklər isə pis islanılır. Zənginləşdiriləcək filiz xırdalanır, üyüdüldükdən sonra flotasiya maşınına yüklənir. Flotasiya

ilə tərkibində 15-35 % mis olan filiz konsentratı alınır ki, buna da mis konsentratı deyilir.

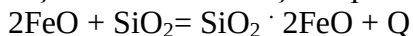
Zəngin mis filizi flotasiyaya uğradılmaz. Sulfidli zəngin mis filizi və ya mis konsentratı mis almaq üçün dəyərli xammal rolunu oynayır. Mis almaq üçün bunları əvvəlcə 600-850⁰C-də yandırırılar. Yandırma nəticəsində filizin tərkibindəki kükürdün miqdarı azalır, alınmış mis oksidləşərək müvafiq mis oksidləri əmələ gətirir və filiz daha da zənginləşir. Proses zamanı yaranmış kükürd qazından kontakt üsulu ilə sulfat turşusu istehsal edilir. Yandırma qaynar qatlı sobalarda aparılır. Sobanın döşəməsinə tökülmüş konsentrat verilmiş havanın hesabına ekzotermik reaksiyalara məruz qalır, kükürd və dəmir oksidləşir və yandırılmış məhsuldan mis almaq üçün istifadə edilir.

Alınan konsentrat əksetdirici və ya elektrik sobalarında yenidən əridilir. Alovlu əksetdirici sobanın sxemi şəkil 2.12-də verilmişdir. Sobanın əridilmə zonasında temperatur 1450⁰C-ə çatır. Yüksək temperaturda (1250-1300⁰C) mis oksidi (CuO) və dəmirin yüksək oksidləri bərpa olunur. Alınan mis oksidi FeS ilə reaksiyaya girib Cu₂S alınmasına səbəb olur. Cu₂S və FeS birlikdə əriyərək şteyn adlanan ara məhsulu əmələ gətirir. Ərimiş dəmir silikatları isə başqa oksidləri həll edərək posa alınmasına səbəb olur. Əridilmiş şteyn vaxtaşırı sobanın döşəməsi səviyyəsindəki axar deşiyindən çalovlara boşaldılır. Bundan sonra ərimiş mis şteyni konvertora tökülür və hava ilə üfürməklə qara mis alınır. Şəkil 2.13-də mis əridici konvertor göstərilmişdir. Maye mis şteyni 900-1150⁰C-də konvertorun boğaz hissəsindən konvertora töküb, konvertorun hörgüsündəki furma gözcüyündən 80....120 MPa təzyiqlə əridilmə zonasına hava üfürülür. Üfürmə zamanı əmələ gələn dəmir oksidlərini posalaşdırmaq üçün xüsusi tərtibatla kvarts qumu-flüs verilir. Havanın üfürülməsi 0,5 dəqiqə davam edir.

Mis əritmə konvertorunda gedən prosesləri iki mərhələyə ayırmaq olar. Birinci mərhələdə dəmir sulfid üfürülən havanın oksigeni ilə oksidləşib kükürd oksidi əmələ gətirir:

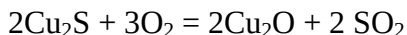


Əmələ gəlmiş FeO flüs ilə birləşərək posalaşır:

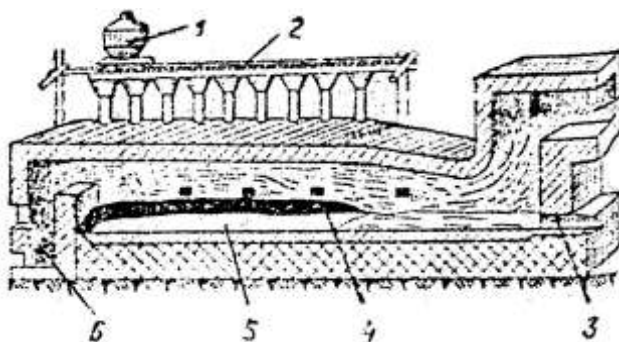


Kükürd qazı sulfat turşusu almaq üçün istifadə edilir.

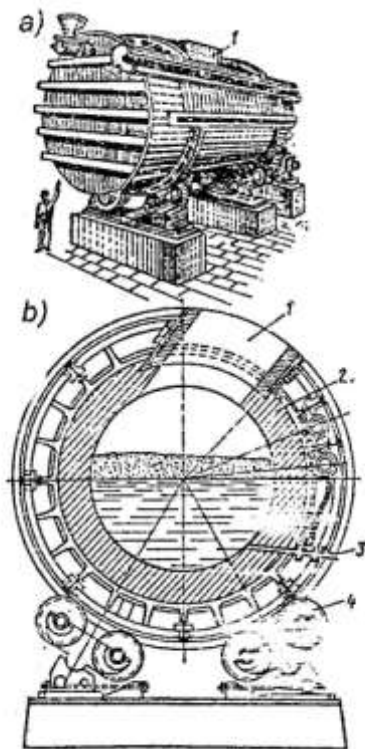
Posa konvertordan çalovlara boşaldılır və sonra ondakı misi çıxarmaq üçün əksetdirici sobalarda yenidən emal edilir. Konvertorda qalan şteyn ağ rəng alır və əsasən mis sulfiddən (Cu_2S) ibarət olur. Ağ şteynin tərkibində misin miqdarı 90%-ə yaxın olur. Bununla əritmənin birinci mərhələsi qurtarır. Posanı boşaltdıqdan sonra ikinci mərhələ başlayır. Bu zaman maye ağ şteyni hava ilə üfürülür və qara mis alırlar:



Qara misin tərkibində 98- 99% mis və az miqdarda aşqar (qızıl, gümüş, qurğuşun, platin, sink, dəmir və s.) olur. Bu mis korput qəliblərinə tökülür və onlar saflaşdırılmaya göndərilir.

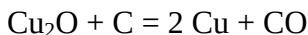


Şəkil 2.12. Alovlu əksetdirici sobanın sxemi: 1-bunker; 2-qıf; 3-axar deşiyi; 4-filiz; 5-döşmə; 6-ocaq; 7-tüstü yolu



Şəkil 2.13. Üfüqi konvertorun görünüşü (a) və en kəsiyinin (b) sxemi: 1-boğazlıq; 2-odadözümlü hörgü; 3-furma; 4-diyircək

Saflaşdırmanın iki-alovlu və elektrolitik üsulu vardır. Alovlu üsulda əridilmiş qara mis səthinə borularla hava üfürülür. Bu zaman misin tərkibindəki içqarışıqlar (Al, Si, Mn, Zn, Fe, Ni, Sb, Pb) oksidləşir, onların bir hissəsi (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2) posaya keçir və bir hissəsi də qazlarla kənarlaşır. Misin oksidləşməsinin qarşısını almaq üçün metalın səthinə ağac kömürü verilir və metaldakı mis oksidləri bərpa edilir. Bunun üçün maye metala yaş ağac tır batırılır və metal qarışdırılır, bunun sayəsində:



$\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} = 2 \text{Cu} + \text{CO}_2$ reaksiyalar gedir.

Sürətlə çıxan CO , CO_2 qabarcıqları və su buxarı metalı qarışdırır, ondan SO_2 və başqa qazların çıxmasına imkan yaradır. Bu da təmizlik dərəcəsi 99,5.... 99,7% olan mis almağa imkan verir.

Elektrolitik saflaşdırma üsulu aşqarlardan təmizlənmiş mis (99, 97% Cu) alınması üçün tətbiq edilir. Aşqarlar vannanın dibinə çökür. Bu qalığa şlam deyilir. Şlamı xüsusi deşikdən buraxıb, emal yolu ilə ondan nəcib metalları ayırırlar.

Təmizlik dərəcəsiindən asılı olaraq mis beş marka ilə istehsal olunur:

MO (99,97% Cu)

M1 (99,9% Cu)

M2 (99,7% Cu)

M3 (99,5% Cu)

M4 (99,0% Cu)

Qalanı Al, Fe, Ni, Sn, Zn, Au, Ag, Pb, Bi, O, S, Se və s.-dən ibarətdir.

6.2 Mis ərintiləri

Mis ərintilərinin tökmə xassələri təmiz misə nisbətən yüksək olduğundan fasonlu töküklər alınmasında texnikada geniş istifadə edilir. Mis əsaslı ərintilərdən ən çox yayılanı bürünc və tuncdur. Bürünc tərkibində az miqdarda başqa elementlər olan misin sinklə ərintisidir. Tuncun tərkibində isə qalay və başqa elementlər olur. Tunc qalaysız da ola bilər.

Qalaylı tuncların tökmə xassələri yüksək olur. Lakin o, az tapılır, bəhə başa gəlir və strateji əhəmiyyətli olduğundan onu ucuz və çox tapılan başqa metallarla əvəz edirlər. Bürünclərin tökmə və mexaniki xassələri yaxşılaşdırmaq məqsədilə şıxtə materiallarına sink, qalay, alüminium, dəmir, manqan, silisium, qurğuşun kimi metallar və ya onların liqaturları əlavə edilir. Tuncları və bürüncləri aşağıdakı kimi markalayırırlar: bürünclərdə markanın əvvəlində “Л” hərfi ərintinin bürünclərə, “Бр”

hərfləri isə tunclara aid olduğunu, qalan hərflər onların tərkibinə daxil olan elementləri: dəmir – Ж, manqan- Mn, nikel -Н , silisium – К, alüminium-A, sink- Ц , qalay – О, qurğuşun- С, fosfor- Ф, hərflərin sağındakı rəqəmləri isə ərintilərin tərkibindəki uyğun elementin faizlə miqdarını, sonrakı “П” hərfi isə tökükcük ərintisi olduğunu göstərir (cədvəl 2.2).

Mis ərintilərini induksiya, qövslü və alovlu sobalarda əridilir. Flüs kimi xörək duzu, şüşə qırıntıları, soda, bura, kriolit və ağac kömüründən istifadə olunur.

6.3. Alüminium istehsalı

Alüminium planetimizdə ən çox yayılmış elementlərdən biridir. Yer qabığında təxminən 8,5%-ə qədər alüminium vardır. Alüminium gümüşü ağ rəngli, ÜMK qəfəsli (parametri $a = 0,4041$ HM), polimorf çevrilməsinə malik olmayan və dəmirdən sonra texnikada çox istifadə olunan metaldir. Alüminiumun ərimə temperaturu 660°C , qaynama temperaturu $\sim 2500^{\circ}\text{C}$ dir; sıxlığı azdır, yüksək plastikliyə , istilik, elektrikkeçirmə qabiliyyətinə malikdir və korroziyaya davamlıdır. Mexaniki xassələri yüksək deyil: darıltmada möhkəmlik həddi 90-120 MPa, bərkliyi HB 20-40. Təzyiq altında yaxşı emal olur, tökmə xassələri isə pisdır.

Alüminium oksigenə qarşı çox həris olduğundan təbiətdə sərbəst tapılmaz. O, boksit, nefelin, kaolin və alunit filizlərindən istehsal edilir. Boksitlər $48-60\% \text{ Al}_2\text{O}_3$, $10-30\% \text{ Al}(\text{OH})_3$, $1,7\% \text{ SiO}_2$, az miqdarda dəmir və b. elementlərin oksidlərindən; nefelinlər $(\text{Na},\text{K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ($24-34\% \text{ Al}_2\text{O}_3$); kaolinlər $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($20-40\% \text{ Al}_2\text{O}_3$) , alunitlər $(\text{Na},\text{K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($22-33\% \text{ Al}_2\text{O}_3$)- dən ibarətdir.

Alüminium istehsalı üç mərhələni əhatə edir:

- 1.alüminium filizindən alüminium oksidinin alınması;
- 2.alüminium oksidindən elektroliz üsulu ilə ilkin alüminium alınması;
- 3.ilkin alüminium saflaşdırma prosesinə uğradılaraq bir sıra iç qarışıqlarından təmizlənməsi.

Cədvəl 2.2

Brünc və tuncların tətbiqi sahəsi, tərkibi və xassələri

Marka-ları	Kimyəvi tərkibi, %									Başqa aşqarlar	Mexaniki xassələri			Təxmini tətbiq sahəsi
	Cu	Al	Fe	Mn	Si	Ni	Sn	Pb	Zn		σ_B , MPa	δ , %	HB	
B ÜR ÜN C L Ə R														
ЛЦ 40C	57,0-61,0	-	-	-	-	-	-	0,8-1,9	Qalanı	2,0	215	20	80	Yastıqlar, oymaqlar və başqa antifrikсион hissələr
ЛЦ 14 КЗСЗ	77,0-81,0	-	-	-	2,5-4,5	-	-	2,0-4,0	-----	2,3	300*/250	15/7	100/90	-----“-----
ЛЦ 38 М и 2C2	57,0-60,0	-	-	1,5-2,5		-	-	1,5-2,5	----- -	2,2	343/245	8/10	85/80	-----“-----
ЛЦ 23A6Ж 3M и 2	64,0-68,0	4,0-7,0	2,0-4,0	1,5-3,0		-	-	-	-----	1,8	705/686	7/7	165/160	Sonsuz vint və kiçik dişli çarxlar
ЛЦ40 М 3 Ж	53,0-58,0	-	0,5-1,5	3,0-4,0		-	-	-	----- -	1,7	392/390	10/15	100/90	Gəmiçilik sənayesində armatur və başqa hissələr
T U N C L A R														
Бр 03Ц7С5Н1	77,2-80,2	-	-	-	-	0,5-1,5	2,5-4,5	3,0-6,0	6,0-9,5	1,3	206/176	5/8	60/60	Müxtəlif məqsədli antifrikсион hissələr və armaturlar
Бр 03Ц12С5	74,2-85,7	-	-	-	-		2,0-3,5	3,0-6,0	8,0-15,0	1,3	206/176	5/7	60/60	Dəniz suyu, adi və təzyiqi olan buxar şəraitində işləyən armatur hissələri
Бр 05С25	66,8-71,8	-	-	-	-		4,0-6,0	23,0-26,0	-	1,2	137/147	6/5	6045	Yastıqlar, oymaqlar və başqa sürtünməyə işləyən hissələr
Бр А9 М 3 Л		8,0-9,5	-	1,5-2,5	-				-	2,8	392/392	20/20	80/80	Oymaqlar və başqa antifrikсион hissələr (dişli çarxlar və s.)

Alüminium almaq üçün, əsas etibarilə, boksitlərdən istifadə edilir. Boksitlərdə Al_2O_3 –ün miqdarı daha çoxdur. Boksitlərdən sonra alünit filizi daha geniş yayılıb. Ən böyük alünit yataqları Çindədir, Azərbaycanda Daşkəsən şəhəri yaxınlığındakı Zəylik yatağı dünya miqyasında ikincidir.

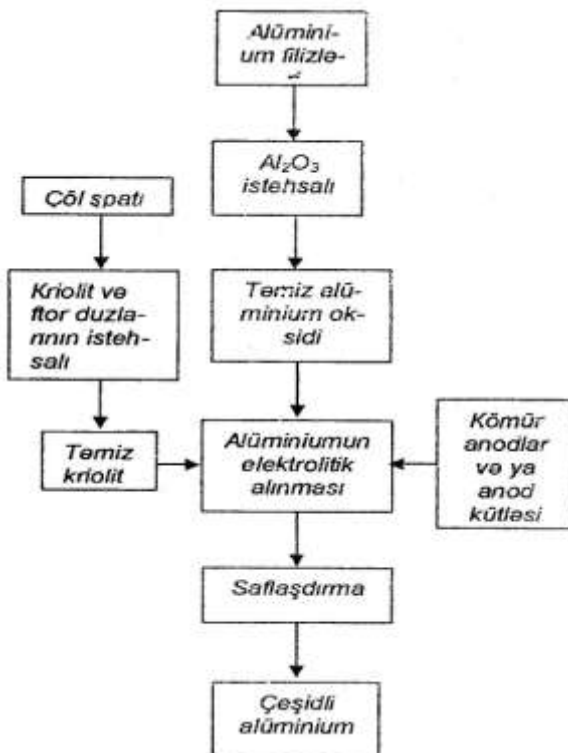
Alüminium filizlərindən alüminium oksid alınması üçün bir neçə (qələvi, turşu, elektrik- metallurji) üsuldən istifadə edilir. Qələvi üsulu daha geniş yayılmışdır. Həmin üsul, öz növbəsində, avtoklav (yaş) və bişirmə(quru) üsullarına ayrılır.

Bişirmə(quru) qələvi üsulu əsasında respublikamızın Gəncə şəhərində alüminium oksidi alınır. Şəkil 2.14-də alüminium istehsalının ümumi sxemi verilmişdir.

Alüminium oksidinin ərimə temperaturunu aşağı salmaq üçün kriolitdən (Na_3AlF_6) istifadə edilir. Əridilmiş kriolitdə həll olmuş alüminium oksid (Al_2O_3) elektroliz edildikdə parçalanaraq sərbəst alüminium və oksigen alınır. Elektroliz prosesi elektrolizer adlanan xüsusi vannalarda aparılır. Elektrolizerdəki maye kriolit qatı altında yığılmış alüminium vakuum-çalovla və ya sifonla çıxarılaraq saflaşdırmağa göndərilir. Elektrolizerin sutkalıq məhsuldarlığı 350 kq-a yaxın olur. Bir ton ilkin alüminium almaq üçün 1,98 ton alüminium oksid, 0,1 ton kriolit və 0,6 ton preslənmiş kömür anod tələb edilir.

Elektroliz vannasında alınan ilkin alüminiumun tərkibində müxtəlif oksidlər və karbidlər olur. Bu içqarışıqlardan təmizləmək üçün onu əlavə olaraq saflaşdırmaq tələb olunur. Ona görə də maye halındakı ilkin alüminiumu örtülü çalovlarda xlor ilə üfürülür. Üfürmə zamanı maye alüminiumun temperaturu $750-780^\circ\text{C}$, üfürmə müddəti 10....15 dəq. arasında dəyişir. Üfürülmüş maye alüminium qəliblərə tökülür.

Yüksək təmiz alüminium almaq üçün elektrolitdə saflaşdırma üsulundan istifadə edilir. Bu məqsədlə elektroliz vannasına susuz xlor, flüorid duzlarından ibarət elektrolit verilir. Vannaya yüksək saflığa malik alüminiumdan hazırlanmış katod və içqarışıqlarla zəngin alüminiumdan hazırlanmış anod daxil edilir.



Şəkil 2.14. Alüminium istehsalının ümumi sxemi

Bu elektrodları elektrik cərəyanının müvafiq qütbləri ilə birləşdirib dövrəni qapadıqda anod rolunu oynayan alüminium elektrodu əriyir və o, müsbət elektrik yükünə malik olduğundan katoda – yüksək saflığa malik alüminiuma tərəf hərəkət edir və onun üzərində toplanır. İçqarışıqlar isə vannanın dibinə çökür. Prosesin gedşində tədriclə anod ərintisinin tərkibində alüminium azalır, katodda isə təmiz alüminiumun miqdarı artır və onun kütləsi böyüyür. Alınmış saf alüminiumu vandan çıxararaq əridir və qəliblərə töküb pəstah hazırlanır.

Təmizlik dərəcəsindən asılı olaraq standartlara görə alüminium üç qrupa bölünür:

Xüsusi təmiz alüminium - A999 (99,999% Al)

Yüksək təmiz alüminium - A995, A99, A97 və A95 (99,995- 99,95% Al)

Texniki təmiz alüminium-A85, A8, A7, A6, A5(99,85-99,50% Al)

Tərkibin qalan hissəsi Fe, Si, Cu, Zn, Ti iş qatışıqlardan ibarətdir.

6.4. Alüminium ərintiləri

Alüminium əsaslı ərintilər tökmə və deformasiya olunan ərintilərə bölünür. Tökmə alüminium ərintilər yüksək maye axıcılığına, kiçik oturmaya malik olduğuna və çat əmələgətirməyə meyilli olmadığına görə tökük istehsalında geniş istifadə edilir.

Tökmə alüminium ərintiləri kimyəvi tərkiblərindən asılı olaraq beş qrupa bölünür:

I qrup- alüminium- silisium ərintiləri və ya siluminlər – AJ12, AJ14, AJ14B, AJ19, AJ19B;

II qrup- alüminium -silisium- mis ərintiləri- AJ13, AJ15, AJ16, AJ132, AK5M2, AK5M7(AJ10B);

III qrup- alüminium mis ərintiləri- AJ17, AJ19, AJ 33;

IV qrup- alüminium maqnezium ərintiləri – AJ18, AJ113, AJ122, AJ127, AJ128;

V qrup- alüminium digər komponentlər (Ni, Ti və b.) – AJ11, AJ111, AJ121, AK21M2, 5H2,5 .

Markalarındakı hərflər (AJ) ərintilərin tökmə alüminium ərintilərilərinə aid olduğunu, rəqəmlər isə ərintinin sıra nömrəsini göstərir. Bəzi alüminium tökmə ərintiləri “A” (alüminium) hərfi ilə başlanır, ondan sonra faizlə miqdarını göstərməklə legirləyici komponentlərin hərfi işarəsi qoyulur(silisium-K, mis-M, nikel- H). Məsələn, AK21M2,5H2,5- tərkibində 21% silisium, 2,5% mis, 2,5% nikel olan alüminium tökmə ərintisi deməkdir. Mötərizədə göstərilmiş ərinti markalarının sonunda yazılan “B” hərfi ərintinin metal qırıntılarından və tullantılarından hazırlandığını göstərir (cədvəl 2.3).

Bəzi alüminium tökmə ərintilərinin kimyəvi tərkibi

Ərintilərin qrupu və markaları		Kimyəvi tərkibi, %							
		Cu	Si	Mn	Mg	Ni	Ti	Başqa qatışıqlar	Al
I	АЛ2	-	10-13	-	-	-	-	2,2	qalanı
	AK9 (АЛ4В)	-	8-11	0,2-0,5	0,2-0,4	-	-	2,8	----“---
II	АЛ3	1,5-3	4,5-5,5	0,6-0,9	0,35-0,6	-	-	1,7	----“---
	AK5M7 (АЛ10В)	6-8	4,5-6,5	-	0,2-0,5	-	-	2,7	----“---
III	АЛ19	4,5-5,3	-	0,6-1,0	-	-	0,15-0,35	0,9	----“---
	АЛ33	5,5-6,2	-	0,6-1,0	-	0,8-1,2	-	0,5	----“---
IV	АЛ13	-	0,8-1,3	0,1-0,4	4,5-5,5	-	-	0,6	----“---
	АЛ28	-	-	0,4-1,0	4,8-6,3	-	0,05-0,15	0,6	----“---
V	АЛ 21	4,6-6,0	-	0,15-0,25	0,8-1,3	2,6-3,6	-	1,3	----“---
	AK2M2,5,5	2,2-3,0	20-22	0,2-0,4	0,2-0,5	2,2-2,8	0,1-0,3	1,5	----“---

Alüminium töküklər istehsal etmək üçün istehsalat tullantıları, alüminium korputu və alüminium liqaturu götürülür. Alüminium liqaturu Al + Mn, Ni, Al + Cu və s. ərintilərindən ibarət olur. Alüminium ərintilərini əritmək üçün elektrik müqavimət, induksion, alovlu əksetdirici və döndərilən putalı sobalardan istifadə edilir.

Deformasiyaolunan alüminium ərintiləti termiki emal ilə möhkəmləndirilməyən və möhkəmləndirilən alüminium ərintilərə bölünür. Termiki emal ilə möhkəmləndirilməyən ərintilərə alüminium manqanla və maqneziumla ərintiləri daxildir. Bunlara tərkibində 2,0-7,0% Mg, 1,0-1,6% Mn olan ərintiləri (AM_y, AM_{r2}, AM_{r5} və s.) aid edilir və onların möhkəmliyi çox da yüksək olmur; lakin yüksək korroziyaya davamlılığına və plastikliyə malikdir. Bu ərintilərdən təzyiqlə emal etməklə (yayma, presləmə və ştamplama üsulu ilə) təbəqə materiallar, borular və mürəkkəb formalı məmulatlar istehsal edilir.

Termiki emal ilə möhkəmləndirilən ərintilərin tipik nümayəndəsi düralümindir. Ərintinin tərkibi əsasən alüminium, mis və maqneziumdan ibarətdir. Korroziyaya davamlılığını artırmaq üçün əlavə olaraq manqan daxil edilir. Düralüminlər soyuq və isti halda asanlıqla deformasiya olunur. Mexaniki xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün ərintiləri 500-520⁰C temperatur intervallında qızdırdıqdan sonra suda soyudulur və təbii köhnəlmədən ibarət termiki emal prosesinə uğradılır Cədvəl 2.5-də.

Cədvəl 2.4

Alüminium tökmə ərintilərinin mexaniki xassələri tətbiq

Ərintilərin qrupu və markaları		Mexaniki xassələri			Tətbiq sahəsi
		σ_m, MPa	$\delta, \%$	HB	
I	AlI2	157	2	50	Orta rejim və yüklərdə işləyən zərif hissələr
	AK9(AlI4B)	157	-	70	Təyyarə və karbürator hissələri
II	AlI3	168	0,5	65	Təyyarə hissələri ,cihazlar, mühərrik və silindr başlıqları
	AK5M7(AlI10B)	157	-	80	Pistonlar
III	AlI19	294	8	70	Yüksək statik və dinamik yüklə işləyən, normal və yüksək temperaturalarda işləyən qüvvə ötürücü hissələr
	AlI33	255	1,5	85	-----“-----
IV	AlI13	147	2	55	Gəmi və 180-200 ⁰ C temperaturalarda işləyən başqa hissələr
	AlI28	206	5	55	Gəmi mexanizm və avadanlıq hissələri, şirin su boru armaturları, yağ və daxili yanacaq sistemləri
V	AlI 21	206	-	75	Böyük ölçülərə malik və 300-350 ⁰ C temperaturda işləyən hissələr
	AK2M2,5H25	186	-	100	Yüksək temperaturda və xüsusi şəraitdə işləyən çox məsuliyyətli hissələr

Cədvəl 2.5

Texnikada nisbətən çox istifadə edilən bəzi düralümin ərintiləri

Ərinti-lərin markası	Kimyəvi tərkibi, %					Mexaniki xassələri			Tətbiq sahəsi
	Cu	Mg	Mn	qalan Al	başqa qarışıqlar	σ_m , MP _a	δ , %	HB	
D1	3,8-4,8	0,4-0,8	0,4-0,8	qalan	0,7	420	18	100	Təbəqələr, borular,
D18	2,2-3,0	0,2-0,5	-----	-----	0,3-0,5	390	20	100	yayma profilləri
D16	1,8-1,6	0,4-0,8	0,4-0,8	-----	0,7-1,2	400	17	105	“ _____ ”

Ü Ç Ü N C Ü B Ö L M Ə TÖKMƏ İSTEHSALATI

1. Tökmə istehsalatının mahiyyəti

Müasir maşınqayırmada tökmə istehsalatın rolu çox böyükdür. Belə ki, maşın və sənaye avadanlıqları detalların 50%-i, metal kəsən dəzgahların 80%-i, toxucu maşınların 72%-i, avtomobil və traktorların 55%-i tökmə üsulu ilə hazırlanır. Tökmə üsulu ilə çəkisi bir neçə qramdan 350 tona qədər, divarının qalınlığı 0,5 mm-dən 500 mm-ə qədər və uzunluğu 10 mm-dən 20 m-ə qədər olan müxtəlif konfigurasiyalı töküklər hazırlanır.

Metaltökmə istehsalatının mahiyyəti əridilmiş metalın qabaqcadan düzəldilmiş qəlibə tökülməsi və bərkidikdən sonra müəyyən forma və ölçüyə malik tökük və ya detalların alınmasından ibarətdir. Metal tökülən qəlibin daxili hissəsi (boşluğu) detalın xarici görünüşü ilə eyni olur. Soyutma zamanı qəlibə tökülmüş metal bərkilərək içərisinə töküldüyü boşluğun şəklini alır. Sonradan tökük mexaniki emal edilərək tələb olunan konfigurasiya və ölçülü hazır detala çevrilir.

Tökmə istehsalının əsas vəzifəsi detalın forma və ölçülərinə yaxın töküyn alınmasından və mexaniki emal prosesini sadələşdirməkdən ibarətdir. Töküklərin hazırlanmasında müxtəlif tökmə üsullarından istifadə olunur: torpaq qəliblərdə tökmə, əridilən modellər üzrə tökmə, metal qəliblərə (kokilə) tökmə, mərkəzdənqaçma üsulu ilə tökmə, təzyiq altında tökmə və s. Tökmə üsulunun tətbiq sahəsi istehsalın həcmindən, töküyn forma və ölçüsündən, iqtisadi səmərəliliyindən və digər amillərdən asılıdır.

2. Töküklərin torpaq qəliblərdə hazırlanması

Tökmə qəlibi – işlək boşluq əmələ gətirən elementlər sistemidir ki, həmin boşluğa əridilmiş metal tökdükdə tökük formalaşır. Metal tökülən qəliblər birdəfəlik və ya daimi ola bilər.

Torpaq qəliblərindən yalnız bir dəfə istifadə edilir. Buna baxmayaraq, bu tökmə üsulu geniş yayılmışdır və ümumi tökük istehsalının 80%-indən çoxu torpaq qəliblərə tökməklə alınır.

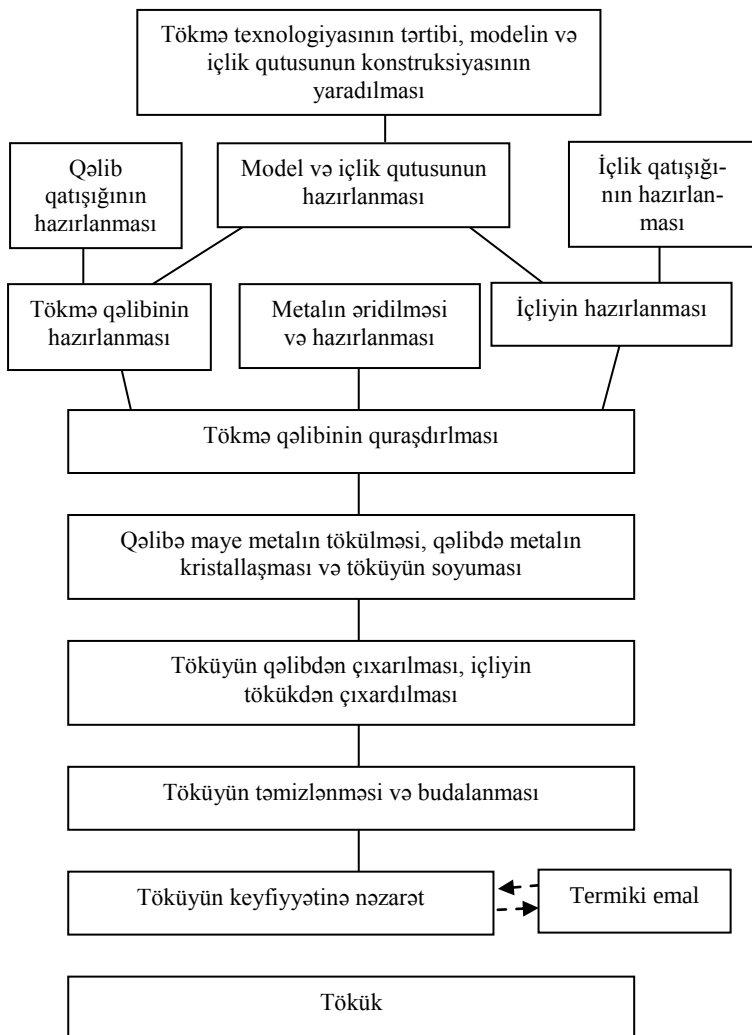
Qəliblər əl və maşın vasitəsilə hazırlanır. Əl ilə qəlib hazırlama üsulu bir və ya bir neçə tökük alınması üçün və böyük kütləli tökükləri hazırladıqda tətbiq edilir. Torpaq qəlibləri, əsas etibarilə, maşınla hazırlanır, alınmış töküklərin dəqiqliyi və əmək məhsuldarlığı yüksək olur.

Torpaq qəliblərdə töküklərin alınması texnoloji prosesinin sadələşdirilmiş sxemi 3.1-də göstərilmişdir. Bu proses tökmə tərtibat və alət sistemindən istifadə etməklə yerinə yetirilən bir neçə əməliyyatdan ibarətdir. Töküyün keyfiyyəti onun töküldüyü qəlibin keyfiyyətindən çox asılıdır.

İstənilən konfigurasiya və ölçüdə tökük almaq üçün, ilk növbədə, onun çertyoju və həmin çertyoj vasitəsilə modelin çertyoju tərtib edilir, sonra isə model hazırlanır. Model vasitəsilə qəlib torpağı (qatışığı) içərisində istehsal ediləcək töküyn forması alınır, tökükdə boşluq (açıq və örtülü), dərinlik, çıxıntı alınması tələb edildisə, qəlib içliyi hazırlanır və qəlibin içərisində yerləşdirilir. Qəlib içliyi içlik qutusu vasitəsi ilə hazırlanır.

Tökmə qəlibi və qəlib içliyi hazırlamaq üçün qəlib materiallarından istifadə edilir. Qəlib materialları iki qrupa ayrılır: a) əsas materiallar qatışığının odadavamlı hissəsi (kvars qumu), əlaqələndirici materiallar (gil, su); b) qatışığa müxtəlif xassələr verən köməkçi materiallar (torf, ağac kəpəyi, kömür). Onların tərkibi qatışığın vəzifəsindən, qəlibləmə üsulundan, tökük metalın növündən asılı olaraq dəyişdirilir.

Metal tökük mexaniki emala uğradılacaqdırsa modelin ölçüsü müvafiq surətdə artırılmalıdır. Maşın üsulu ilə qəlib hazırlama nəticəsində alınan töküklər mexaniki emal edildikdə az yonqar götürülür, əl ilə qəlib hazırlama nəticəsində istehsal edilən tökükdən isə çox yonqar götürülür. Odur ki, maşın ilə qəlib hazırlamaq üçün tətbiq edilən modellərin ölçüsü, əl ilə qəlib hazırlamaq üçün işlədilən modellərə nisbətən az götürülməlidir.



Şəkil 3.1. Birdəfəlik torpaq qəlibdə töküyün alınması texnoloji prosesinin sadələşmiş sxemi

Modellər ağacdən və ya metaldan hazırlanır. Bütün metallar maye haldan bərk hala keçdikdə oturma prosesinə məruz qalır. Oturma prosesi həcmi və xətti olmaqla iki növdür. Odur ki, modellərin ölçüsü oturmağı nəzərə alaraq artırılır. Modellərin qəlibdən və qəlib içliyini qutulardan asanlıqla çıxarılması üçün onların divarlarına, qutuların işlək səthlərinə müəyyən maillik bucağı verilir. Modellər bütöv və ayrılan (bir neçə hissədən ibarət) olur. Sadə töküklər almaq üçün bütöv, mürəkkəb konstruksiyaya malik töküklər almaq üçün isə bir neçə hissədən ibarət modellərdən istifadə edilir.

İçlik qutuları taxtadan və ya metaldan, qəlib qutular isə (opoklar) çuqundan, poladdan və ya alüminium ərintilərindən hazırlanır. Qəlib qutuları bir- biri ilə çivi vasitəsilə birləşdirilir.

Model lövhəsi üstündə modellər, tökmə sisteminin elementləri bərkidilmiş metal lövhədir. Model lövhəsi maşınla qəlibləmədə tətbiq edilir.

Qəliblər nəm və ya qurudulmuş halda maye metalla doldurulur. Nəm qəlibə tökmə üsulu iqtisadi cəhətdən əlverişlidir, lakin bu hər zaman mümkün olmur. Böyük kütləli və ölçülü tökmələr almaq üçün hazırlanan nəm qəliblər kifayət qədər möhkəm olmur, buna görə də, iri tökmələr almaq üçün qurudulmuş qəliblərdən istifadə edilir.

İki qəlib qutusunda əl ilə qəlib hazırlama prosesini model üzrə çuqun oymaq töküyün alınması üçün işlədilən qəlibin hazırlanması timsalı üzərində nəzərdən keçirək (şəkil 3.2).

Töküyün hazırlanma texnologiyası, əsasən aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

- 1) qəlibin hazırlanma üsulunun seçilməsi və əsaslandırılması;
- 2) modelin, içlik qutusunun, tökmə kanallarının (tökmə yolları elementlərinin), əlavəlik, nəfəslik (buxarlıq) və ventilyasiya sistemlərinin konstruksiyalarının müəyyənləşdirilməsi;
- 3) model dəstəsinin hazırlanması;
- 4) qəlib və içlik qatışıqlarının hazırlanması;
- 5) içliklərin hazırlanması və qurudulması;

- 6) yarımqəliblərin hazırlanması və qəlibin yığılması;
- 7) metalın əridilməsi və qəliblərə tökülməsi;
- 8) töküklərin çıxarılması və təmizlənməsi;
- 9) töküklərin budalanması və texniki nəzarətdən keçirilməsi.

Model hazırlanması və tökmə prosesinin aparılması üçün göstərişlər tərtib etmək üçün ilkin sənəd hazırlanacaq detallın (oymağın) çertyojudur (şəkil 3.2,a).

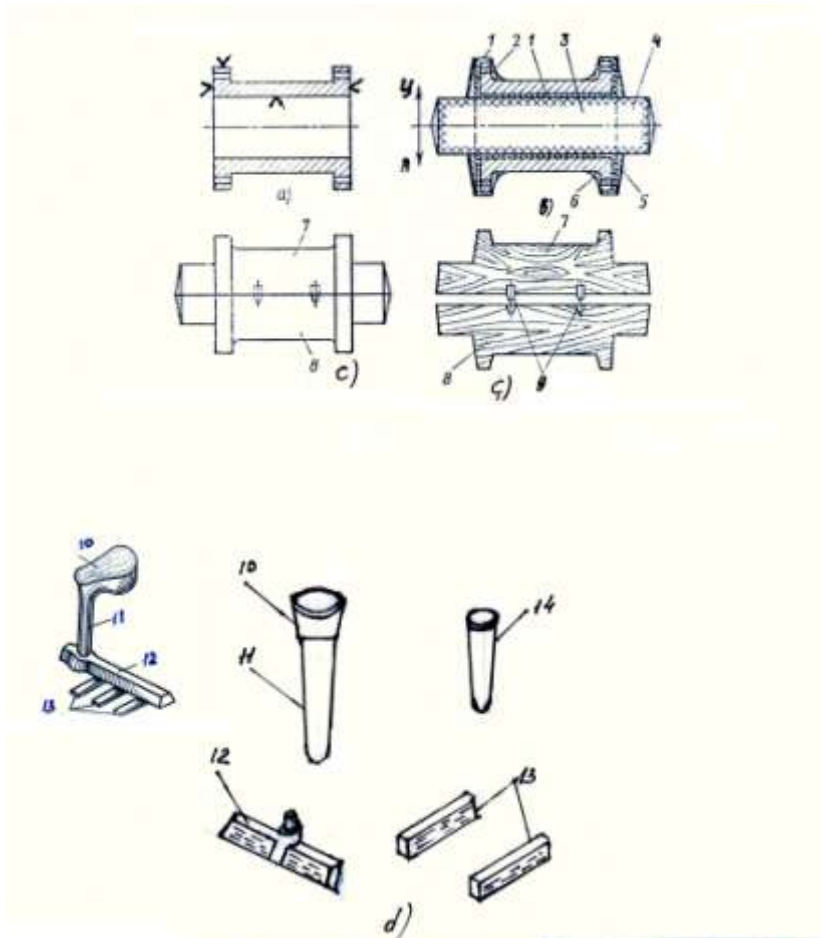
Töküyün eskizini tərtib etdikdə mexaniki emal payı 1, tökmə ilə alına bilməyən 12 mm-dən kiçikdiametrli dəşiklər 2 ştrixlənilir. Böyük diametrli dəşiklər və boşluqlar içliyin 3 köməyi ilə alınır və onların qəliblərdə düzgün yerləşdirilməsi üçün içlik işarələrindən istifadə edilir. İçlik və içlik işarələrinin kənar xətləri daxildən konturu üzrə çarpaz ştrixlənilir (şəkil 3.2, b).

Modelin ayrılma səthi şərti olaraq AM (ayrılma - model), qəlibin ayrılma səthi isə AQ (ayrılma – qəlib) hərfləri ilə işarələnir. Model və qəlibin ayrılma səthləri üst-üstə düşdükdə işarələnmə MQ (model – qəlib) şəklində aparılır. Yarımmodel-ləri 7 və 8 düzgün birləşdirmək üçün ayrılma müstəvisində modelin bir hissəsində çıxıntılar, o biri hissəsində isə onlara uyğun gələn 9 yuva vardır. (şəkil 3.2 ç).

Qəlib (içlik) hazırladıqda qatışığı sıxlaşdırdıqdan sonra modeli (içliyi) asanlıqla çıxarmaq üçün MQ müstəvisinə perpendikulyar olan səthlərə mailliklər 5 (şəkil 3.2, b) verilir.

Modeldə səthlərin kəsişdiyi məntəqədə alınan iti bucaqları müəyyən radius 6 altında dəyirmiləşdirilir. Dəyirmiləşdirilmiş iti bucaqlara qaltel deyilir.

Bütün göstərişləri çertyoja (şəkil 3.2, b) köçürüldükdən sonra model (şəkil 3.2,c) və içlik qutusu hazırlanır. Modelin konfigurasiyası və ölçüləri şəkil 3.2, b-dəki çertyoja, içlik qutusunun boşluğunun ölçü və konfigurasiyası isə içliyin ölçü və konfigurasiyasına uyğun olmalıdır. İçlik qutusunda içlik qatışığı sıxlaşdırmaqla içlik hazırlanır və möhkəmliyini artırmaq məqsədilə qurudulur.



Şəkil 3.2. Tökmənin eskizinin texnoloji tərtibedilmə nümunəsi.
Tökmə sistemi və tökmə sistemi elementlərinin modelləri

Əridilmiş metalın qəlibin boşluğuna verilməsi, boşluğun doldurulması və tökmənin kristallaşması zamanı qidalandırılması üçün tökmə sistemindən istifadə edirlər. Bundan başqa, tökmə sistemi tökmə qəlibinin maye metalla müəyyən sürətlə dolmasını, tökmənin keyfiyyətinə xələl gətirən birləşmələrdən qo-

runmasını, buxar və qazların qəlibin boşluğundan çıxmasını, əridilmiş metalın bərkiməkdə olan töküyə arasıkəsilmədən verilməsini təmin etməlidir. Onun layihələndirilməsi və hesablanması töküynün hazırlanma texnologiyasının əsas tərkib hissəsidir.

Tökmə sistemi (şəkil 3.2, d), tökmə kasası 10, şaquli kanal (dayaq) 11, posatutucu 12, qidalandırıcılar 13 və buxarlıqdan ibarətdir 14.

İki (cüt) qəlib qutusunda bir neçə hissədən ibarət modellər üzrə qəlibhazırlama daha çox tətbiq edilir.

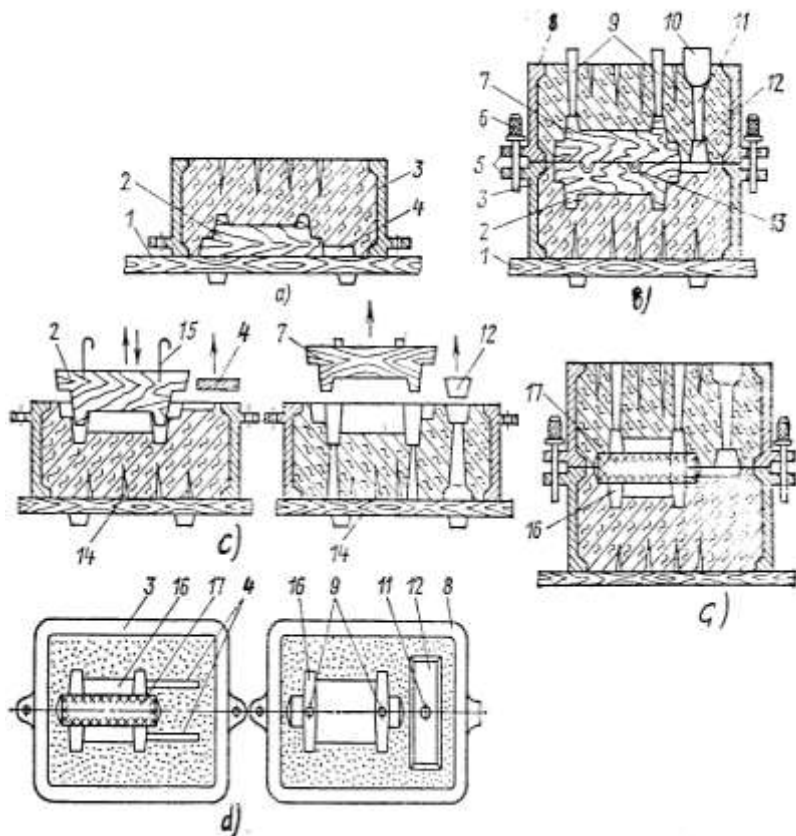
Oymaq töküynün ayrılan modellər üzrə cüt qəlib qutusunda qəlib hazırlama prosesi (şəkil 3.3) aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

Əvvəlcə alt yarımqəlib hazırlanır (şəkil 3.3, a). Bunun üçün model altı lövhənin üzərinə 1 alt yarımmodelini 2 və alt qəlib qutusunu 3 yerləşdirilir. Yarım model ilə qəlib qutusunun divarları arasında tökmə sistemin elementləri üçün yer qoyulur və yarımmodelə qidalandırıcılar 4 gətirilir. Mazut-ağ neft qarışığı və ya qrafitlə silinmiş yarımmodelin səthinə ələkdən ələməklə 20-30 mm qalınlığında təbəqə üzlük qarışığı tökülür və əl ilə sıxlaşdırılır. Bundan sonra qəlib qutusuna doldurucu (qəlib) qatışığı verilir və bərkidilir. Bu qatışığın hündürlüyü qəlib qutusuna 3 nisbətən bir az hündür olmalıdır. Doldurucu qarışığın artıq hissəsi xətkəşlə kəsilib atılır və qazların çıxması üçün qəlib qatışığında kanallar açılır. Alt yarımqəlibin hazırlanması bununla başa çatır.

Alt yarımqəlibin 180^0 döndərilərək model altı lövhənin üzərinə qoyulur, alt yarımmodelin 2 üzərinə modelin girinti-çıxıntıların 13 köməyiylə üst yarımmodel 7 qoyulur.

Mərkəzləşdirici çivilər 6 və qəlib qutusunun tutqaclarında açılmış yuvaların 5 köməyiylə alt yarımqəlib qutusunun 3 üzərinə üst yarımqəlib qutusu 8 simmetrik yerləşdirilir (şəkil 3.3, b). Yarımqəliblərin bir-biri ilə birləşməsinin (yanışmasının) qarşısını almaq üçün alt yarımqəlibin səthinə nazik qalınlıqda narın ayırıcı qum səpilir. Qəlib qazlarının xaric edilməsi üçün mode-

lin ən hündür səthində buxarlıq 9, qidalandırıcıların 4 üstündə posatutucu 12 və tökmə kasası 10 ilə birlikdə şaquli dayaq 11 yerləşdirilir. Yuxarıda göstərilmiş qayda üzrə üst yarımmodelin səthi silinir, üst qəlib qutusu 8 boşluğuna əvvəlcə üzlük, sonra isə doldurucu qəlib qatışığı tökülür və bərkidilir.



Şəkil 3.3. Ayrılan model ilə iki qəlib qutusunda tökmə qəlibləmənin hazırlanması əməliyyatlarının ardıcılığı

Artıq qalmış qatışıq kəsildikdən sonra əlavə qazkeçirici kanallar 14 açılır, buxarlığın 9, tökmə kasası və şaquli dayaqın modelləri çıxarılır. Üst yarımqəlib götürülür və 180^0 döndərilərək modelaltı lövhənin üzərinə qoyulur (şəkil 3.3, c). Laxlatmaqla yarımmodellər və tökmə sistemin qalan elementləri sancıq və qarmaqların 15 köməyilə yarımqəliblərdən çıxarılır. Qəlibin maye metalla görüşəcək səthi qrafit və ya kömür tozu ilə tozlandırılır.

İçlik qutusunda, töküyün boşluğunun şəklinə uyğunşəkilli içlik hazırlanır, odadavamlı boya ilə rənglənir və qurudulur. Qurudulmuş içlik 17 alt yarımqəlibin yuvalarında yerləşdirilir və alt yarımqəlibi üst yarımqəliblə örtülür (şəkil 3.3, ç).

Qəlibi quraşdırılarkən mərkəzləşdirici çivilərdən və bunlara uyğun yuvalardan istifadə olunur. Beləliklə, modelin xarici konfigurasiyasına uyğun boşluqlu 16 və tökükdə tələb olunan dəyişmə almaq üçün istifadə olunan işlikli 17 metalın tökülməsinə hazır olan qəlib alınır.

Şəkil 3.3 d-də alt və üst yarımqəliblərin ayrılma səthi üzrə görünüşü göstərilmişdir. Alt yarımqəlibdə modelin (boşluğu) 16, içliyin 17 və qidalandırıcıların 4, üst yarımqəlibdə isə modelin 16, buxarlığın 9, posatutucusunun 12 və dayaqın 11 izi görünür.

Əridilmiş metalı qəlibə tökməzdən əvvəl yığılmış qəlibin üstünə yük qoyulur və yaxud yarımqəliblər bənd, naz və b. üsulla bir-birinə bağlanır. Əks halda metalın təzyiqin təsiri ilə üst qəlib yuxarı qalxa bilər, ayrılma səthi üzrə metalın axmasına və itkisinə səbəb ola bilər.

Qəliblərə maye metal müxtəlif konstruksiya və tipli çalovların köməyilə tökülür. Maye metal tam kristallaşdıqdan (bərkidikdən) və kifayət qədər soyuduqdan sonra töküyü çıxartmaq üçün tökmə qəlibi dağıdılır, içlikdən azad edilir və səthi təmizlənir. Tökük üzərindəki tökmə sistemi kanalında və buxarlıqda bərkimiş halda qalan metal kəsilir və töküyün keyfiyyəti yoxlanılır.

Eyni qayda üzrə quru halda istifadə edilən qum-gilli qəliblər hazırlanır. Bu halda qəliblərin qurudulması və qəlib səthlərinin boyaması kimi əməliyyatlar əlavə olunur. Qurudulmuş qəliblər irikütləli polad töküklər almaq üçün istifadə olunur.

3. Töküklərin hazırlanmasında tətbiq edilən başqa üsullar

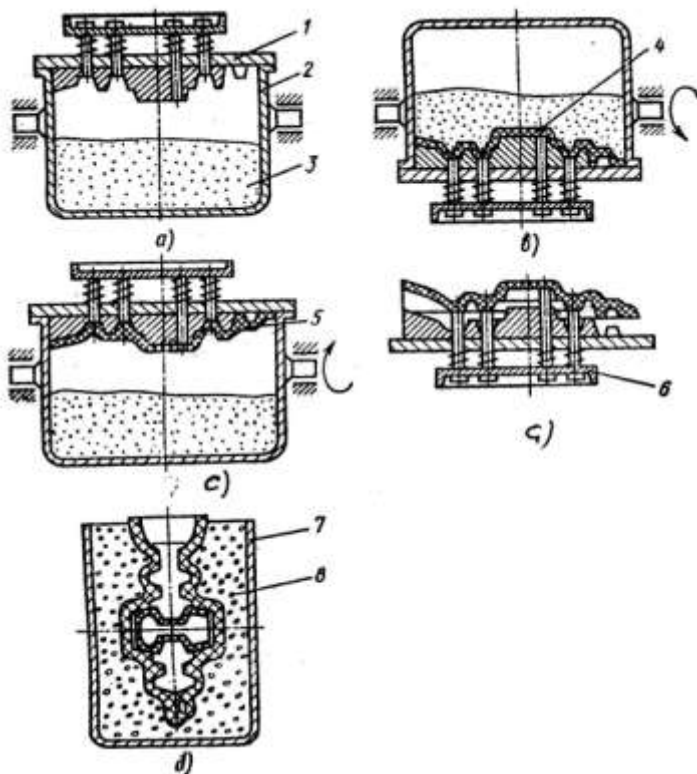
Tökmə alınması üçün başqa üsullardan da istifadə edilir. Bu üsullarla daha dəqiq ölçülü və təmiz səthə malik yüksəkkeyfiyyətli töküklər alınır. Torpaq qəliblərdə tökük alınmasından fərqli olaraq bu üsullar əmək məhsuldarlığının artırılmasına, iş şəraitinin yüngülləşdirilməsinə, mexaniki emal payının azaldılmasına və ya tamamilə aradan qaldırılmasına imkan verir. Bundan başqa, metala qənaət olunur və töküklərin mexaniki emala xərcləri azalır. Bu üsullara çox vaxt xüsusi və ya mütərəqqi tökmə üsulları da deyilir.

Xüsusi tökmə üsullarına qabıqlı qəliblərə tökmə, əriyən modellər üzrə tökmə, metal qəliblərə tökmə (kokil tökməsi), mərkəzdənqaçma qüvvəsi altında tökmə, təzyiq altında tökmə və s. aiddir. Qabıqlı və əriyən modellər üzrə hazırlanmış qəliblərdən tökük alma proseslərində birdəfəlik və kokil, mərkəzdənqaçma qüvvəsi altında və təzyiq altında tökmə qəliblərdən isə daimi istifadə olunur.

3.1. Qabıqlı qəliblərə tökmə

Qabıqlı qəliblərdə tökmə üsulu ilə əlvan və qara metal ərintilərindən çox təmiz və dəqiq ölçülü mürəkkəb konstruksiyaya malik nazik divarlı töküklər almaq mümkündür. Bu üsul ilə armatur hissələri, dirsəkli vallar, dişli çarxlar, polad ulduzcuqlar və s. istehsal edilir.

Aşağıda qabıqlı qəliblərdə ayrılan modellər üzrə tökmə alınmasının sxemi verilir (şəkil 3.4).



Şəkil 3.4. Qabıqlı qəliblərin hazırlanma ardıcılığı

Metaldan düzəldilmiş modelin yarısı birinci metal lövhəyə, ikinci yarısı ikinci lövhəyə birləşdirilir. Lövhə və modellər alüminium, çuqun və poladdan hazırlanır.

Qabıqlı qəlibləri hazırlayarkən modelli lövhələr sobada $200-250^{\circ}\text{C}$ -dək qızdırıldıqdan sonra səthinə pulverizator vasitəsilə yağlayıcı təbəqə çəkilir. Yağlayıcı təbəqəsi qəlib qatışığını model və lövhəyə yapışmağa qoymur. Sonra model lövhəsi 1 içərisində qəlib qatışığı olan 3 döənən metal bunkerə 2 bağlanır (şəkil 3.4, a). Qəlib qatışığı xırda kvars və ya sirkon qumundan və əlaqə yaradıcı termoreaktiv materialdan (qatran) ibarətdir.

Qəlib qatışıǵına nəmləşdiricilər (aǵ neft, qliserin), həlledicilər (aseton, etil spirti) və başqa materiallar əlavə edilir.

Bunker 180⁰ döndərilərək qəlib qatışıǵı model lövhəsinin üzərinə tökülür və 10-30 saniyə belə saxlanılır. Lövhə ilə təmasda olan qatışıq qatında qatran əriyir və xırda qum dənələri özünə yapışdıraraq qalınlıǵı 5-15mm olan (saxlama vaxtdan asılı olaraq) qum-qatran örtüyü 4 əmələ gətirir (şəkil 3.4, b). Bunker əvvəlki vəziyyətə gətirilir, artıq qəlib qatışıǵı bunkerə tökülür (şəkil 3.4, c). Model altı lövhə yarımbərkimiş qabıqlı qəliblə bunkerdən ayrılır və 1-1,5 dəqiqə ərzində temperaturu 300-350⁰C olan sobada qızdırılır. Bu halda termoreaktiv qatran bərk hala keçir. Bərkimiş qabıq modeldən itələyici vasitələrlə itələnilir 6 (şəkil 3.4, ç).

Eyni qayda üzrə qəlibin ikinci yarısı hazırlanır, qəlibin hər iki yarısı tezbərkiyən xüsusi yapışqanla presdə bir-birinə birləşdirilir. Qəlibi maye metalla doldurmazdan qabaq onu qəlib qutusunda (opok) 7 yerləşdirib ətrafına qum və ya çuqun qırma 8 doldurulur ki, qəlibə maye metal tökdükdə qabıqdan olan qəlib metalın təzyiqindən dağılmasın (şəkil 3.4, d).

Qəlibə maye metal tökülür, model soyuduqdan sonra xüsusi vibrasiya qurğularının köməyiylə qəlib dağıdılır, tökük kənar edilir və təmizlənilir.

Qabıqlı qəliblərdə divarının qalınlıǵı 3-15mm, kütləsi 0,25-100 kq-dək olan töküklər alınması mümkündür. Bu üsulun mənfi cəhəti qəlib materiallarının baha başa gəlməsi və iş zamanı zərərli qaz ayrılmasıdır.

Kütləvi istehsalatda proses avtomatlaşdırılmış maşınlarda yerinə yetirilir.

3.2. Əriyən modellər üzrə tökük istehsalı

Bu üsulla müxtəlif ərintilərdən qalınlıǵı 0,5mm-dək və ağırlıǵı bir neçə qramdan 100 kq-a qədər çox dəqiq ölçülü və mürəkkəb konstruksiyaya malik töküklər almaq mümkündür. Prosesin mahiyyəti aşağıdakı əməliyyatlardan ibarətdir:

1. detalın çertyojuna əsasən ərintinin oturması və mexaniki emal payını nəzərə alınmaqla metaldan model-etalon hazırlanır;

2. metal-etalon üzrə aşağı temperaturda əriyən ərintilərdən pres-qəlib hazırlanır; pres-qəlibin daxili boşluğunun konfigurasiyası alınacaq töküyn xarici səthinin konfigurasiyasına uyğun olmalıdır;

3. pres-qəlib boşluğuna maye və ya yarım-maye halda tez əriyən maddə qarışığı preslənir, alınmış modellər tökmə sistemi ilə birləşdirilir və modellər bloku yığılır; tökmə sistemi də pres qəlibdə hazırlanır;

4. modellər blokunun səthi bir neçə qat odadözümlü maddə ilə örtülür və qurudulur;

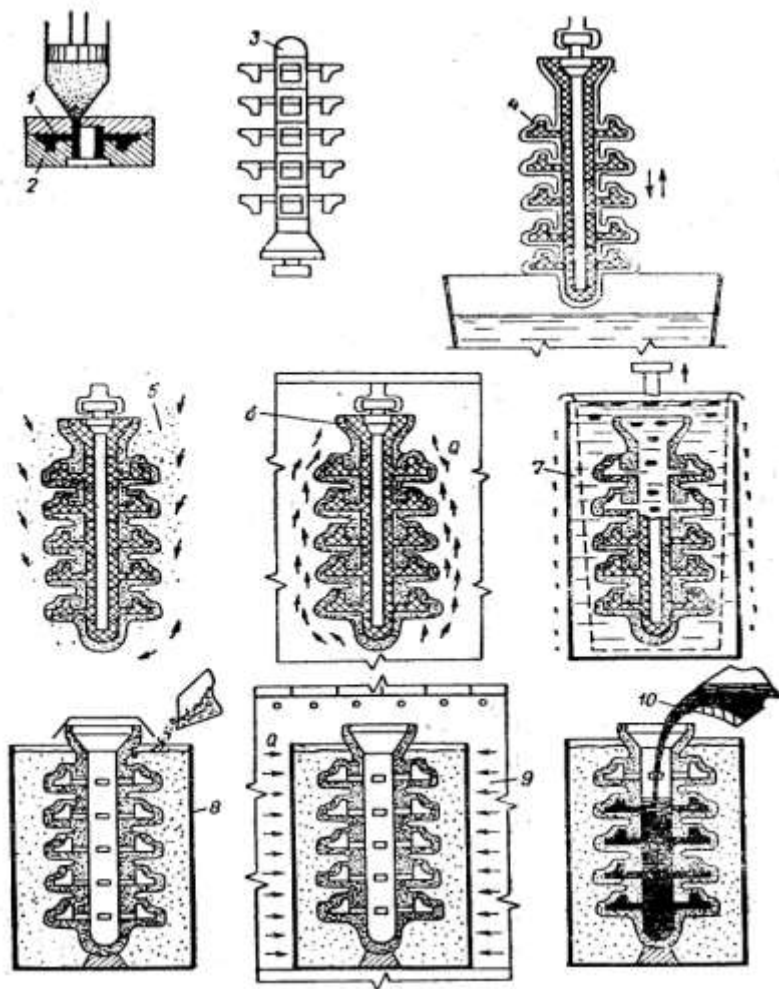
5. model bloku qaynar su olan çənə batırılmaqla modelin tərkibi əridilir və qabıqlı qəlib qurudulur;

6. qabıqlı qəlib opokda (qəlib qutusu) yerləşdirilir, ətrafına kvars qumu tökülür, $900-950^{\circ}\text{C}$ olan sobada müəyyən müddət ərzində qızdırılır, qəlibə əridilmiş maye metal tökülür, töküük soyuduqdan sonra qəlib dağıdılır, tökmə sistemi ondan ayrılır və təmizlənir.

Əridilən modellər üzrə töküklərin hazırlanma texnoloji prosesinin sxemi şəkil 3.5-də göstərilmişdir.

Pres-qəlibə 2 tez əriyən komponentləri (parafin, stearin, sintetik polietilenli mum və s.) təzyiq altında doldurmaqla töküyn birdəfəlik modeli 1 alınır. Sonra bu modellərdən ümumi tökmə sisteminə malik modellər bloku 3 yığılır. Model bloku içərisində odadözümlü materialdan hazırlanmış (tozvari kvars, elektrokorund və s.) etilsilikatın sulu məhlulu qarışdırılmış suspenziya 4 ilə örtülür, oradan çıxarılıb üzərinə kvars qum, yaxud şamot tozu 5 səpilir və qurudulur. Adətən, möhkəmliyi tələb olunan səviyyədə olan qabıq 6 almaq üçün bu əməliyyat 4-6 dəfə təkrar olunur.

Model isti suda 7 əritməklə qəlibdən kənar edilir. Bunun üçün onu bir neçə dəqiqə müddətində içərisində su olan çəndə $80-90^{\circ}\text{C}$ -dək qızdırılır. Alınmış qabıqlı qəlib qurudulur və qəlib qutusunda yerləşdirilib 8 ətrafına kvars qumu tökərək sıxlaşdırılır.



Şəkil 3.5. Əridilən modellər üzrə töküklərin hazırlanma texnoloji prosesinin sxemi

Model tərkiblərinin qalıqlarını və nəmliyi kənar etmək üçün qabıqlar 9 sobada $900-1000^{\circ}\text{C}$ -dən 2 saat qızdırılır. Sonra sobadan çıxarılmış qızmar qəlibə maye metal 10 tökülür. Tökük soyuduqdan sonra qəlib dağıdılır, tökmə sistemi ondan ay-

rılır və qələvi məhlulunda kimyəvi təmizlənilir. Bundan sonra tökük suda yuyulur və qurudulur.

Bu üsuldən fərdi, kütləvi və seriyalı istehsalatda mürəkkəb konfigurasiyalı odadavamlı, çətin emal olunan və korroziyaya dözümlü töküklərin alınmasında istifadə olunur.

3.3. Kokil vasitəsilə tökük istehsalı

Kokil vasitəsilə tökük istehsalı metal qəliblərdə tökük alınmasının bir növü olub müxtəlif ərintilərdən çox sayda töküklər almağa imkan verir. Kokillər çuqundan, poladdan və başqa ərintilərdən hazırlanır. Kokilin materialı ərintinin növündən və ərimə temperaturundan asılıdır. Kokillər vasitəsilə əlvan və qara metal ərintilərindən onlarla və minlərlə tökük almaq mümkündür. Buna görə də, kokilləri bəzi hallarda daimi qəlib də adlandırırlar.

Kokilə tökmədə qəlib və içlik hazırlama, onların qurudulması, torpaqdan çıxarılması və təmizlənməsi əməliyyatı ixtisara salınır və qəlib qatışıqına ehtiyac qalmır. Dəqiq formalı və ölçülü töküklər istehsal edilir, səthin kələ-kötürlüyü azalır, bu isə mexaniki emal payının 2 dəfədən də çox azalmasına səbəb olur. Kokilə tökülmüş metal tez soyuduğundan xırdadənəli struktura malik olur ki, bu da onların mexaniki xassələrini artırır.

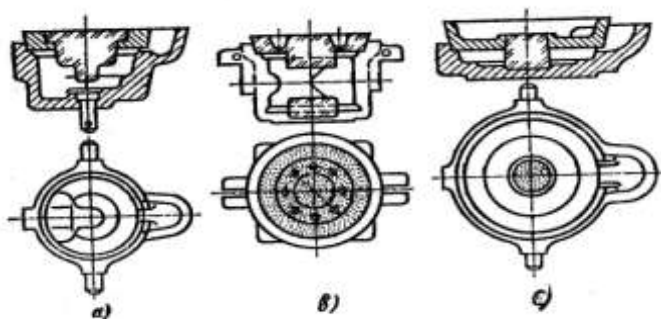
Bununla yanaşı kokilə tökmə üsulunun, kokillərin hazırlanmasının bəzi başa gəlməsi, mürəkkəbşəkilli və nazik divarlı töküklərin alınmasının çətinləşməsi, töküklərdə çatların əmələ gəlməsi, çuqun tökmələrdə ağarma qatının yaranması və yüksək bərkliyə malik sementinin (Fe_3C) əmələ gəlməsi və s. nöqsanları da vardır.

Kokilə tökmə üsulu ilə qalınlığı 3-100 mm və kütləsi 0,1-500 kq olan tökmələri almaq olur. Bu üsulla cihazların gövdələri, daxili yanma mühərriklərin hissələri və sənayenin başqa sahələri üçün çuqun, polad və əlvan metal ərintilərindən töküklər hazırlanır. Kiçikölçülü kokillər boz (C Ç 18-36, CÇ 28-48) və yüksək möhkəm (BÇ 42-12 və BÇ 45-5), orta boz (CÇ 15-32,

CY 21-40) çuqunlardan, iri – 15Л, 15 XMЛ poladlardan, su ilə soyudulan kokilləri isə alüminium və mis ərintilərindən hazırlanır. Mürəkkəb detalların tökmələri almaq üçün bir neçə hissədən ibarət və quraşdırılan metal qəliblərdən istifadə edirlər. Qəliblərin qoyuluş və məsul hissələri yüksəklegirlənmiş poladdan (45X14H14B2M, 40X10C2M), içlikləri çox karbonlu (Y7, Y8, Y10) və azlegirlənmiş poladdan (30 XГCA) hazırlanır.

Kokillərin istismar müddətini artırmaq və qara metal ərintilərdən hazırlanan töküklərin səthində ağarma prosesinin qarşısını almaq üçün onlar qızdırılır və işlək səthinə istiliyi pis keçirən odadözümlü materiallardan nazik təbəqə çəkilir.

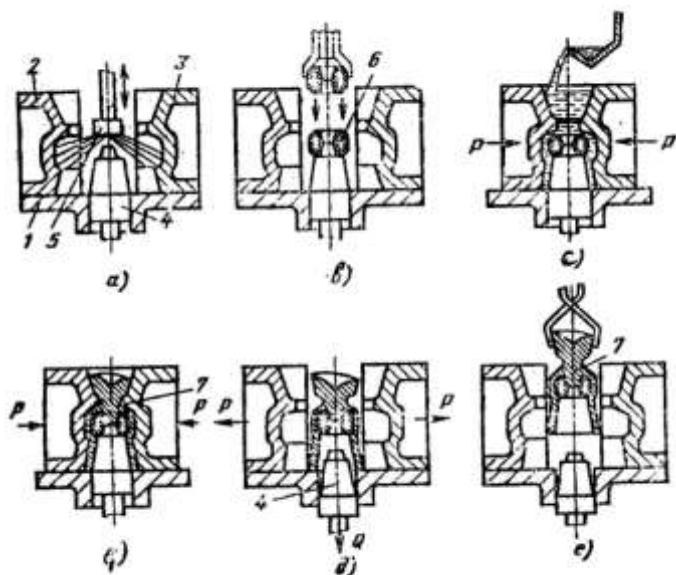
Kokillər konstruksiyalarına görə sökülən və sökülməyən olur. Sökülən kokillər, öz növbəsində, üfüqi, şaquli və kombinəli ayrılma müstəvili hazırlanır. Sadə konfigurasiyalı tökmələr sökülməyən (silkələnən) kokillərdə (şəkil 3.6, a) alınır. Kiçik səthli, kələ-kötürlüyü və çox mürəkkəb olmayan tökükləri şaquli ayrılma müstəvili (şəkil 3.6, b), iriölçülü və sadə konfigurasiyalı üfüqi ayrılma müstəvili (şəkil 3.6, c), mürəkkəb quruluşa malik olanları isə kombinəli ayrılma müstəvili kokillərdə istehsal edilir. Daxili boşluqları gil-torpaq və ya metal içliklərin köməyi ilə əldə olunur. Metal içlikləri tökmələrdə soyumuş möhkəm qat yarandıqdan sonra çıxarılır.



Şəkil 3.6. Müxtəlif kokil növləri: a - sökülməyən (silkələnən); b - şaquli ayrılma müstəvili; c - üfüqi ayrılma müstəvili

Kokil boşluğuna maye metal üstdən, altıdan (şifonlu) və ya pilləvari (yarıqvarı) qidalandırıcısı olan tökmə sistemi ilə verilir Kokilə maye metal verildikdə onun boşluğundan hava və qazların çıxması üçün ayrılma müstəvisində kanallar və divarında deşiklər açılır.

Şəkil 3.7-də şaquli ayrılma müstəvili kokildə tökülün alınma texnoloji prosesinin sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 3.7. Şaquli ayrılma səthli kokildə töküklərin alınma texnoloji prosesinin ardıcılığı

Şaquli ayrılma müstəvili kokil altılıq 1, iki simmetrik hissələrdən 2 və 3, metal içlikdən ibarətdir. Yarımkokillərin və içliyin işçi səthləri $150-180^{\circ}\text{C}$ -yə qədər qızdırılır və pulverizatorla 5, 0,3-0,8 mm qalınlığında odadözümlü təbəqə yaradılır. Odadözümlü təbəqə həm də kokilin işçi səthini birdən qızmadan, tökülə yapışmadan qoruyur, maye metalın soyuma sürətini azaldır və töküyn keyfiyyətini artırır. Qoruyucu təbəqə ya-

ratmaq üçün odadavamlı (narın kvars və marşalit, təbəşir, qrafit və s.) və əlaqələndirici (maye şüşə) materiallardan ibarət sulu suspenziyadan istifadə olunur. Sonra manipulyatorun köməyiylə qumlu birdəfəlik içlik 6 qoyulur (şəkil 3.7, b). Onun vəzifəsi tökükdə metal içliklə 4 alınması mümkün olmayan genişlənən boşluğun alınmasını təmin etməkdir. Sonra yarımkokillər 2 və 3 bir-biri ilə birləşdirilir və maye metal tökülür (şəkil 3.7, c). Tökük bərkidikdən 7 (şəkil 3.7, ç) və kokildə optimal temperatura qədər soyuduqdan sonra yarımkokillər 2 və 3 açılır və metal içlik 4 aşağı çəkilir (şəkil 3.7, d). Manipulyatorun köməyiylə tökülük 7 kokildən çıxarılır (şəkil 3.7, e). Kokil növbəti tökülmə əməliyyatı üçün hazırlanır və proses təkrarlanır.

Kokildən çıxarılmış töküklər çapılır və təmizlənir. Ehtiyacı olduqda töküklər termiki emala uğradılır, yoxlanılır və mexaniki emal olunur.

Hazırda iriseriyalı və kütləvi istehsalatda kokilətökmə üsulundan geniş istifadə edilir. Texnoloji prosesin bütün əməliyyatları mexanikləşdirilir və avtomatlaşdırılır.

3.4. Mərkəzdənqaçma üsulu ilə tökmə

Bu üsulun mahiyyəti maye metalı öz oxu ətrafında fırlanan qəlibə tökərək mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiri altında kristallaşmış yüksək sıxlığa və mexaniki xassələrə malik tökülük alınmasından ibarətdir.

Mərkəzdənqaçma üsulu ilə töküklər alınması üçün üfüqi, şaquli və bəzən maili oxlar ətrafında fırlanan qəliblərə malik maşınlardan istifadə edirlər. Qəliblər çuqundan və poladdan hazırlanır. Bu qəliblər xaricdən su və ya hava ilə soyudulur, davamlılığını artırmaq üçün onların daxili səthinə xırda kvars qumundan, xırdaalanmış ferrosilisium, alüminium tozu və tozvarı qrafitdən ibarət odadözümlü örtük çəkilir. Əksər hallarda qəlib maye metal ilə doldurulmazdan qabaq qızdırılır.

Şəkil 3.8-də üfüqə (a) və şaquli (b) fırlanma oxlu mərkəzdənqaçma maşınlarında töküklərin hazırlanması prosesinin sxemi

göstərilmişdir. Üfüqi fırlanma oxlu mərkəzdənqaçma maşınlarında su, qaz, kanalizasiya boruları, oymaqlar, gilizlər və s. uzunluğu diametrindən dəfələrlə çox olan töküklər istehsal edilir. Bu maşınlarda tökülən su və kanalizasiya boruların uzunluğu 4-10 m, diametrli 100-1000 mm və kütləsi 100-500 kq, məhsuldarlığı saatda 24-34 ədəd boru olur. Şaquli fırlanma oxlu mərkəzdənqaçma maşınlarında istehsal edilən töküyün hündürlüyü boyunca divarın qalınlığı eyni olmur. Onun sərbəst səthinin həndəsəsi silindrik yox parabol şəkilli alınır. Bu üsulla tökmədə fırlanan qəlibə tökülən maye metalın hər bir hissəciyi mərkəzdənqaçma və qravitasiya qüvvələrin təsirinə məruz qalır. Bunların əvəzləyici qüvvəsi radius istiqamətində olmayıb ona maili istiqamətdə yönəlmiş olur ki, bu da töküyün hündürlüyü boyunca divarının qalınlığının müxtəlif alınmasına səbəb olar. Ona görə də, bu üsulla hündürlüyü az olan töküklər (halqa, dişli çarx, qasnaq, sağanaq və s.) istehsal edilir.

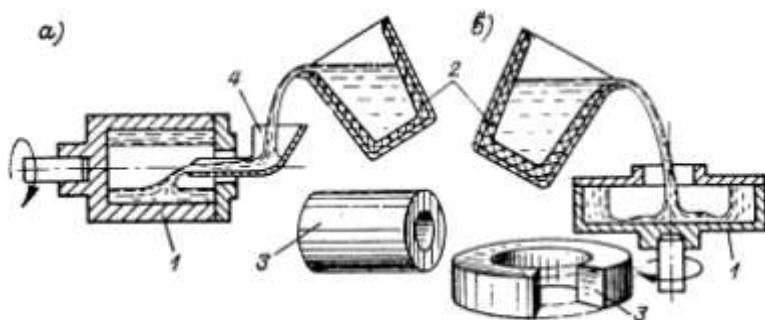
Mərkəzdənqaçma üsulu ilə ikiqat bimetallik töküklər, yəni iki müxtəlif ərintilərdən ibarət töküklər alınmasına imkan verir. Bu halda əvvəlcə metal qəlibə bir ərinti töküb maşına fırlanma hərəkəti verilərək kristallaşdırılır, sonra isə üzərinə ikinci ərinti əlavə edib, həmin əməliyyat təkrar olunur. Bu üsuldən əriyən modellərlə hazırlanmış qəliblərin tökülməsində və çətin emal olunan ərintilərdən tökük alınmasında da istifadə edilir.

Qəlibin fırlanma sürətinin töküklərin keyfiyyətinə böyük təsiri vardır. Şaquli fırlanma oxlu maşınlarda qəliblərdə fırlanma sürətini $n=K\sqrt{H}$ düsturu ilə təyin edilir; burada, K -töküyün xarici D və daxili d diametrlərindən asılı olaraq götürülən əmsal; H -töküyün hündürlüyüdür. Üfüqi fırlanma oxlu maşınlarında qəlibin fırlanma sürəti $n=5520/\sqrt{r\gamma}$ düsturu ilə təyin edilir; burada, 5520-ərintinin növündən asılı olmayan sabit əmsal; γ -ərintinin sıxlığı, q/sm^3 ; r – töküyün daxili (sərbəst səthinin) radiusu, sm.

Mərkəzdənqaçma üsulu ilə tökmədə töküklər ikitərəfli soyuyur; xarici səthi öz istiliyini qəlibə, daxili (sərbəst səthi) isə

əhatə mühitinə verir. Orta hissəsindəki metal qızmar halda qalır və onun kristallaşması axırda başa çatır. Bu zaman maye metalda olan posa, qaz və digər birləşmələrin üzə çıxması asanlaşır. Həmçinin, töküklərin soyuma, kristallaşma və bərkiməkdə olan qatda maye metalın qidalanmasına müsbət təsir göstərir. Nəticədə mərkəzdənqaçma ilə tökmə prosesinin əsas üstünlükləri müəyyənləşir: maye metalın qəlibi doldurulma şəraiti və töküklərin qidalanması yaxşılaşır, onların strukturu xırdalanır, metal qeyri-metal birləşmələrindən təmizlənir və bunun sayəsində töküklərin mexaniki xassələri yüksəlir; tökmə sisteminə ehtiyac qalmır və içlik hazırlanma prosesi aradan qaldırılır; töküklərin kütlə üzrə dəqiqliyinin yüksəlməsi və ölçülərinin stabilləşdirilməsi hesabına metaldan istifadə əmsalının qiyməti qum-gilli qəliblərə tökmədəkinə nisbətən yüksəlir. Lakin mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiri ilə yüksək legirlənmiş ərintilərdən alınan töküklərin daxilində qeyri-bircinsli struktur (likvasiya) əmələ gəlir. Likvasiyanın bu mənfi təsirini metal qəlibin fırlanma sürətini nizamlamaqla aradan qaldırmaq olar.

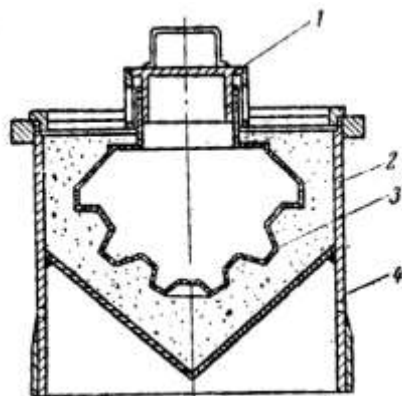
Mərkəzdənqaçma ilə tökmə yüksək məhsuldarlıqlı və asan avtomatlaşdırıla bilən, istehsalı yüksək texniki-iqtisadi göstəricilərə və əlverişli əmək şəraitinə malik prosesdir.



Şəkil 3.8. Üfüqi (a) və şaquli (b) fırlanma oxlu mərkəzdənqaçma maşınında töküklərin hazırlanması prosesinin sxemi

Qabıqlı qəliblərdə, əriyən modellər üzrə və mərkəzdən-qaçma tökmə üsullarının üstünlüklərini nəzərə almaqla müəllifin aktiv iştirakı ilə Azərbaycan alimləri neft və qaz quyularının qazılmasında istifadə edilən qazma baltaların əsas hissəsi olan şaroşka detalının tökmə texnologiyasını işləmiş və istehsalatda (RF-nın F.Dzerjinski adına Sarapul maşınqayırma zavodunda) tətbiq olunmuşdur.

Layihələndirilmiş və hazırlanmış MQ-3 modelli mərkəzdənqaçma maşınla şaroşka töküyün alınma texnologiyası aşağıda göstərildiyi kimi aparılır. Qabıqlı qəliblərdə mərkəzdənqaçma üsulu ilə şaroşka tökülməsi texnologiyasının əsas elementi qabıqlı qəliblə opokun və opokla maşının planşaybasının (maşına bənd etmək üçün qurğu) fırlanma mərkəzlərinin uyğunlaşdırılmasıdır. Əvvəlcə hazır (bişmiş) qabığı opokda yerləşdirilir, onun ağzı qapaqla örtülür və opokun üst diametrinə uyğun mərkəzləşdirilir (şəkil 3.9). Maye metalın tökülməsinə hazır opoku maşının planşaybaşına bərkidilir. Növbə ilə işləyən silindirik dişli çarxların köməyiylə, planşaybasının dövrlər sayını dəqiqədə 250-dən 300-ə qədər dəyişmək mümkündür. Maye metalı qəlibə töküldükdən və müəyyən vaxt keçdikdən sonra avtomatik olaraq elektrik mühərrikinin dinamikı dayandırma (tormozlama) sistemi işə salınır. Dayandırma prosesində planşaybaya dəqiqədə 8-10 dinamikı zərbə verilir və bunun nəticəsində tökükdə yaranan dentrit kristalları xırdalanır. Planşaybanın dinamikı dayandırılması qurtarandan sonra qəlibin fırlanması metalın tam bərkiməsinə qədər davam edir. Bu üsulla tökülmüş şaroşkalar daha dəqiq ölçülü və təmiz səthə malik olması, mexaniki xassələrinin yüksək alınması qazma baltalarının istismar müddətinin xeyli uzanmasına səbəb olur.



Şəkil 3.9. Qabıqlı qəlibdə şaroşka töküyünün alınma sxemi:
1 – qabığın uyğunlaşdırılma (mərkəzləşdirmə) aləti; 2 – kvars qumu; 3 – qabıq; 4 - opok

Bu yeni texnologiyaya görə müəllif 1967-ci ildə SSRİ məkanında Moskvada keçirilmiş Gənclərin Ümumittifaq Texniki Yaradıcılıq baxışının laureatı diplomuna layiq görülmüş və Xalq Təsərrüfatı Nailiyyətləri Sərgisinin bürünc medalı ilə təltif olunmuşdur.

3.5. Təzyiq altında tökmə

Təzyiq altında tökmə prosesinin mahiyyəti maye metalı təzyiq altında pres-qəlib adlanan qəlib boşluğuna doldurmaqdan və kristallaşdıraraq fasonlu tökükləri almaqdan ibarətdir.

Bu iki xüsusiyyətin (maye metalın metal qəlibə tökülməsi və ona böyük qüvvə ilə təzyiq göstərilməsi) birgə təsiri nəticəsində töküyün keyfiyyəti yüksəlir. Təzyiq altında tökmə üsulu mis, alüminium, sink, maqnezium, qurquşun və qalay əsasında hazırlanan əlvan metal ərintilərindən çəkisi böyük olmayan töküklərin kütləvi və seriyalı istehsalında geniş surətdə işlədilir. Hazırda bu üsuldan çuqun və poladdan da töküklər almaq üçün istifadə edilir.

Təzyiq altında tökmə üsulu dəqiq ölçülü, təmiz səthli və divarının qalınlığı 0,6 mm olan töküklər alınmasına imkan verir. Töküklərin ölçü dəqiqliyi 0,01-0,1 mm arasında dəyişdiyindən onların mexaniki emala olan ehtiyacı qismən və ya tamamilə aradan qaldırılır; metaldan istifadə əmsalı 0,93-ə qədər artmasına səbəb olur. Bundan başqa yüksək məhsuldarlığı, töküyün xırda dənəli struktura və yüksək mexaniki xassələrə malik olması da təzyiq altında tökmə üsulunun əsas üstünlükləri sayılır.

Təzyiqlə tökmə üsulunun üstünlükləri ilə yanaşı bir sıra nöqsanları da vardır. Bunlar aşağıdakılardan ibarətdir:

1. avadanlığın və pres-qəlibin baha başa gəlməsi;
2. istehsal olunan töküyün kütləsinin və ölçülərinin məhdudluğu;
3. maye metal pres-qəlibə sürətlə verildiyindən töküyün en kəsiyi çox olan hissəsində hava boşluğu yaranma ehtimalının olması;
4. pres-qəlibin istismarı ömrünün qısa olması və tökükdə çətin meydana çıxma təhlükəsi.

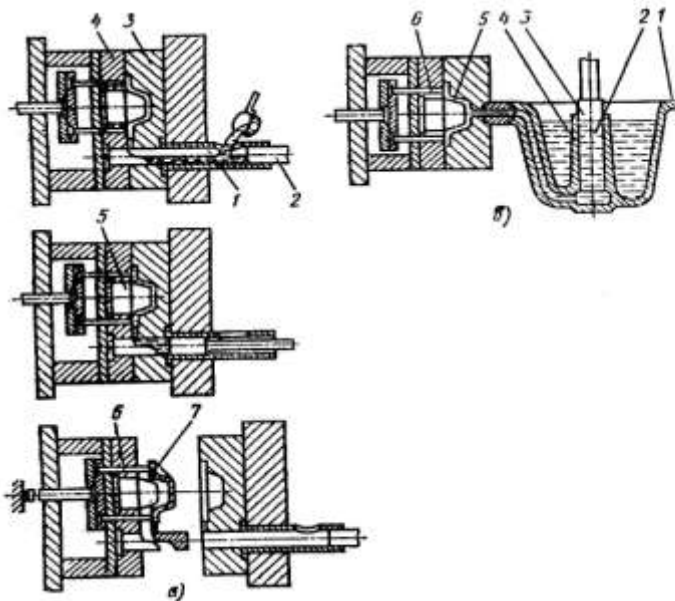
Təzyiq altında tökmə maşınları isti və soyuq sıxıcı kamerli olur. Soyucu sıxıcı kamerli maşınlarda presləyici kamer üfüqi və şaquli istiqamətdə yerləşir.

Şəkil 3.10, a-da üfüqi soyucu presləmə kamerli maşında töküklərin hazırlanma ardıcılığı göstərilmişdir. Pres-qəlib tərpənən 4 və tərpənməyən 3 yarımqəliblərdən ibarətdir. Pres-qəlib bağlandıqdan sonra onun 120-300⁰C-dək qızdırılmış presləmə kamerasına 1 maye metal tökülür.

Sonra bu maye metal plunjer 2 vasitəsilə 50-100 MPa təzyiqlə pres-qəlibin boşluğuna preslənir. Töküyün daxili formasını içlik 5 vasitəsilə alırlar. Preslənmiş tökük soyuduqdan sonra pres-qəlib açılır, içlik 5 çıxarılır və tökük 7 itəliyi 6 vasitəsilə pres-qəlibin işlək sahəsindən kənar olunur. Tökük kənar edildikdən sonra pres-qəlibin işlək sahəsi sıxılmış hava ilə üfülür və yağlanır. Pres-qəlibdə havanın və qazın kənar edilməsi üçün onun ayrılma səthi üzrə yerləşən dərinliyi 0,05-0,15mm, eni isə

15mm olan qanovlar vardır. Belə maşınlarda kütləsi 45kq-dək olan mis, alüminium, maqnezium və sink ərintilərindən töküklər hazırlanır.

İsti kamerli tökmə maşınlarında (şəkil 3.10, b) presləmə kamerası maye metal olan qızdırılan putada yerləşir. Plunjerin 3 yuxarı vəziyyətində maye metaldeşiklərdən 4 presləmə kamerasına daxil olur. Plunjer aşağı hərəkət etdikdədeşiklər tutulur və maye ərinti 10-30 MPa təzyiq altında pres-qəlibin boşluğuna 5 dolur. Tökük bərkidikdən sonra plunjer ilk vəziyyətinə qayıdır, əlaqələndirici boru daxilindəki maye metal presləmə kamerasıya tökülür və tökük itələyici (6) vasitəsilə pres-qəlibdən çıxarılır. Belə maşınlar kütləsi bir neçə qramdan 25kq-dək sink və alüminium ərintilərdən olan töküklərin alınması üçün tətbiq edilir.



Şəkil 3.10. Soyuq kamerli üfüqi (a) və isti kamerli (b) təzyiq altında tökmə maşınlarında töküyn hazırlanması prosesinin sxemi

Təzyiq altında tökmə üsulunun effektivliyi, əsas etibarilə, onun pres-qəlibinin davamlığından asılıdır. Pres-qəliblər oda-dözümlü, kimyəvi neytral, çətinəriyən, yeyilməyə dözümlü, yüksək bərkliyə malik və termiki genişlənməyə az həssas olan ərintilərdən hazırlanır. Daha məsuliyyətli hissələri - matrisalar, puansonlar, içliklər, tökmə sistemin oymaqları - yüksək legirlənmiş 3X2BΦ, 3X13, 4X5MΦC, X5HM poladlardan; itəliyicilər, barmaqçıqlar, oymaqlar karbonlu alət Y8, Y10 poladlardan; qalan hissələri isə yüksək karbonlu poladlardan düzəldilir. Pres-qəliblərin davamlılığı istehsal edilən keyfiyyətli töküklərin sayı ilə təyin edilir. Pres-qəliblərdə alüminium ərintilərindən 100 min, maqnezium ərintilərindən 250 min, mis ərintilərindən 5 min, sink ərintilərindən isə 1 milyon tökük almaq mümkündür.

Hazırda istehsalatda yüksək məhsuldarlığa malik və texnologiya prosesin bütün əməliyyatları avtomatlaşdırılmış tökmə maşınlarından istifadə edilir.

4. Tökmə ərintiləri və onların əridilməsi

Keyfiyyətli töküyn alınmasında yaxşı tökülmə və fiziki-mexaniki xassələrə malik ərintilərdən istifadə edilir. Tökmə ərintiləri iki və daha çox elementin birlikdə əridilməsi nəticəsində alınır. Ərintinin elementləri (komponentləri) metal və qeyri metaldan ola bilər. Belə ərintilər kifayət qədər elektrik və istilik keçirmə qabiliyyətinə, yüksək plastikliyə və tökmə xassələrə malik olmalıdır. Ərintilər möhkəmliyinə, bərkliyinə, emalənilmə xüsusiyyətinə və başqa xassələrinə görə metallardan üstündür. Buna görə də, ərintilər sənayedə metallara nisbətən daha geniş tətbiq edilir. Kimyəvi tərkibindən asılı olaraq ərintilər ərimə temperaturuna, kimyəvi aktivliyinə, maye halında özlülüyə və qəlib boşluğunun doldurulmasına görə də fərqlənir.

Çeşidli tökük almaq üçün boz, yüksək, möhkəm və döyülən çuqunlar, karbonlu və legirlənmiş poladlar, alüminium, maqnezium, mis, sink, titan ərintiləri işlədilir.

Maşınqayırmada istifadə olunan töküklərin əksəriyyəti boz çuqunlardan hazırlanır. Tökük üçün ərinti seçildikdə onun xassələri ilə yanaşı iqtisadi cəhətdən səmərəli olması da nəzərə alınmalıdır. Boz çuqun töküyünün orta qiyməti 100% qəbul olunarsa, onda digər ərintilərin qiymət 130% döyülən çuqun, 150% polad, 300-600% əlvan metal ərintiləri təşkil edir.

Çuqun. Çuqun tərkibində 2,14%-dən çox karbon və daimi elementlərinə (Si, Mn, P və S), həmçinin, tökülmə xassələri-nə malik dəmir-karbon ərintisidir. Çuqunun tərkibində karbon kimyəvi birləşmə Fe_3C -seventit və sərbəst qrafit şəklində olur. Qrafit müxtəlif çuqunlarda müxtəlif şəkillərə - lövhəvari, kürə-varı və topaşəkillərə malik olur. Çuqunun struktur və xassələri əsasən onun tərkibindəki karbonun nə vəziyyətdə (sərbəst və birləşmə şəklində) olması ilə təyin edilir. Karbonun strukturda-kı vəziyyətindən asılı olaraq çuqunlar ağ, boz və ala olur. Ağ çuqunun tərkibində karbon kimyəvi birləşmə-sementit şəklində olur. Sınığı üzrə səthi ağ və parlaq olur. Ağ çuqunlar yüksək bərkliyə və kövrəkliyə malikdir, yeyilməyə davamlıdır. Kəsmə ilə mexaniki emal olunmur.

Tökmə ərintiləri arasında ən ucuz başa gələn ərinti boz çuqundur. Ona görə də, boz çuqunlar tökmə konstruksiya materialı kimi töküklərin hazırlanması üçün çox geniş yayılmışdır. Boz çuqunlarda karbonun çox hissəsi sərbəst qrafit şəklində və lövhəvari quruluşda paylanmış olur. En kəsinin sınığı boz rəngdədir. Kimyəvi birləşmə şəklində olan karbonun miqdarı 0,8%-dən çox olmur. Boz çuqun kifayət qədər müvəqqəti mü-qavimət həddinə (100-450MPa), bərkliyə (HB 1200-2890 MPa) malikdir, yeyilməyə müqavimət göstərir, kəsici alətlərlə yaxşı emal olunur, vibrasiyanı söndürür və mayeəxıcılığı çox oldu-ğuna görə qəlib boşluğunu yaxşı doldurur. Çatışmayan cəhəti isə kövrəkliyə və az zərbə özlülüyə malik olmasıdır.

Mexaniki xassələri onun strukturunda olan metal əsaslı struktur təşkiledicilərindən (ferrit, perlit, ferrit-perlit), qrafitin miq-darı, ölçüləri və yerləşmə xarakterindən asılı olur (şəkil 3.11,a).

Ferrit əsaslı boz çuqunların az, perlit əsaslı çuqunların möhkəmliyi isə daha çoxdur.

Boz çuqunlar mexaniki xassələrə əsaslanaraq markalanır. Rusiya Federasiyasının (RF) standartı üzrə boz çuqunlar “CΨ” hərfi ilə işarə olunur və iki rəqəmlə markalanır (cədvəl 3.1). Markadakı hərfi işarələr “C”-boz, “Ψ”-çuqun, rəqəmlər isə çuqunun dartılmada buraxıla bilən möhkəmlik həddinin qiymətini (kg/mm^2 və ya $\times 9,81 \text{ MPa}$) göstərir. Avropa standartı üzrə boz çuqun (məsələn, GG-15) markasında birinci hərf “G” işarəsi onun tökülmə material, “GG” isə lövhəvari qrafitli çuqun olduğunu göstərir: rəqəmlər isə rus standartına uyğun gəlir.

Boz çuqunlardan dəzgah, mühərrik və reduktor gövdələri, barabanlar, dişli çarxlar, statik yük və yeyilmə şəraitində işləyən hissələr və başqa töküklər hazırlanır.

Kürəvari qrafitli yüksək möhkəm çuqunlar boz çuqunu az miqdarda maqnezium, maqnezium-kalsium-silisium qatışıqı, serium (modifikator) ilə emal etməklə alınır (şəkil 3.11, b). Kürəvari qrafitli yüksək möhkəm çuqunların metal əsası boz çuqunda olduğu kimidir. Modifikatorlar kristallaşma prosesində metal dənələrinin xırdalanmasına, qrafit birləşmələri kürəvari şəkildə ayrılmasına və sementitin parçalanmasına kömək edərək bircinsli və eyni tərkibli tökük alınmasına imkan verir. Yüksək möhkəmlikli çuqunları fərqləndirən xüsusiyyət onların yüksək mexaniki xassələrə malik olmasıdır.

Buna səbəb həmin çuqunlarda qrafitin kürəvari şəklində olmasıdır. Ona görə ki, kürəvari qrafit lövhəvari qrafitə nisbətən çuqunun metal kütləsinin kəsiyini az zəiflədir və strukturda çat rolunu oynamır. Bu çuqunlar yüksək yeyilməyə, sürtünməyə, temperatur dəyişmələrə də davamlıdır.

Cədvəl 3.1

Boz çuqunun markaları və mexaniki xassələri

Çuqunun markaları		Mexaniki xassələri		
RF standartı üzrə	Avropa standartı üzrə	Möhkəmlik həddi, MPa		Bərklik
		$\sigma_{d.m.}$	$\sigma_{\text{əy.m.}}$	HB
CY 12-28	GG - 12	120	274	1400-2220
CY 15-32	GG - 15	150	314	1600-2200
CY 18-36	GG - 18	180	360	1670-2220
CY 21-40	GG - 21	210	395	1670-2360
CY 24-44	GG - 24	240	430	1670-2360
CY 28-48	GG - 28	280	470	1670-2350
CY 36-56	GG - 36	360	550	1930-2640

Kürəvarı qrafitli yüksək möhkəm çuqunların təsnifatı cədvəl 3.2-də göstərilmişdir. RF standartına görə çuqunun markasındakı “BY” hərfi işarəsində;

“B”-yüksəkmöhkəm, “Y”-çuqun, birinci iki rəqəm dartılmada möhkəmlik həddini (kg/mm^2 və ya $\times 9,81$, MPa), ikinci rəqəmlər isə dartılmada nisbi uzanmanı (%-lə) göstərir.

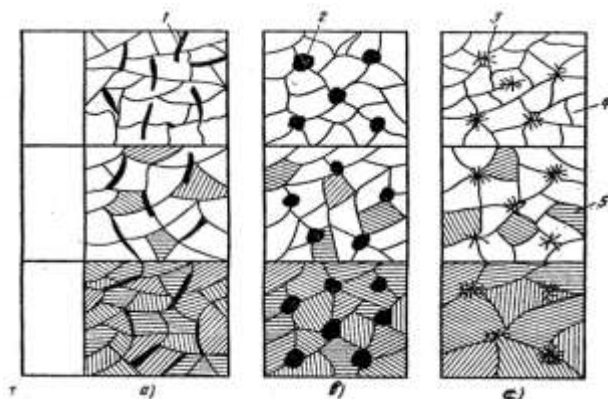
Avropa standartı üzrə kürəvarı yüksəkmöhkəm çuqun markasındakı “GGG” hərfi işarələri tökülmə material (birinci “G”), sonrakı “GG” kürəvarı qrafitli tökük, rəqəmlər isə RF standartına uyğun gəlir. Yüksək möhkəm çuqunlardan dirsəkli val, dişli çarxlar, yayma valları, turbin gövdələri və başqa məsulyyətli hissələr hazırlanır.

Cədvəl 3.2

Yüksəkmöhkəm çuqunların markaları və mexaniki xassələri

Çuqunun markaları		Mexaniki xassələri		
RF standartı üzrə	Avropa standartı üzrə	$\sigma_{d.m.}$, MPa	δ , %	HB, MPa
BY 38-17	GGG 38-17	380	17	1400-1700
BY 50-7	GGG 50-7	500	7	1710-2410
BY 60-2	GGG 60-2	600	2	2000-2800
BY 120-2	GGG 120-2	1200	2	3020-3200

Ağ çuqundan alınmış tökükləri qızdırıcı qurğularda termiki emala (tabalmaya) uğratmaqla döyülən çuqun alınır. Tabalma prosesində ağ çuqunun strukturundakı sementit parçalana-raq sərbəst karbon, yəni qrafit əmələ gətirir: $\text{Fe}_3\text{C} = 3\text{Fe} + \text{C}$ qrafit. Əmələ gələn qrafit fazası topaşəkilli olur (şəkil 3.11, c). Döyülən çuqun mexaniki xassələrinə görə poladla çuqun arasında orta mövqe tutur.



Şəkil 3.11. Çuqunların mikrostrukturuları: a – boz; b – yüksəkmöhkəmlikli; c – döyülən; 1 – lövhəvari qrafit; 2 – kürəvari qrafit; 3 – topa şəkilli (qlobolyar) qrafit; 4 – ferrit; 5 – perlit

Döyülən çuqun dartılmada yüksək möhkəmlik həddinə, nisbi uzanmaya, bərkliyə, yüksək yeyilməyə davamlılığa və zərbə yüklərinə müqavimət göstərmə qabiliyyətinə malikdir, kəsmə ilə yaxşı emal olunur.

“Döyülən çuqun” şərti addır, əslində heç vaxt döyülmür və onun ancaq boz çuqunlara nisbətən müəyyən plastikliyə və özlülüyə malik olduğunu göstərir.

Ağ çuqunda boz çuquna nisbətən qrafitləşməni sürətləndirən elementlərin (2,4-2,9% C və 1,0-1,6% Si) miqdarı az olur. Ağ çuqundan adi üsulla tökük hazırlanır, tökükləri təmizlədikdən sonra çuqunu qutu içərisinə qoyaraq kip bağlayırlar. Bu qu-

tuları temperaturu $900-1050^{\circ}\text{C}$ olan xüsusi sobalarda 30-60 saat müddət ərzində tabalmaya uğradırlar. İlk çuqunun kimyəvi tərkibindən və termiki emal rejimindən asılı olaraq döyülən çuqunun metal əsası ferrit, ferrit-perlit və ya perlitdən ibarət olur.

Metal əsası ferritdən ibarət olan döyülən çuqun plastiklik və zərbəli yüklənmə qabiliyyətinə malikdir. Perlit əsaslı döyülən çuqun orta plastikliyə, yüksək möhkəmliyə və yaxşı yeyilmə dözümlülüyünə malikdir.

Cədvəl 3.3-də RF və Avropa standartları üzrə markalanmış döyülən çuqunların bir neçə növünün mexaniki xassələri göstərilmişdir. RF standartına uyğun markalarda birinci hərfi işarə K–döyülən, ikinci Ч–çuqun sözlərini göstərir. Avropa standartına uyğun markalarda göstərilən hərfi işarələrdən birincisi, G–tökülmə material, ikincisi, T-termiki emal (tabalma), üçüncülər döyülən çuqunun metal əsasını, W–ferrit əsaslı və S–perlit əsaslı olduğunu göstərir. Hər iki standart üzrə markalardakı birinci iki rəqəm döyülən çuqunun dartılmada möhkəmlik həddinin ən az qiymətini (kq/mm^2 və ya $\times 9,81 \text{ MPa}$), ikinci rəqəmlər isə dartılmada nisbi uzanmanın ən az qiymətini (%) göstərir.

Döyülən çuqundan avtomobil, traktor, maşınqayırmanın müxtəlif sahələrində tətbiq edilən töküklər hazırlayırlar.

Hazırda texnikanın müxtəlif sahələrində antifriksion (sürtünməyə dözümlü) və legirlənmiş çuqunlardan da istifadə olunur. Bunun üçün boz çuqunlara az miqdarda legirləyici elementlər – mis, xrom, nikel, titan, alüminium, molibden əlavə edilir. Nəticədə çuqunun mexaniki xassələri yüksəlir, korroziyaya, qəlpə-əmələgətirməyə və mexaniki sürtünməyə qarşı davamlı keyfiyyətli töküklər alınır.

Cədvəl 3.3

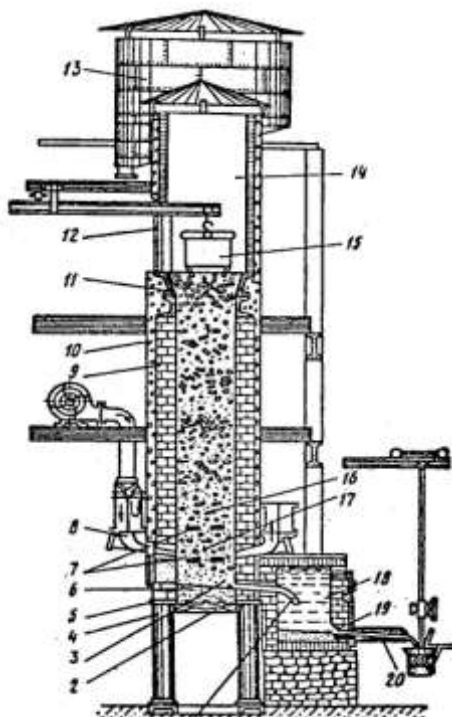
Döyülən çuqunların markalanması və mexaniki xassələri

Çuqunun markaları		Mexaniki xassələri		
RF standartı üzrə	Avropa standartı üzrə	$\sigma_{d.m.}$, MPa	δ , %	HB, MPa
KÇ 30-6	GTW 30-6	300	6	1000-1630
KÇ 37-12	GTW 37-12	370	12	1100-1630
KÇ 45-7	GTS 45-7	450	7	1500-2300
KÇ 60-3	GTS 60-3	600	3	2000-2690
KÇ 120-1,5	GTS 120-3	1200	1,5	2700-3200

Çuqunu əritmək üçün vaqranka, alovlu və elektrik sobalarından istifadə olunur. Vaqranka daha geniş istifadə edilir, fasiləsiz işləyir və yüksək məhsuldarlığa malikdir. Vaqrankalar yıxıcı və yıxıcısız olur. Yıxıcısız vaqrankada xırda töküklər istehsalında, yıxıcı vaqrankalar isə kütləvi istehsalatda geniş yayılmışdır. Şəkil 3.12-də yıxıcı vaqrankanın quruluş sxemi göstərilmişdir. Vaqrankada və alovlu sobalarda metal əridildikdə bərk, maye və qazvarı yanacaqlardan istifadə edilir. Şixtə materialı kimi çuqun və polad qırıntıları, domna və təkrar emal çuqunu, lazımi kimyəvi tərkibdə çuqun almaq üçün ferroərintilər işlədilir.

Legirlənmiş çuqunların əridilməsində yüksək temperatur tələb olunur ki, ona görə də, yüksək tezlikli induksiya və qövslü elektrik sobalarından istifadə edilir.

Tökmə poladlar. Tökmə poladlar tərkibində 2,14%-ə qədər karbon və daimi aşqarlar (Mn, Si, P və S) olan dəmir-karbon ərintisidir. Maşınqayırmada tökükləri hazırlamaq üçün üç növ - konstruksiya, alət və xüsusi xassəli legirlənmiş poladlardan istifadə edilir. Kimyəvi tərkibinə görə konstruksiya poladları karbonlu (az və orta karbonlu), legirlənmiş poladlara, struktura görə ferrit-perlitli və perlitli siniflərə ayrılır. Karbonlu tökmə poladlarının mexaniki xassələrinə təsir edən element karbondur. Karbonun miqdarı artdıqca poladın möhkəmlik, axıcılıq həddi və bərkliyi artır, nisbi uzanma həddi isə azalır.



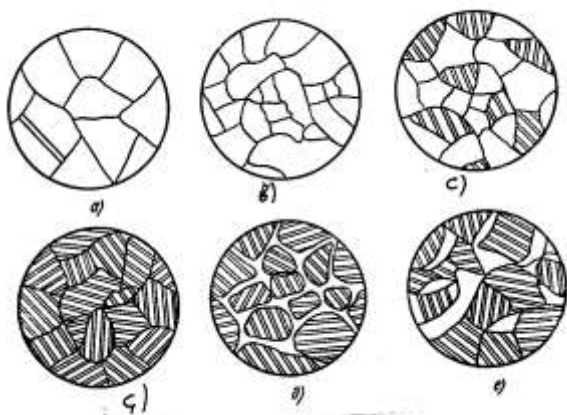
Şəkil 3.12. Açıq tipli yığıcılı vaqrankanın quruluş sxemi:

- 1- axar; 2 – döşəmə qapıcıqları; 3 – kürə; 4 – sütunlar; 5 – döşəmə lövhəsi; 6 – döşəmə; 7 – pəncərə; 8 – furmalar; 9 – kərpic hörgüsü; 10 – örtük; 11 – çuqun kərpiclər; 12 – yükləmə pəncərəsi; 13 – qığılcım tutucu; 14 – şaxta; 15 – badya; 16 – metal şixtə; 17 – koks qatı; 18 – yığıcı; 19 – maye çuqun axarı; 20 – novça

Karbonlu poladlar RF standartı üzə 15Л, 25Л, 30Л, 35Л, 45Л, 50Л, 55Л şəklində markalanır. Markalardakı rəqəmlər yüzdə bir fazilə onun tərkibindəki karbonun miqdarını, Л hərfi işarəsi, “Л”-tökmə material olduğu göstərir. Avropa standartı üzrə tökmə polad markalarının əvvəlində yazılan hərfi işarələrin, birincisi, onun tökmə material, ikincisi isə, termiki emal ol-

duğunu göstərir. Markalardakı rəqəmlər dartılmada möhkəmlik həddini göstərir. Məsələn, GS-60 markalı poladın işarələnməsində hərfi işarələr “GS”-tökmə polad, “G”-tökmə material, “S”-tabalmaya uğradıldığını, iki rəqəmi isə 60 (600 MPa) möhkəmlik həddini göstərir.

Karbonlu poladların mikrostrukturunu tərkibindəki karbonun miqdarından asılıdır. Şəkil 3.13-də karbonun miqdarından asılı olaraq poladın strukturunun dəyişməsini göstərilmişdir. 0,1%C olan poladın strukturunu, əsasən ferritdən ibarətdir. Karbonun miqdarı artdıqca poladın strukturunda perlitin miqdarı artır və 0,8%C olan poladın strukturunu perlitdən ibarət olur. Karbonun miqdarı 0,8%C-dən çox olduqda ərintidən sementit fazası ayrılır.



Şəkil 3.13. Karbonun miqdarından asılı olaraq karbonlu poladın mikrostrukturunun dəyişmə sxemi: a – 0,01% C; b – 0,1% C; c – 0,3% C; d – 0,8% C; e – 1,3% C

Karbonlu tökmə poladlardan sənayenin müxtəlif sahələrində istifadə olunur. Elektrik mühərriklərinin gövdələri, dişli çarxlar, yayıcı dəzgahın valları, oxlar, sürtünməyə davamlı maşın hissələri və s. bu poladlardan hazırlanır.

Legirlənmiş poladlardan yeyilməyə, korroziyaya, yüksək temperatura və yüklərə davamlı tökükləri istehsal olunur. Tö-

küklərin alınmasında az legirlənmiş (6%-ə qədər legirləyici elementlər), orta legirlənmiş (6-10% legirləyici elementlər) və yüksək legirlənmiş (10%-dən yuxarı legirləyici elementlər) poladlar işlədilir.

Legirlənmiş poladlar RF standartı üzə rəqəm və hərf birləşməsi ilə markalanır. Birinci rəqəm karbonun miqdarını göstərir: konstruksiya poladları üçün – faizin yüzə bir hissəsi ilə, alət poladları üçün faizin onda bir hissəsi ilə. Sonra poladın tərkibində olan legirləyici elementləri göstərən hərflər yerləşir. Legirləyici elementlər aşağıdakı kimi işarə olunur: xrom – X, nikel – H, volfram – B, vanadium – Φ, silisium – C, manqan – Γ, titan – T, molibden – M, alüminium – İO, mis – D, bor – P, niobiy – Ё, sirkonium – ІІ, kobalt – K, azot – A. Əgər A hərfi markanın sonunda yazılırsa, bu poladın yüksəkkeyfiyyətli olduğunu göstərir. Legirləyici elementin miqdarı 1%-dən çoxdursa, onda uyğun hərfdən sonra həmin elementin tam faizlə orta miqdarını göstərən rəqəm yazılır. Rəqəm olmasa, onda həmin legirləyici elementin miqdarı ya 1%-ə yaxın, ya da az miqdardadır. Xüsusi hallarda, məsələn, korroziyaya davamlı poladlarda karbonun miqdarını məhdudlaşdırdıqda onun faizlə miqdarının göstərilməsi vacibdir.

Misal üçün kristallararası korroziyaya və korroziya çatlamasına dözümlü 06X20H8M3D2J markalı polad - tərkibində 0,06% karbon, 20% xrom, 8% nikel, 3% molibden, 2%-ə qədər mis olan yüksək legirlənmiş poladdır. Axırda olan JI hərfi işarəsi poladın çeşidli tökük üçün olduğunu göstərir.

12XH3A markalı polad tərkibində 0,12% karbon, 1% xrom, 3% nikel olan yüksəkkeyfiyyətli konstruksiya poladıdır. Bəzi hallarda standartda qəbul edilmiş qaydaya riayət olunmur və poladın markalanması bir qədər sadələşdirilir.

Belə ki, 1,45-1,70%C; 11,0-12,5%Cr və 0,5-0,8%Mo tərkibli alət polad X12M şəklində markalanır; 1%-dən çox karbon olmasına baxmayaraq işarə olunmasında onun miqdarı göstə-

rilmir. Müəyyən qrup poladlar əlavə hərflərlə işarə olunur: tez kəsən poladlar – P, kürəcikli yastıq poladı – III.

İstehsalatın xarakterindən, töküklərin ölçüsündən, kütləsindən, tərkib və xassələrindən asılı olaraq poladəridici soba seçilir. Hazırda tökmə poladı əritmək üçün yüksək tezlikli induksion, elektrik-qövs və Marten sobalarından istifadə edilir. Şixtə materialı kimi polad tullantıları, təkrar emal çuqunu, filiz, flüslər və s. materiallar işlədilir.

Töküklərdə əmələ gələn daxili gərginliyi azaltmaq, xırda-dənəli və bircinsli struktur almaq və mexaniki xassələri yaxşılaşdırmaq üçün onlar termiki emal olunur.

D Ö R D Ü N C Ü B Ö L M Ə

METALLARIN TƏZYİQLƏ EMALI

1. Metalların təzyiqlə emalının mahiyyəti

Metalların təzyiqlə emalı tətbiq edilən xarici qüvvələrin təsiri ilə dağılmadan deformasiyaya uğrayaraq öz şəklini dəyişdirməsi qabiliyyətinə deyilir. Təzyiqlə emalı metalların plastiklik xassələrinə əsaslanır. Elastik deformasiyadan fərqli olaraq plastik deformasiya zamanı xarici qüvvənin təsiri ilə metalda baş verən forma və ölçü dəyişmələri qüvvənin təsiri götürüldükdən sonra qalır. Belə dəyişiklik plastik deformasiya zamanı bərk cismin atomlarının bir-birindən atomlararası məsafədən daha çox uzaqlaşması və onların cazibə qüvvəsinin təsiri ilə deformasiyadan əvvəlki vəziyyətə qayıda bilməyərək, yəni müvazinət vəziyyəti almaları ilə izah olunur.

Metalların plastiki deformasiyası-mürəkkəb fiziki-mexaniki prosesdir. Emal prosesində metalın dənələrinin plastiki axımı, onların yerdəyişməsi, xırdalanması, hər dənənin ayrılıqda və qruplar üzrə dönməsi və dartılması baş verir. Dənələrin plastik deformasiyası əsasən sürüşmə və ikiləşmə ilə gedir.

Sürüşmə metalın kristallitlərinin ayrı-ayrı hissələrinin paralel olaraq kristal qəfəsdəki atomlararası məsafədən dəfələrlə artıq məsafə qədər yerdəyişməsindən ibarətdir. Bu yerdəyişmə bir neçə sürüşmə müstəvilər üzrə baş verir. Adətən, belə müstəvilərdə atom sıxlığı yüksək, yerdəyişməyə müqavimət isə aşağı olur. Çox sayda belə müstəvi və istiqamətlərə malik metalların (məsələn, kub kristal qəfəsi) plastikliyi daha yüksək olur. Hehsaqonal kristallik qəfəsə malik materiallar aşağı plastik xassəli olmaları ilə fərqlənir.

İkiləşmədə kristallitin bir hissəsi digərinə nisbətən yerini dəyişmiş olur. İkiləşmə nəticəsində yerdəyişməyə məruz qalmış kristallitin hissəsi tərpənməz hissəyə nəzərən müəyyən müstəviyə simmetrik istiqamətlənir. İkiləşmə sürüşmə ilə gedir və ikiləşmə müstəvisi sürüşmə müstəvisi ilə üst-üstə düşür.

Real metallarda kristal qəfəslər nöqtəvi, xətti, müstəvi defektlərə malikdir. Xətti defektlər dislokasiya adlanır. Qəfəsdə belə diskolasiyaların yerdəyişməsi sürüşmə prosesini asanlaşdırır. Plastik deformasiya prosesinə kristal qəfəs defektlərin təsirini birinci bölmədə ətraflı olaraq izah olunur.

Metallın plastik deformasiya dərəcəsi qeyri-məhdud deyildir: onun qiyməti müəyyən həddi keçdikdə material dağıla bilər. Metallı dağıtmadan onda ən böyük deformasiya yaradan gərginlik buraxıla bilən gərginlik adlanır.

Deformasiyaya bir sıra amillər təsir edir. Bu amillərə misal, metallın mexaniki xassələrini, kimyəvi tərkibini və strukturunu, deformasiya temperaturunu və sürətini, gərginlik halının sxemini göstərmək olar. Son amil buraxıla bilən deformasiyanın qiymətinə böyük təsir göstərir. Buraxıla bilən deformasiya dərəcəsi gərginliyin olmadığı və sıxıcı gərginliyin artdığı halda ən böyük qiymətə çatır. Təzyiqə emalın müxtəlif əməliyyat və proseslərində gərginlik halının sxemləri müxtəlif olur. Metallın təzyiqə emal rejimini düzgün seçmək üçün yuxarıda göstərilən amillərin onun plastiklik xassəsinə təsirinin bəlli olması vacibdir. Ona görə də, temperatur, sürət və deformasiya sxemindən asılı olaraq metallın plastikliyinin dəyişməsini xarakterizə edən diaqramlar qurulur. Bu diaqramlar əsasında metallın maksimum plastikliyini təmin edən deformasiya rejimi seçilir.

Metalların təzyiqə emalı üsulu başqa emal üsullarına nisbətən bir sıra üstünlüklərə malikdir. Bu üsulda əmək məhsuldarlığı yüksək, metal itkisinin miqdarı isə azdır. Eyni zamanda, plastik deformasiya zamanı pəstahın forma və ölçüləri ilə yanaşı həm də onun struktur quruluşunun dəyişməsi nəticəsində metallın fiziki-mexaniki xassələri yaxşılaşır. Bu da tələb olunan istismar xassəli maşın detallarının nisbətən kiçik kütləli alınmasına imkan yaradır. Təzyiqə emal prosesinin göstərilən üstünlüklərə malik olması istehsalatda bu emal üsulunun geniş tətbiq edilməsinə səbəb olur.

2. Metalların təzyiqlə emal üsullarının təsnifatı

Təzyiqlə emal iqtisadi cəhətdən səmərəli və yüksək məhsuldarlığa malik metalemaletmə üsuludur. Bu üsul lazımı ölçü və formalı, tələb olunan səviyyədə keyfiyyətli və istismarı zamanı etibarlılığı təmin edən məmul alınmasına imkan verir.

Metalların təzyiqlə emalı yayma, presləmə, çəkmə, döymə və ştamplama üsullarla aparılır.

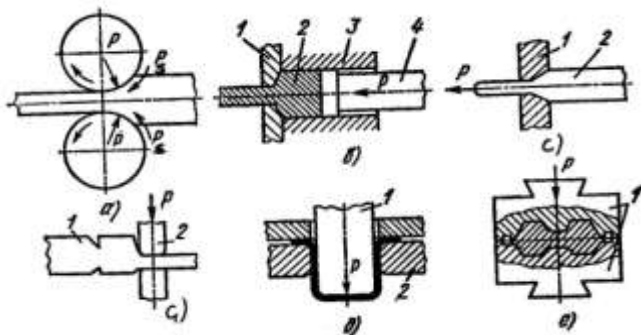
Yayma – təzyiqlə emalın əsas və geniş tətbiq olunan üsullarından biridir, ümumilikdə əridilən poladın 75%-dən çox hissəsi bu proseslə emal olunur. Yayma pəstahın fırlanan vallar arasında sıxılaraq, deformasiyaya uğradılmaqla en kəsiyi ölçülərinin dəyişdirilməsi əməliyyatına deyilir (şəkil 4.1, a).

Valların və pəstahın səthləri arasında yaranan Ps sürtünmə qüvvələri metalı valların arasındakı deformasiya zonasına çəkir və valların pəstaha təsir etdiyi P normal qüvvələr onu deformasiyaya uğradır. Yayma nəticəsində alınan məmullata yayıq deyilir.

Presləmə (şəkil 4.1, b) qapalı qəlib-konteynerə 3 yerləşdirilmiş pəstahı 2 puanson 4 vasitəsilə P qüvvəsi ilə sıxılaraq matrisanın 1 deşiyindən keçirilməsi prosesinə deyilir. Presləmədən sonra alınan məmulatın en kəsiyinin ölçü və forması matrisadakı gözlüyün en kəsiyinin ölçü və formasına uyğun gəlir.

Çəkmə (şəkil 4.1, c) pəstahın 2, en kəsiyi pəstahın kəsiyindən kiçik olan matrisanın 1 gözlüyündən P qüvvəsi ilə dartılaraq deformasiyaya uğradılma prosesinə deyilir. Çəkmə prosesindən sonra pəstahın en kəsiyinin ölçüsü azalır, uzunluğu isə artır.

Döymə (şəkil 4.1, ç) pəstahın 1 forma və ölçülərini dəyişmək üçün universal deformasiyaetdirici alətin 2 ardıcıl təsiri ilə deformasiyaya uğradılması prosesinə deyilir. Döymə üsulu ilə müxtəlif formalı döyüklər alınır.



Şəkil 4.1. Metalların təzyiqlə emalının əsas üsullarının sxemləri:
a – yayma; b – presləmə; c – çəkmə; ç – döymə; d – təbəqə ştamplama; e – həcmi ştamplama

Ştamplama – pəstahın hər bir detal üçün hazırlanmış alət-şamp adlanan xüsusi qəlib boşluğunda deformasiyaya uğradılma prosesinə deyilir. Şampaların daxili boşluğunun forması və ölçüsü tələb olunan detailın (məmulatın) forma və ölçüsünə uyğun olur. Ştamplama həcmi və təbəqə ştamplamalara ayrılır.

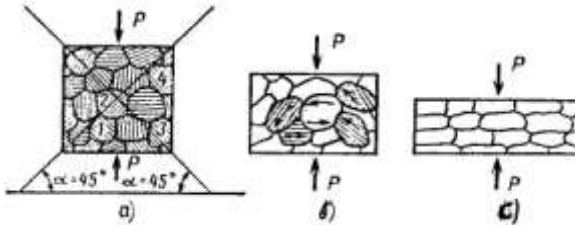
Təbəqə ştamplamasında (şəkil 4.1, d) təbəqə formalı pəstahı puanson 1 və matrisa 2 vasitəsilə deformasiyaya uğradaraq içi boş, təbəqə və ya müxtəlif formalı detallara çevirirlər. Həcmi ştamplamada (şəkil 4.1, e) çeşidli metal pəstah 1 xüsusi alət şamp 2 daxilində deformasiyaya uğradılaraq müəyyən forma və ölçüsü olan detala çevirirlər.

3. Təzyiqlə emalın metalın strukturu və xassələrinə təsiri

Metalların təzyiqlə emalı üçün ilkin material kimi korputlardan istifadə edilir. Korputda (tökükdə) kristal quruluşu bir-cinsli olmur. Bundan başqa onlar məsaməlilik, qaz boşluğu, makro və mikroçatlar, qeyri-metal birləşmələri və s. nöqsanlara malik olur. Kifayət qədər yüksək temperaturda korputu deformasiyaya uğratdıqda ondakı boşluq, məsamələr və çatlar qismən qaynaqlanır, ilkin iri dənələr xırdalanır və sıxlığı artır.

Kristallitlərin xırdalanması nəticəsində metal xırdadənəli struktur quruluşa malik olur.

Polikristallik metallarda dənələr müxtəlif istiqamətlərdə səmtlənmiş olduğundan hər bir dənənin deformasiyası müəyyən dərəcədə qonşu dənələrin göstərdiyi müqaviməti ilə məhdudlaşır (şəkil 4.2).



Şəkil 4.2 Plastik deformasiyanın inkişaf etmə sxemi:

a – sürüşmə müstəviləri təsiredici qüvvə ilə 45^0 bucaq əmələ gətirən 1, 2, 3, 4 dənələrin deformasiyası; b –deformasiya olunmasına əlverişli istiqamətdə yeni dənələrin dönməsi və sürüşməsi; c – metalın intensiv axımı istiqamətində uzanmış dənələr

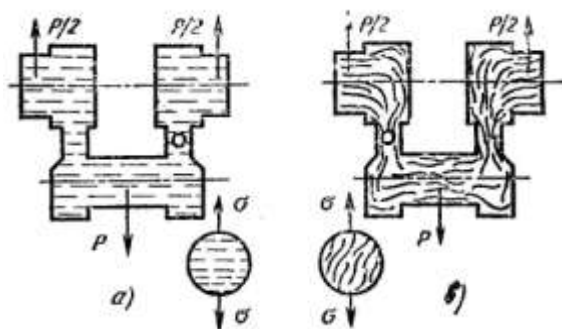
Sürüşmə müstəvisində təsir göstərən toxunan gərginliyin qiyməti τ , böhran həddə çatdıqda dənələrin plastiki axımı başlayır. Plastiki axını əvvəlcə τ -nün istiqaməti sürüşmə müstəvisi ilə üst-üstə düşən ayrı-ayrı dənələrdə baş verir. Hər bir dənənin sürüşməsi ardıcıl olaraq dislokasiyanın əvvəl bir, sonra digər və s. müstəvilər üzrə yerdəyişməsi ilə bağlıdır. Bununla yanaşı olaraq yeni dənələrin deformasiya olunmasına münasib istiqamətlərdə dönməsi və sürüşməsi baş verir. Təsiredici qüvvələrin və toxunan gərginliyin sonrakı artımı nəticəsində sürüşmə müstəviləri təsiredici qüvvələrlə 45^0 bucaq əmələ gətirməyən başqa dənələrin deformasiya olunmasına səbəb olur.

Korbutun daxilində qeyri-metal birləşmələr kristallitlərin sərhədində yerləşmiş olarsa, təzyiqlə emal prosesində onlar metalın intensiv axını istiqamətində liflər şəklində uzanır. Belə lifləri aşılamaqla adi gözlə görmək olur. Buna lifli makrostruktur

deyilir. Bu struktur davamlı olub, sonrakı emal proseslərində (termiki və təzyiqlə emalında) dağılmır. Deformasiyanın xarakterindən asılı olaraq lifli makrostrukturun ancaq forması və istiqaməti dəyişə bilər. Yüksək dərəcədə liflənmiş makrostruktura malik metalın mexaniki xassələrində anizotropluq müşahidə olur. Bu halda möhkəmlik göstəriciləri (axma həddi, müvəqqəti müqavimət) müxtəlif istiqamətlərdə az fərqlənir. Plastik göstəriciləri isə (nisbi uzanma, zərbə özlülüyü və s.) liflərin uzununa istiqamətində onların eninə nisbətən daha yüksək olur.

Liflərin istiqaməti pəstahda deformasiyanın xarakterindən asılı olduğu üçün maşın detallarında liflər elə yerləşməlidir ki, onun yüksək mexaniki xassələri təmin olunsun. Odur ki, istisnaları zamanı detala təsir edən ən böyük dartıcı gərginlik liflərin uzununa istiqamətlərində təsir etməlidir.

Şəkil 4.3-də müxtəlif üsullarla hazırlanmış dirsəkli valın makrostrukturunu və iş prosesində təsir edən qüvvələri göstərilmişdir. Kəsmə üsulu ilə yayıqdan hazırlanmış (şəkil 4.3, a) dirsəkli valın möhkəmliyi eyni üsulla qızmar ştamplama məmulatından hazırlanmış (şəkil 4.3, b) valın möhkəmliyinə nisbətən 10-15% az olur.



Şəkil 4.3. Dirsəkli valın makro strukturunu

Təzyiqlə emal temperatur şəraitinə görə isti və soyuq deformasiyaya ayrılır. Soyuc deformasiyada metal dənələrinin forması metalın intensiv axma istiqamətində uzanır. Bunun nəticəsində metalların mexaniki və fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur. Soyuc plastik deformasiya nəticəsində metalın xassələrinin dəyişməsinə döyənəkləmə deyilir. Deformasiya dərəcəsi artdıqca metalın möhkəmliyi və bərkliyi artır, plastik xassələri isə azalır. Soyuc deformasiya nəticəsində metalın struktur və xassələrində yaranan dəyişikliyin mənfi təsirini müəyyən temperaturadək qızdırmaqla aradan qaldırmaq olar. Qızdırma zamanı metalda faza çevrilişi baş vermədən atomlar yerini dəyişir, yeni kristal mərkəzləri yaranır və bu mərkəzlər böyüyərək deformasiya olunmuş dənələrin yerini tutur.

Sabit temperatur zonasında dənələrin böyümə sürəti bütün istiqamətlərdə eyni olduğu üçün, deformasiya olunmuş dənələrin əvəzinə müəyyən temperatur şəraitində yeni bərabər ölçülü dənələrin yaranması və böyüməsi prosesinə rekristallaşma deyilir.

Saf metalların rekristallaşma temperaturu (T) onların mütəlaq ərimə temperaturundan asılıdır ($T_r = 0,4T_0$). Ərintilərin rekristallaşma temperaturu saf metallarınkına nisbətən yüksək olur.

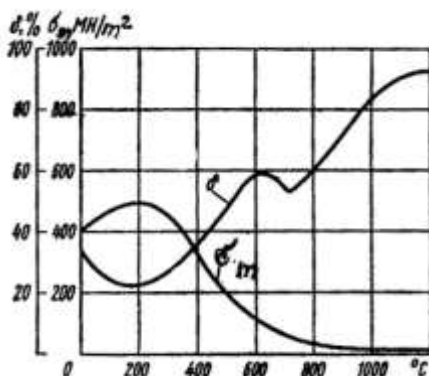
Rekristallaşma temperaturundan aşağı temperaturda deformasiya olunmuş metal qayıtma prosesinə uğrayır.

Qayıtma prosesində deformasiya olunmuş metalda daxili gərginlik müəyyən qədər kənar edilir; dənələrin forma və ölçüləri dəyişməz qalır. Qalıq gərginliyin kənar edilməsi nəticəsində metalın elektrik keçiriciliyi və korroziyaya davamlılığı artır; mexaniki xassələrinə isə təsir etmir. Rekristallaşma temperaturundan yüksək temperaturda pəstahın deformasiyası zamanı, eyni zamanda, möhkəmləmə və rekristallaşma prosesi gedir.

Qızmar deformasiya elə temperaturda aparılır ki, təzyiqlə emal olunmuş pəstahən bütün həcmində rekristallaşma baş verir və müvazinət strukturu alınır. Qızmar deformasiyada metalın plastikliyi soyuc deformasiyaya nisbətən yüksək olur. Odur ki, qızmar deformasiyadan az plastikliyə malik metal və ərintilər-

dən alınmış pəstahların emalı üçün istifadə edilir. Bunun çatışmayan cəhəti deformasiya zamanı pəstahın səthi sürətlə oksidləşməsidir ki, bu da detalların səthinin təmiz və ölçülərinin dəqiq alınmasını çətinləşdirir.

Soyuq deformasiyaya uğradılmaqla alınan detalın səthinin keyfiyyəti və ölçüsünün dəqiqliyi yüksək temperaturda təzyiqlə emal zamanı alınan detalınkına nisbətən yüksək olur. Qızdırılma temperaturu artdıqca metalın plastikliyi yüksəlir, möhkəmliyi və deformasiyaya müqaviməti isə azalır (şəkil 4.4).



Şəkil 4.4. Temperaturdan asılı olaraq poladın (0,15%C) mexaniki xassələrinin dəyişməsi

4. Təzyiqlə emalda metalın qızdırılması və qızdırıcı qurğular

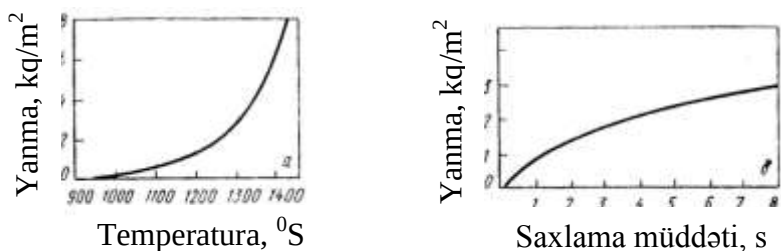
Metalın qızdırılması və soyudulması təzyiqlə emalın əsas əməliyyatlarıdır və əhəmiyyətinə görə deformasiya prosesinə bərabər tutulur. Qızdırılma və soyudulma rejimlərinin düzgün seçilməsi yüksəkkeyfiyyətli məmulun alınmasına təminat verir.

Qızdırılmanın əsas məqsədi metalın deformasiyaya müqaviməti azaltmaq, plastikliyi lazımi həddə çatdırmaq və keyfiyyəti yaxşılaşdırmaqdır. Qızdırılmış metalda struktur dəyişməsi baş verir; faza çevrilməsi yaranır, karbid fazası bərk məhlula keçir, strukturu bircinsli olur və nəticədə texnoloji plastikliyi yüksəlir. Qızdırılma zamanı mühüm fiziki-kimyəvi proseslər

gedir, o cümlədən, metalın səthində dəmir oksidlərindən ibarət qəlpə qatı yaranır (şəkil 4.5). Qəlpə qatı 3-4%-ə qədər metal itkisi olmaqla yanaşı, həm də deformasiya zamanı pəstahın səthinə bataraq səthin nahamarlığını və mexaniki emal payını artırır. Yüksək temperaturlarda metalın səthində dəmirlə yanaşı karbon da oksidləşir (şəkil 4.6). Odur ki, bəzən metalın səthində 1,5-2 mm dərinliyində karbonsuzlaşmış qat yaranır. Qızdırılma temperaturu və saxlama müddəti artdıqca metalın səthində qəlpə qatının əmələ gəlməsi və karbonsuzlaşması intensivləşir.

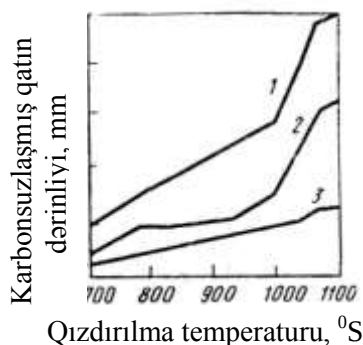
Beləliklə, qızdırılma rejiminin düzgün seçilməsinin məqsədi avadanlığın məhsuldarlığını və metalın tələb olunan keyfiyyətini təmin etməklə yanaşı, həm də onun zərərli təsirini, o cümlədən, metalın yanmasının qarşısını almaqdan ibarətdir. Əgər qızdırılma temperaturu (temperatur intervalı), zamandan asılı olaraq qızdırılma sürəti və sabit temperaturda saxlama müddəti verilibsə, onda metalın qızdırılma temperaturu (texnologiyasını) təyin edilmiş hesab olunur.

Sərf olunan enerjiyə qənaət etmək, deformasiyaya müqaviməti və alət yeyilməsi azaltmaq məqsədilə təzyiqlə emalda metalı daha yüksək temperaturadək qızdırmağa meyil göstərir. Lakin yüksək temperaturda ifrat qızma və ya yanma baş verə bilər. Təzyiqlə emalda qızdırma temperaturu dəmir-karbon ərintilərinin hal diaqramından təyin edilir (şəkil 4.7).

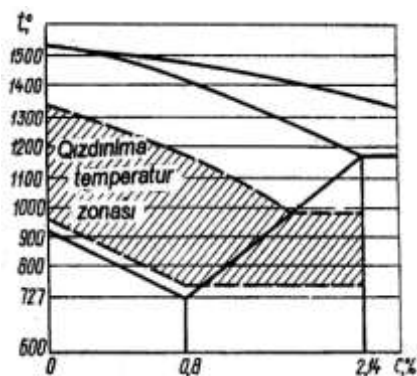


Şəkil 4.5. Qızdırma temperaturun (a) və saxlama müddətinin (b) metalın yanmasına (qəlpə qatına) təsiri

Ümumi halda qızdırma temperaturun yuxarı həddi solidus xəttindən $100-150^{\circ}$ az götürülür. Hər bir metal üçün müəyyən temperatur intervalı (başlanğıc və son temperaturlar) qəbul olunur. Poladı təyin edilmiş temperaturdan çox qızdırıldıqda səthi karbonsuzlaşır, dənələrin sərhədində tezəriyyə struktur təşkil ediciləri dənələrarası əlaqəni pozur və texnoloji plastikliyi tamamilə itir. Belə proses ifrat yanma adlanır. İfrat yanmanın qüsuru sonrakı emal prosesləri ilə düzəltmək mümkün olmadığından belə strukturlu maşın hissələri yenidən əridilir.



Şəkil 4.6. Tezkəsən poladın səthi karbonsuzlaşma dərinliyinə temperaturun və saxlama müddətinin təsiri: 1 – 12s; 2 – 4s; 3 – 0,5s.



Şəkil 4.7. Karbonlu poladların təzyiqlə emalının temperatur intervalı

İfrat yanma temperaturundan bir qədər aşağıda ifrat qızma temperatur zonası yerləşir. Bu zonada metal dənələrinin yüksək dərəcədə böyüməsi baş verir və belə pəstahdan hazırlanan məmulatların mexaniki xassələri də aşağı olur. İfrat qızmanın bu mənfi təsirini aradan qaldırmaq üçün metal əlavə olaraq tabalma əməliyyatına uğradılır.

Qızdırılmış metal emal prosesində soyuyur və onun temperaturunun həddən çox aşağı düşməsi təzyiqlə emalda döyənəklənməyə səbəb olur. Odur ki, təzyiqlə emal prosesinin müəyyən temperaturda qurtarmalıdır. Lakin bu prosesi yüksək temperaturda da qurtarmaq olmaz. Çünki bu halda deformasiyadan sonra havada soyuma zamanı poladın dənələri böyüyərək iridənəli struktur yaranır; bu isə mexaniki xassələrinin pisləşməsinə səbəb olur. Ona görə də metalların təzyiqlə emalı müəyyən temperatur intervalında aparılmalıdır. Hər bir metal və ərintinin təzyiqlə emalının ciddi temperatur intervalı olmalıdır. Cədvəl 4.1-də bəzi ərintilərin təzyiqlə emalının temperaturlar intervalı verilmişdir.

Cədvəl 4.1

Ərintilərin təzyiqlə emalının temperaturlar intervalı

Ərinti	Temperatur intervalı		Ərinti	Temperatur intervalı	
	Başlan-ğıc	Son		Başlan-ğıc	Son
Karbonlu poladlar:			Maqnezium ərintiləri		
10	1280	750	MA1, MA2	420	300
45	1200	800	MA5	390	280
Legirlənmiş poladlar:			Mis ərintiləri		
IIIX15	1130	850	Бр.АЖМ _y		
12X18H5	1150	900	10-3-1,5	900	750
30XГСА	1140	830	ЛС 60-1	820	700
Alüminium ərintiləri:			Titan ərintisi		
D1, AK8	470-440	400			
AK 4	470-420	350	BT 8	1100	900

Sobalarda pəstahların qızdırılması metalların istilikkeçirmə xassəsinə əsaslanır: metal səthindən başlayaraq qızır və qızma tədricən pəstahın daxilinə yayılır. İstilikkeçirmə qabiliyyəti isə metalın kimyəvi tərkibindən və onun temperaturundan asılıdır. Saf metalların istilikkeçirmə qabiliyyəti ərintilərinin istilik-

keçirmə qabiliyyətindən daha çoxdur. Karbonun miqdarı art-dıqca poladın istilikkeçirmə qabiliyyəti aşağı düşür. Legirlən-miş poladların istilikkeçirmə qabiliyyəti karbonlu poladların is-tilikkeçirmə qabiliyyətindən daha aşağıdır.

Məsələn, bəzi metal və ərintilərin istilikkeçirmə qabiliy-yəti aşağıda göstərilmişdir (m^2/saat).

Azkarbonlu polad.....	0,045
Legirlənmiş polad	0,020
Alüminium	0,298
Mis	0,407
Titan ərintiləri	0,150

Pəstah metalı bütün en kəsiyi boyunca tələb olunan tem-peratura qədər bərabər qızdırılmalıdır. Onun qeyri-bərabər qız-ması nəticəsində metalın yüksək qızmış xarici səthinin istidən genişlənməsi az qızan daxili qatın metalının istidən genişlən-məsindən fərqli olduğundan xarici və daxili qatlar arasında da-xili gərginlik yaranır. Bu gərginliklərə temperatur gərginlikləri və ya termiki gərginliklər deyilir.

Metalı qızdırdıqda struktur çevrilməsi və həcm dəyişməsi baş verir. Bunun nəticəsində yaranan gərginliklər də termiki gərginliklərə əlavə olunur. Bu gərginliklərin təsirindən pəstah-da çatlar əmələ gəlir. Ona görə də, pəstahın qızdırılması iki mərhələdə aparılır. Pəstahın qızdırılma sürəti onun kimyəvi tə-rkibindən və ölçüsündən asılıdır, iriölçülü pəstahları yavaş sürət-lə qızdırmaq lazımdır.

Birinci mərhələ aşağı temperaturda aparılır; metalın isti-likkeçirmə qabiliyyəti aşağı olur və kiçik sürətlə qızdırılır. Praktiki olaraq birinci mərhələdə ($600-800^{\circ}\text{C}$) poladın qızdırıl-ma sürəti aşağıda göstəriləndi kimi götürülür, $^{\circ}\text{C/s}$:

Karbonlu polad ($\leq 0,3\%\text{C}$).....	250-275
Karbonlu polad ($> 0,3\%\text{C}$).....	125-150
Legirlənmiş poladlar:	
500°C -yə kimi.....	40
$500-800^{\circ}\text{C}$ -də.....	60

800⁰C-dən yuxarı100

İkinci mərhələdə proses daha yüksək temperaturalarda aparılır. Metalın istilikkeçirmə qabiliyyəti artır, struktur çevrilməsi başa çatır və plastikliyi kəskin dərəcədə yüksəlir. Ona görə də bu mərhələdə pəstahları yüksək temperaturlu sobalarda nisbətən böyük sürətlə qızdırmaq olar. Bunun üçün qızdırıcı sobaların temperaturu tələb olunan temperaturadək qaldırır və ya ondan 30-50⁰C çox olur.

Pəstahın temperaturu tələb olunan səviyyəyə çatdırıldıqdan sonra bir müddət sobada saxlamaqla ən kəsiyi boyunca temperaturun bərabər paylanmasına nail olunur. Nəticədə diffuziya yolu ilə metalın kimyəvi tərkibi tarazlaşır, bəzi struktur dəyişməsi (karbidin bərk məhlula keçməsi) baş verir, hidrogen diffuziya ilə xaric olur, keyfiyyəti və mexaniki xassələri yaxşılaşır.

Təzyiqlə emal ediləcək pəstahların ən kəsiyinin konfigurasiyası, onların qızdırılma müddətinə böyük təsir göstərir. Məsələn, ən kəsiyinin profili dairə şəklində olan pəstahlar tez, kvadrat şəklində olan pəstahlar isə nisbətən gec qızır; çünki birinci halda pəstah yanma məhsulları ilə daha böyük kontakt səthi yaratdıqlarından çox istilik alır və sürətlə qızır. İkinci halda isə pəstahlarla yanma məhsulları arasında kontakt səthi kiçik olduğundan az istilik alır. Bu isə pəstahların qızdırılması üçün daha çox vaxt sərf olunmasını tələb edir.

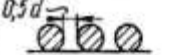
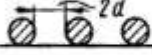
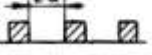
Korbut və pəstahların qızdırılma müddətinin artması və ya azalması eyni zamanda onların soba döşəməsində yerləşmə üsulundan asılıdır. N.N.Dobroxotov və V.F.Kopitov pəstahların (qalınlığı 100 mm-dən çox olan) tam qızdırılma müddətini təyin etmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə etməyi məsləhət görürlər:

$$T = \alpha K D \sqrt{D}, \text{ saat}$$

burada, T-pəstahı 0-1200⁰C-dək qızdırmaq üçün tələb edilən müddət, saat; $\alpha=1-4$ pəstahın soba döşəməsində yerləşdirilmə üsulunu təyin edən əmsal olub, qiyməti şəkil 4.8-də verilmiş sxemdən götürülür; K-əmsal olub, karbonlu və legirlənmiş

poladlar üçün 12,5, yüksək legirlənmiş poladlar üçün 20-25-dir; D-qızdırılan pəstahın qalınlığı və ya diametridir, m.

Təzyiqlə emalda pəstahları qızdırmaq üçün alovlu və elektrikqızdırıcı sobalardan isitifadə olunur. Konstruktiv xüsusiyyətinə görə alovlu qızdırıcı sobalar kameralı və metodik sobalara ayrılır. Kameralı sobada sobanın işçi kameranın həcmi- nin hər yerində praktiki olaraq temperatur eyni olur. Metodik sobalarda soyuq pəstahlar sobanın bir tərəfindən yüklənir, lazı- mi temperaturadək qızmış pəstahlar isə sobanın digər tərəfin- dən boşaldılır.

Pəstahların sobada yerləşməsi		Pəstahların sobada yerləşməsi	
	1		1
	1		1,4
	2		4
	1,4		2,2
	1,3		2
			1,8

Şəkil 4.8. Soba döşəməsində pəstahın yerləşdirilmə üsulunu təyin edən əmsalın (α) qiyməti

Elektrikqızdırıcı sobalar da üç qrupa bölünür:

1. Müqavimət elektrik sobaları;
2. Kontakt elektrik sobaları;
3. İnduksion elektrik sobaları.

Elektrik üsulu, adi üsullara nisbətən metalların 8-10 dəfə tez qızdırılmasına, yanmaya metal itkisinin çox az olmasına,

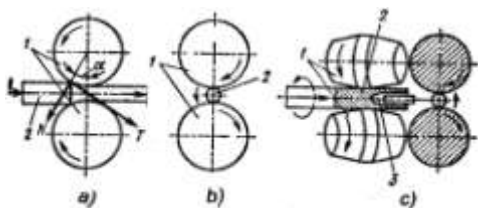
temperaturun asanlıqla tənzim edilməsinə, məhsuldarlığın artırılmasına, istehsalat proseslərinin tam avtomatlaşdırılmasına və əmək şəraitinin yaxşılaşdırılmasına imkan verir. Buna baxmayaraq elektrikli qızdırıcı qurğulardan seriyalı istehsalatda eyni ölçülü pəstahları qızdırdıqda istifadə edilir.

5. Yayma istehsalatı

5.1. Yayma prosesinin mahiyyəti

Yayma – metalların təzyiqlə emalının əsas və kütləvi sürətdə tətbiq edilən üsullarından biridir. Istehsal olunan poladın 90%-dən çoxu və əlvan metalların çox hissəsi yayma prosesinə uğradılır. Yayma zamanı pəstah sürtünmə qüvvələrinin hesabına pəstahın fırlanan valların araboşluğuna dartılıb sıxılır – plastik deformasiyaya uğrayır. Vallarla pəstahın qarşılıqlı yerləşməsi, valların forması və sayı müxtəlif olur. Yaymanın əsas növləri – uzununa, eninə və eninə-vintvari yayma proseslərindən ibarətdir (şəkil 4.9).

Şəkil 4.9. Yaymanın əsas növləri: a – uzununa; b – eninə; c – eninə-vintvari;
1 – vallar; 2 – pəstah; 3 – tərpənməz sağanaqda dəşici



Uzununa yaymada (şəkil 4.9, a) vallar 1 müxtəlif istiqamətlərdə fırlanır, pəstah 2 isə valların oxuna perpendikulyar istiqamətdə yerini dəyişir, sıxılmaya məruz qalır, onun en kəsiş sahəsi azalır və uzunluq ölçüsü artır.

Eninə yaymada (şəkil 4.9, b) paralel oxlar üzrə yerləşmiş vallar 1 bir tərəfə fırlanır, pəstah 2 fırlanma hərəkəti alır və vallar boyu plastiki deformasiyaya uğrayır. Eninə-vintvari yaymada (şəkil 4.9, c) vallar bucaq altında yerləşir və bir istiqamətdə fırlanaraq pəstaha 2 həm fırlanma, həm də irəliləmə hərəkəti verir, bunun sayəsində pəstah vallar arasında boşluğa dartılır.



Şəkil 4.10. Metalın vallarla yayılma sxemi

Uzununa yaymada pəstahın fırlanan hamar vallar arasında sıxılmasında (şəkil 4.10) onun ilkin qalınlığı h_0 ilə deformasiyadan sonrakı qalınlığı h_1 arasındakı fərq $\Delta h = h_0 - h_1$ mütləq sıxılma deyilir. Deformasiyadan sonrakı zolağın b_1 eni ilə ilkin en b_0 ölçüsü arasındakı fərq Δb mütləq genəlmə adlanır, yəni $\Delta b = b_1 - b_0$.

Zolağın hündürlüyü üzrə nisbi sıxılma və ya deformasiya dərəcəsi $\mathcal{E}$ (%-lə) mütləq sıxılmanın onun ilkin qalınlığına nisbətində bərabərdir:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta h}{h_0} \text{ və ya } \mathcal{E} = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100\%$$

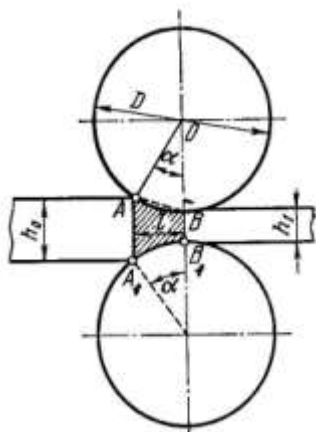
Sıxma əmsalı γ - ilkin qalınlığın h_0 yaymadan sonrakı zolağın qalınlığına h_1 nisbətində bərabərdir: $\gamma = \frac{h_0}{h_1}$

Genişlənmə əmsalı β - yaymadan sonrakı zolağın eninin b_1 ilkin eninə b_0 nisbətində bərabərdir, yəni $\beta = \frac{b_1}{b_0}$;

Uzununa əmsalı μ - yaymadan sonra zolağın uzunluğunun l_1 ilkin uzunluğuna l_0 nisbətində bərabərdir, yəni $\mu = \frac{l_1}{l_0}$.

Yaymaya qədər metalın həcmi yaymadan sonrakı həcmə bərabər $h_0 b_0 l_0 = h_1 b_1 l_1$ - olduğuna görə $\mu = \frac{l_1}{l_0} = \frac{h_0 b_0}{h_1 b_1} = \frac{F_0}{F_1}$, yəni yaymaya qədər zolağın en kəsiyinin sahəsinin F_0 yaymadan sonrakı en kəsik sahəsinə F_1 nisbətində bərabərdir.

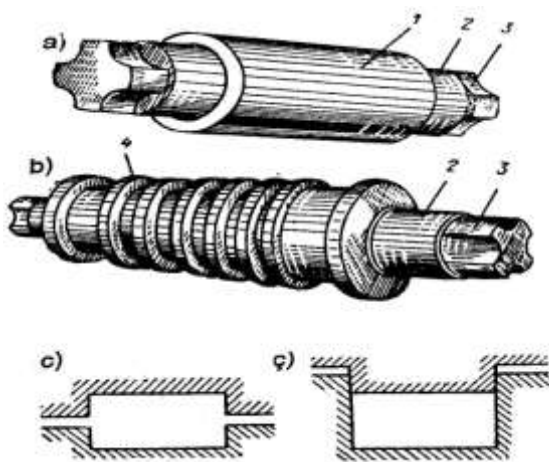
Yaymanın hər bir anında vallar arasında ABB_1A_1 zonasındakı metal həcmi deformasiya zonası adlanır (şəkil 4.11). Bu zonada metal ayrılıqda vallar ilə AB və B_1A_1 qövsləri (tutma qövsləri) üzrə sıxılmaya məruz qalır. Tutma qövsünə uyğun mərkəzi bucaq-tutma bucağı α adlanır.



Şəkil 4.11 Metalın yayılma sxeminə həcmi deformasiya zonası və tutma bucağı

Yayma prosesinin başlanması üçün pəstahın vallar tərəfindən tutulma şəraiti təmin edilməlidir. Pəstah vallara toxunduqda (şəkil 4.9, a) N reaksiyası və sürtünmə qüvvəsi T əmələ gəlir. Sürtünmə qüvvəsinin T üfüqi toplananı pəstahı valların araboşluğuna çəkməyə, normal qüvvəsinin N üfüqi toplananı isə onu geri itələməyə çalışır. Məlumdur ki, $T=f \cdot N$, burada f – sürtünmə misalıdır. Əgər $T \cos \alpha > N \sin \alpha$ olsa pəstah vallar tərəfindən tutulacaqdır. T qüvvəsinin yerinə onun ifadəsini yazsaq $f \cos \alpha > \sin \alpha$ alınır. Buradan $f > \tan \alpha$, yəni pəstahın vallar tərəfindən tutulmasını təmin etmək üçün tutma bucağının tangensi sürtünmə əmsalından kiçik olmalıdır. Qızdırılmış polad pəstahın hamar vallar üçün $\alpha=15-24^\circ$ olur.

Vallar yayma prosesində alət kimi işlədilir; onlar işçi çəllək 1, boyun 2 və yan üz (tref) 3 hissələrindən ibarət olur (şəkil 4.12).



Şəkil 4.12. Yayma valları və kalibrlərin tipləri: a – təbəqə üçün hamar val; b – çeşidli metal üçün şırnaqlı val; c – açıq kalibr; ç – qapalı kalibr: 1 – hamar çəllək; 2 – boyuncuq; 3 – tref; 4 – şırnaqlı çəllək və kalibrlərin tipləri

Təbəqə polad və lent hamar silindrik (şəkil 4.12, a), zolaqlar – pilləvari, növlü polad isə şırnaqlı vallarla (şəkil 4.12, b) yayılır. Cüt valların uyğun kəsikləri – şırnaqlı kalibr əmələ gətirir. Kalibrlər açıq (şəkil 4.12, c) və qapalı (şəkil 4.12, ç) olur. Kalibrin profili yayma yolu ilə alınacaq məmulatın profilinə uyğun olur.

Bir keçiddə pəstahın deformasiyaya uğradılaraq ondan tələb edilən məmulat alınması praktiki olaraq mümkün deyildir. Yayma dəzgahlarından pəstah ardıcıl olaraq bir sıra keçiddən buraxılaraq deformasiyaya uğradılmaqla son məmulata çevrilir.

Alınacaq yayıqların konfigurasiya və xarakterindən asılı olaraq tək və çoxkalibrli vallar tətbiq edilir. Pəstahı çoxkalibrli valların kalibrləri arasında ardıcıl surətdə buraxaraq profilini tədricən dəyişib tələb olunan konfigurasiya və ölçüyə çatdırılır.

İş prinsipinə görə üç növ kalibr tətbiq edilir: a) sıxıcı və ya uzadıcı; b) hazırlayıcı; c) tamamlayıcı kalibrlər.

Sıxıcı kalibrlərlə iri korbut və pəstahlar tələb olunan ölçü və profil alınincayadək sıxılıb uzadılır. Sıxıcı və ya uzadıcı ka-

librlər, öz növbəsində: a) düzbucaq, b) rombşəkilli, c) kvadrat və ç) ovalşəkilli kalibrlərə ayrılır.

Hazırlayıcı kalibrlərin vəzifəsi pəstaha plastik deformasiya nəticəsində təxmini ölçü və profil verməkdən ibarətdir. Belə pəstah ölçü və konfigurasiya cəhətdən istehsal ediləcək məmulata çox yaxınlaşır. Hazırlayıcı kalibrdən sonra pəstah tamamlayıcı kalibrə verilir.

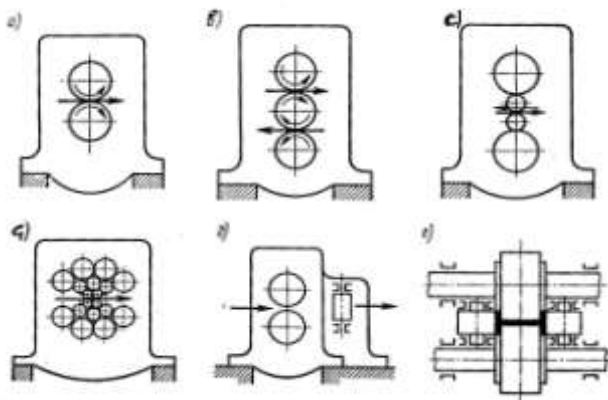
Tamamlayıcı kalibrlərlə formalaşmış pəstah deformasiya uğradılaraq hazır məmulata çevrilir.

Metallar xüsusi maşınların fırlanan valları arasında qızdırılmış və ya soyuq halda keçirməklə yayılır. Belə maşınlarla yayma dəzgahları deyilir.

Yayma istehsalatında müxtəlif konstruksiyalı dəzgahlar tətbiq edilir. Bunlar üç mühüm əlamətə görə təsnif olunur:

- a) işlək yayıcı qəfəslərdəki valların sayına görə;
- b) işlək yayıcı, qəfəslərin yerləşmə prinsiplərinə görə;
- c) yayılan məhsulların növünə görə.

Birinci əlamət üzrə yayma dəzgahları beş qrupa ayrılır (şəkil 4.13), ikivallı-duo (a), üçvallı-trio (b), dördvallı (c), çoxvallı (ç) və universal (d, e) dəzgahlar. İkivallı (duo) dəzgahlar, öz növbəsində, reversiv və qeyri-rebversiv olmaqla iki qrupa bölünür.



Şəkil 4.13. Yayma dəzgah qəfəslərində valların yerləşmə sxemi

Çoxvallı dəzgahlarda işlək valların sərtliyi daha yüksək olur və bu dəzgahlardan nazik zolaq və dar lentlərin soyuq halda yayılmasında istifadə edilir.

Universal dəzgahlarda vallar üfüqi və şaquli vəziyyətdə yerləşən pəstahı dörd tərəfdən sıxır. Universal dəzgahlardan (d) enli zolaq, lent və slyabinlərin yayılmasında istifadə olunur. Universal dəzgahlarda metal, eyni zamanda, üfüqi və şaquli vallar arasında sıxılır, hamar və kənarları təmiz məhsul alınır. Universal dəzgahlardan (e) hündürlüyü 1000 mm qədər olan tirlərin yayılmasında istifadə olunur.

İşlək qəfəslərin yerləşməsinə görə yayma dəzgahları bir-qəfəsli və çoxqəfəsli olur. Onlar birxətli və ya ardıcıl yerləşdirilir. Birqəfəsli yayma dəzgahlarının işlək qəfəslərində yalnız bir cüt val yerləşdirilir.

Birxətli, yəni işlək qəfəsləri bir xətt üzrə yerləşdirilmiş yayma dəzgahlarının tətbiq sahəsi çox məhduddur. Buna səbəb qəfəslərdəki valların hamısının eyni sürətlə fırlanması və məhsuldarlığın az olmasıdır.

Qəfəslər bir-birinin ardınca yerləşdirilmiş yayma dəzgahlarının hər bir qəfəsdəki valların dövrlər sayı, onlardan sonra gələn qəfəsdəki valların dövrlər sayından fərqlənir. Qəfəsləri ardıcıl yerləşdirilən dəzgahlara fasiləsiz dəzgahlar deyilir və onlar yüksək məhsuldarlığa malikdir. Çəşidli yayıq, təbəqə və məftil istehsal edici sexlərdə fasiləsiz yayma dəzgahları daha çox yayılmışdır.

Yayılan məhsulun növünə görə yayma dəzgahları bilavasitə pəstah yayan və hazırlanmış yarımfabrikantları yayan dəzgahlara ayrılır.

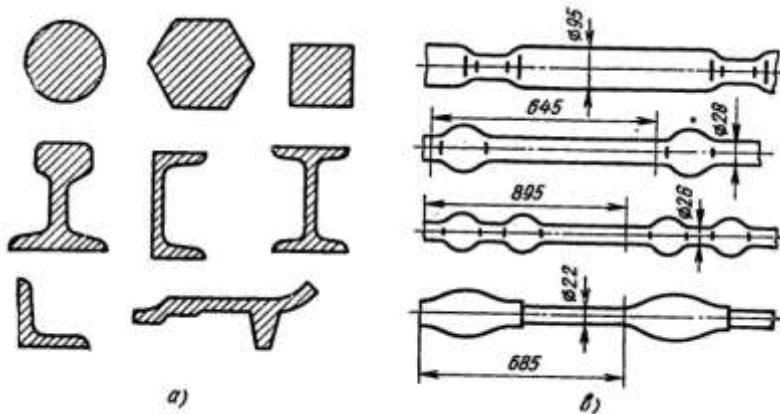
5.2 Yayıqların əsas növlərinin istehsalı

Yayma istehsalatının məhsulları xalq təsərrüfatında çox geniş tətbiq edilir. Onlardan bir konstruksiya materialı kimi (körpülərin, evlərin tikilməsində, maşın çatılarında, dəmir yollarında və s.), mexaniki sexlərdə məmulat hazırlanmasında,

şərtləmədə və döymədə ilkin material kimi istifadə edilir. Müxtəlif profilli və ölçülü yayıqlar onların çeşidi adlanır.

Yayma ilə istehsal edilən profillərin ölçülərinin və həndəsi şəkillərinin külliyyatına sortament deyilir. Yayma istehsalatında alınan məhsulları dörd əsas qrupa bölünür: çeşidli yayıq, təbəqə şəklində yayıq, borular və xüsusi yayıq növləri.

Çeşidli yayıqlar (şəkil 4.14, a) iki qrupa bölünür: sadə həndəsi profilli (kvadrat, dairəvi, altıüzü, düzbucaq, oval) və mürəkkəb profilli (şveller, bucaq, ikitərəfli relslər və s.) yayıqları göstərmək olar.



Şəkil 4.14. Yayma məhsullarının profilləri:
a – çeşidli yayıqlar; b - dövrü (xüsusi) yayıqlar

Əlvan metal və ərintilərindən əsasən sadə həndəsi profilli – kvadrat, düzbucaq, dairəvi – yayıqlar istehsal edilir.

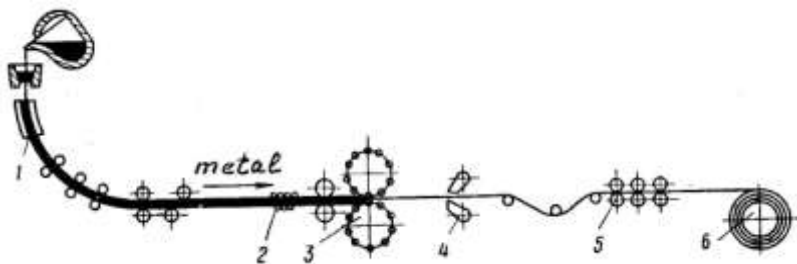
Təbəqə şəklində yayıqların alınmasında poladlardan və əlvan metallardan istifadə edilir. Təbəqə yayıqlar qalın (4-160 mm), nazik (4-0,2 mm), eləcə də folqa (0,2 mm və aşağı) şəklində buraxılır. Əlvan metal və onların ərintilərindən 0,2-0,25 mm qalınlığında təbəqə və rulon halında zolaqlar hazırlanır.

Borular tikişsiz və tikişli, diametri 30-660 mm və divarının qalınlığı 2-160 mm olduqda karbonlu və legirlənmiş poladlardan, diametri 5-2500 mm və divarının qalınlığı 0,5-16 mm olduqda karbonlu və az legirlənmiş poladlardan yayılır. Tikişsiz borular tikişli borulardan daha möhkəmdir.

Xüsusi yayıq növlərinə çarxlar, dişli çarxlar, kürələr, çənbərlər, dövrü profillər (pəstahın uzununa oxu boyunca en kəsiyinin sahəsi və şəkli dövrü olaraq dəyişən) və s. aiddir (şəkil 4.14, b).

Son zamanlar maye metaldan birbaşa (korputsuz) yayığın alınma üsulu daha geniş tətbiq olunur. İkinci bölmədə fasiləsiz pəstah tökmə qurğunun sxemi (şəkil 2,11) verilmişdir. Belə halda korputun alınması, onların kəsilməsi, sobalarda qızdırılması, anbara yığılması və daşınması kimi köməkçi əməliyyatlara ehtiyac olmur. Plastik vəziyyətdə olan metalı valların arasında sıxılaraq tələb olunan profil alınanadək yayılır. Tökmə-yayma proseslərinin birləşdirilməsi böyük iqtisadi səmərə verir. Bilavasitə maye metaldan yayığın alınması kifayət qədər mürəkkəb texnoloji prosesdir və onun yerinə yetirilməsi yalnız kompleks avtomatlaşdırma ilə həll edilə bilər.

Fasiləsiz tökmə ilə diametri 8 mm olan qızmar yayma məf-tilinin istehsal texnologiyasını nəzərdən keçirək (şəkil 4.15).



Şəkil 4.15. Fasiləsiz korputsuz tökmə və yayma üsulları ilə yayığın istehsalı sxemi

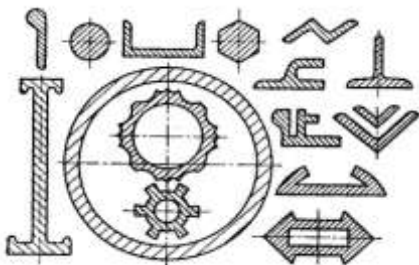
Tökmə çalovundan maye polad aralıq tutuma doldurulur və buradan divarları su ilə soyudulan mis kristallaşdırıcıya 1 daxil olur. Burada en kəsiyi 60x80 mm olan pəstahın bərkimiş qabığı formalaşır. Diyircəkli sistemdən ibarət olan ikinci soyuducu zonaya daxil olan pəstah, bütün en kəsiyi üzrə tamam bərkiyə qədər su şırnağı ilə soyudulur. Sonra pəstah vallar arasında düzləndirilir və en kəsiyi üzrə temperaturunun bərabərləşdirilməsi üçün diyircəklərlə induktura 2 verilir. Alınmış pəstah ardıcılıqla planetar dəzgahda, tamamlayıcı qəfəslərdə 5 yayılır və diametri 8 mm olan məftilə çevrilərək sarıyıcı qurğuya 6 daxil olur. Metalı kəsmək üçün qayçıdan 4 istifadə edilir. Fasiləsiz tökmə və yayma prosesləri avtomatik idarəetmə sistemləri ilə əlaqələndirilir.

6. Metalların preslənməsi və çəkilməsi

6.1. Metalların preslənməsi

Preslənmə, silindr formalı konteynerin qapalı boşluğunda yerləşdirilmiş pəstahı sahəsi onun en kəsik sahəsindən kiçik olan matrisa dəşiyindən basaraq keçirilmə prosesinə deyilir. Bu prosese başlıca olaraq yüksək plastikliyə malik əlvan metal və onların ərintiləri uğradılır. Son zamanlar karbonlu, konstruksiya, korroziyaya davamlı və başqa yüksək legirlənmiş poladlardan da presləmə yolu ilə məmulat istehsal edilir.

Presləmədə ilkin material kimi korput və yayma məmulatlarından istifadə olunur. Presləmə üsulu ilə müxtəlif profilli məmulat istehsal edilir (şəkil 4.16).



Şəkil 4.16. Presləmə üsulu ilə alınan məhsulların profilləri

Presləmə üsulu ilə məmulat hazırlanma texnologiyası aşağıda göstərilən mərhələlərlə yerinə yetirilir: pəstahın hazırlanması—metalkəsən dəzgahlarda yonmaqla pəstahın xarici qüsurları aradan qaldırılır; müəyyən ölçü və uzunluqda kəsilir; lazımi temperatura qədər qızdırılır; qızdırılmış metal presin konteynerində yerləşdirilir; presləmə prosesinin aparılması; pres-qalığın kənar edilməsi; məmulatın müəyyən uzunluqda kəsilməsi; düzləndirici maşınlarda düzləndirilmə; qüsurların aradan qaldırılması; lazımi termik emal aparılması.

Presləmədə uzanma əmsalı μ konteynerin en kəsiyi sahəsinin F_k matrisa gözlüyünün en kəsiyi sahəsinə F_m nisbətində bərabərdir:

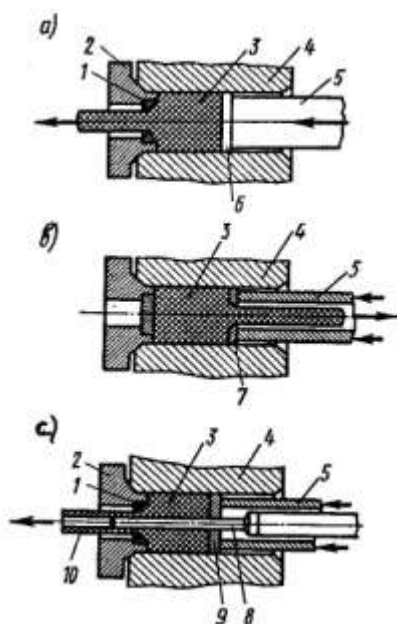
$$\mu = \frac{F_k}{F_m}.$$

Uzatma əmsalı $\mu=8-50$, bəzən çox da olur. Presləmədə sıxma dərəcəsi $\gamma = \frac{F_k - F_m}{F_k} \cdot 100\%$ -ə bərabərdir. Sıxma $\gamma=90\%$ -ə qədər ola bilər.

Presləmə zamanı metal hərtərəfli sıxılmaya məruz qalır və ona görə də, yüksək plastikliyə malik olur. Preslənmiş profillərin ölçü dəqiqliyi yayılmış profillərindən yüksək olur.

Presləmə düzünə və əksinə olmaqla iki üsul ilə aparılır.

Düzünə presləmə üsulunda (şəkil 4.17, a) pəstah 3 presin konteynerində 4 yerləşdirilir. Konteynerdən sol tərəfdə matrisa-tutucu 2 və ona bərkidilmiş matrisa 1, sağ tərəfdə isə pres-şayba 6 və puanson 5 yerləşir. Puansonla sıxdıqda pəstah metalı plastik deformasiyaya uğrayır və matrisanın gözlüyündən axaraq gözlüyün profilini alır. Adətən, konteynerdən metalın hamısını sıxışdırmaq mümkün olmur. Metalın bir hissəsi konteynerdə qalır və bu pres-qalıq adlanır.



Şəkil 4.17. Presləmə sxemləri

Əksinə presləmə üsulunda (şəkil 4.17, b) əvvəlcə pəstah 3 konteynerə 4 qoyulur, sonra isə ona qurtaracağında matrisa 7 yerləşdirilmiş içi boş puanson 5 daxil edilir. Puanson hərəkət etdikdə matrisa metalı sıxır və o matrisadakı gözlükdən çıxaraq, puansonun istiqamətinin əksinə hərəkət edir. Əksinə presləmə üsulunda metal tullantısının miqdarı az alınır.

Presləmə - yalnız matrisanı dəyişməklə müxtəlif formalı profillər alınmasına imkan verir. Boru və digər içi boş məmulatların preslənməsi əlavə olaraq iynəli tərtibatdan (şəkil 4.17, c) istifadə edilməklə düzünə üsulla aparılır. Boru presləmədə konteynerə 4 yerləşdirilmiş metal 3 polad iynə 8 pres-şayba 9 ilə bərkidilmiş puansonla 5 sıxılır. Əvvəlcə iynənin ucu müəyyən qədər pəstaha batılır, sonra puanson və pres-şaybadakı deşikdən keçərək pəstahı deşir; iynənin ucu pəstahı deşib matrisatutucu-

da 2 oturdulmuş matrisa 1 deşiyindən bir qədər irəli çıxıb dayanır. Puanson 5 pres-şayba 9 birgə hərəkəti zamanı, metal matrisa deşiyinin və iynənin divarının əmələ gətirdiyi üzükvarı deşikdən basılıb keçirir. Beləliklə alınmış borunun 10 xarici diametri matrisa deşiyinin diametrinə, onun daxili diametri isə deşici iynənin diametrinə bərabər olur. Deşmədə metal tullantısı böyük olur və pəstahın kütləsinin 20...40%-ni təşkil edir.

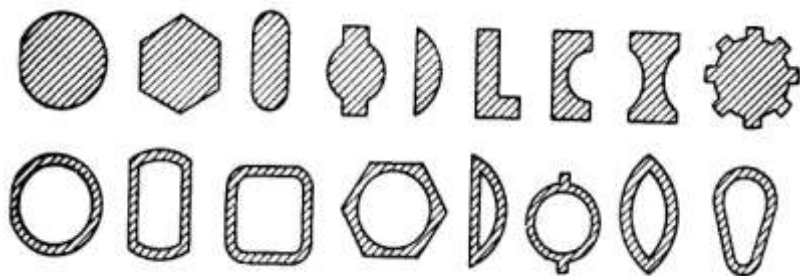
Presləmənin mənfi cəhətləri bunlardır: xeyli metal tullantı alınması, məmulatın uzunluğu və en kəsiyi üzrə deformasiya dərəcəsinin müxtəlif və bununla əlaqədar olaraq mexaniki xassələrinin fərqli olması.

Presləmə alətləri ağır şəraitdə işləyir: onlar sıxıcı, sürtünmə qüvvələrə məruz qalmaqla yanaşı yüksək temperatur şəraitində istismar olunurlar. Ona görə presləmə alətləri 3X2B8Φ, 4XB2C, 5XHM, 30XMA markalı yüksəkkeyfiyyətli alət poladlarından hazırlanır.

6.2. Metalların çəkilməsi

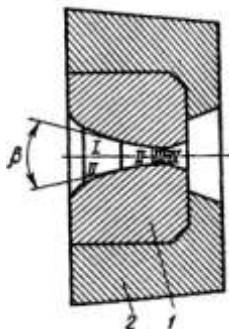
Çəkmə prosesi, pəstahı onun en kəsiyindən kiçik deşikdən (gözlükdən) keçirərək məmulata çevirməkdən ibarətdir. Çəkmə prosesində pəstahın en kəsiyinin sahəsi azalır, uzunluğu artır, lakin həcmi sabit qalır. Çəkmə prosesindən sonra məmulatın səthi təmiz, hamar və ölçüləri dəqiq olur. Çəkmə yolu ilə karbonlu və legirlənmiş poladlardan, əlvan metal və onların ərintilərindən diametri 10 mkm-dan 6 mm-ə qədər olan məftillər, diametri 1-400 mm və divarının qalınlığı 1,5-12 mm olan borular, müxtəlif çeşidli tirlər və profillər istehsal edilir (şəkil 4.18).

Bu məqsədlə ilkin material kimi yayma və presləmə ilə alınmış məftil, çubuq, borular, həmçinin, fasiləsiz tökmə ilə və ya ovuntu materiallarından bişirmə ilə alınmış yarımfabrikatlar istifadə olunur.



Şəkil 4.18. Çəkmə üsulu ilə alınan bəzi məmulatların profilləri

Pəstahın dartıldığı gözlüyə çəkmə gözlüyü deyilir. Gözlük, sürtünməyə və mexaniki yeyilməyə qarşı davamlı olan metal-keramika ərintilərindən (BK2, BK6, BK8 və s.), alət poladlarından (Y8, Y10, Y12), legirlənmiş poladlardan (ШХ15, Х12М, Х6ВФ), bəzi hallarda isə texniki almazdan hazırlanır (şəkil 4.19). Çəkmə gözlüyü 1 ucuz metaldan hazırlanmış qurşağın 2 boşluğunda yerləşdirilir. Buna çəkmə tavasası da deyilir. Çəkmə gözlüyü giriş (yağlayıcı) konusundan I, deformasiyaedici konusdan II, kalibrleyici hissəsindən III və çıxış konusundan IV ibarətdir. Deformasiyaedici zonanın konusluğu məmulatın növündən və metalın kimyəvi tərkibindən asılı olaraq dəyişir. I zona sürtünməni azaltmaq, II zona pəstahı müəyyən dərəcəyədək sıxmaq, III zona sıxılmış pəstahı tələb olunan ölçü və profilinə çatdırmaq, IV zona isə məmulatı gözlükdən asanlıqla buraxmaq üçün xidmət edir.



Şəkil 4.19. Çəkmə tavasının kəsiyi

Bir dəfəyə çəkmədə sıxılma 30-35%-dən çox olmur və bu göstərici düstur ilə hesablanır:

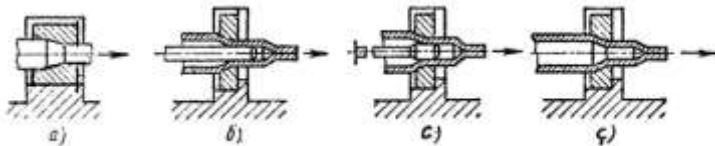
$$\varepsilon = (F_1 - F_2) / F_1 \cdot 100\%,$$

burada, F_1 və F_2 pəstahın çəkib uzatmadan əvvəlki və sonrakı en kəsik sahələridir. Uzanma əmsalı $\mu = F_1 / F_2$ düsturu ilə təyin edilir və bir çəkmədə 1.25-1.45-ə bərabər olur. Tələb edilən profil-ləri almaq üçün çəkmə əməliyyatı bir neçə keçiddə aparıla bilər.

Çəkmədən əvvəl turşulu məhlulda aşılamaqla pəstahın səthi qəlpədən təmizlənir, neytrallaşdırılır və yuyulur. Çəkmə əməliyyatı bir neçə keçidlə aparılırsa pəstahın səthinə yağlama-altı qat çəkilir (əhəngləmə, fosfatlama, xüsusi örtüklər) və 100°C temperaturda qurudulur. Pəstahı qızdırdıqda metalda həll olmuş hidrogenin bir hissəsi kənar edilir və bununla da aşılama da yarana bilən kövrəkliyin qarşısı alınır.

Çəkmədən əvvəl sürtünməni azaltmaq üçün pəstahın qurudulmuş səthi mineral yağlar, qrafit, emulsiya və ya xüsusi tərkiblərlə yağlanır. Pəstahın yağlanması bir tərəfdən deformasiya qüvvəsini və elektrik enerjisinin sərfini azaldır, digər tərəfdən isə hamar səthli məmulatın alınmasına və çəkmə gözlüyün davamlılığının artırılmasına imkan verir.

Borular müxtəlif çəkmə üsullarla hazırlanır (şəkil 4.20). Borunun divarının qalınlığını azaltmaq lazım gəldikdə boru ilə birlikdə hərəkət edən uzun sağanaqla (şəkil 4.20, b), borunun həm xarici diametrini və divarın qalınlığını azaltmaq üçün hərəkətsiz tıxac ilə (şəkil 4.20, c) və xarici diametrini azaltmaq məqsədilə sağanaqsız (şəkil 4.20, ç) dartılma ilə emal edilir.



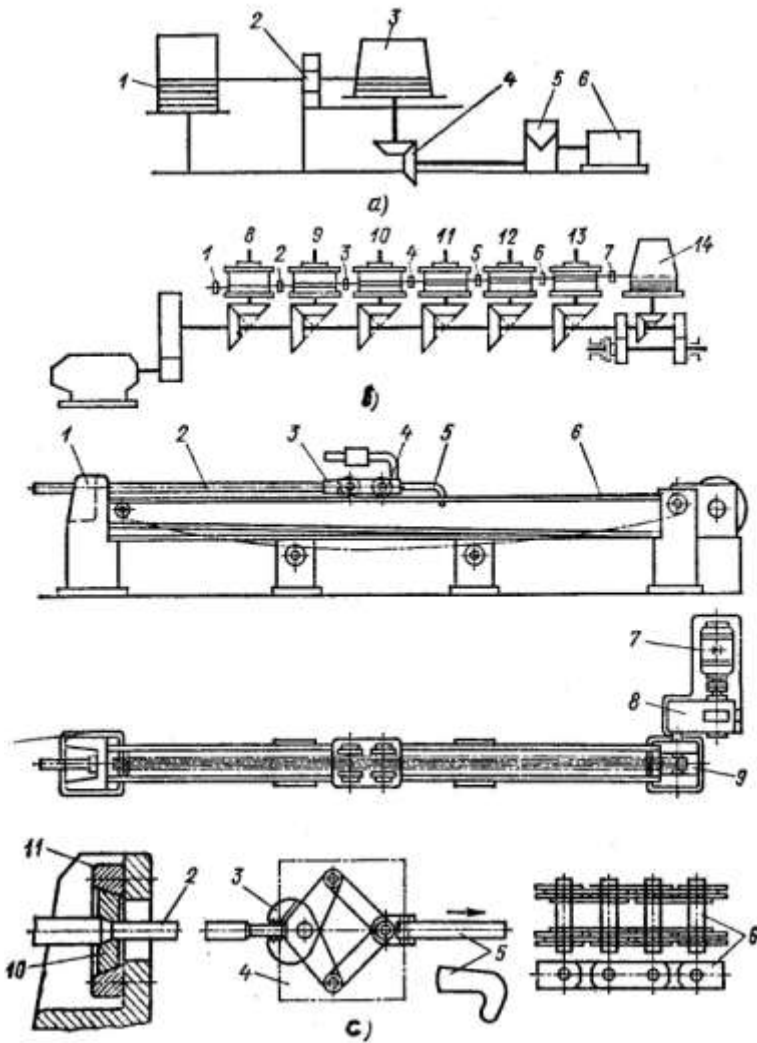
Şəkil 4.20. Boru çəkmə proseslərinin sxemi: a – çubuq; b – boru ilə birlikdə hərəkət edən uzun sağanaqla; c – boru ilə birlikdə hərəkət etməyən qısa sağanaqla; ç – sağanaqsız boru

Çəkmə gözlüyündən keçə bilməsi və çəkmə dəzgahının kəlbətini ilə tutulması üçün pəstahın ucunu nazikləşdirir. Çəkmə dəzgahları, barabanlı və zəncirli olmaqla iki qrupa bölünür (şəkil 4.21). Barabanlı dəzgahlar məftil və çubuqlar istehsal etmək üçün istifadə olunur. Birdəfəlik barabanlı dəzgah (şəkil 4.21 a) sarıyıcı qurğuya 1, çəkmə gözlüyünü saxlamaq üçün dayağa 2 və çəkmə barabanına 3 malikdir. Çəkmə barabanı elektrik mühərriki 6, reduktor 5 və konuslu dişli çarxötürməsi 4 vasitəsilə fırladır. Baraban fırlandıqda ilkin material (pəstah) sarıyıcı qurğudan açılaraq gözlükdən keçdikdən sonra ona sarınır və beləliklə məftil alınır. Çoxdəfəlik barabanlı çəkmə dəzgahlarda (şəkil 4.21, b) məftil ardıcıl olaraq en kəsiyinin sahəsi tədricən azalan gözlüklərdən (1-7) dartılaraq keçirilir. Burada məftili çəkici barabanların (8-13) üzərinə iki-üç dəfə sarımaqla çəkici qüvvə yaradılır. Alınmış məhsul qəbul barabanına 14 sarınır. Elektrik mühərrikinin, reduktor və konuslu dişli çarx ötürməsi vasitəsilə barabanlara fırlanma hərəkəti verilir. Barabanlı dəzgahlarda diametri 0,002-6 mm olan məfillər və diametri 25 mm-ə qədər çubuqlar istehsal edilir. Barabanların diametri 150-1000 mm, çəkmə sürəti 6-3000 m/qəd-dək dəyişir.

Zəncirli dəzgahlardan diametri 150 mm-ə qədər olan çubuqlar və tirlər, o cümlədən diametri 400 mm-dən və uzunluğu 8 m-ə qədər olan boruları çəkmək üçün istifadə edilir.

Zəncirli çəkmə dəzgahı (4.21, c) arabacığa 4 bərkidilmiş kəlbətinə 3 malikdir. Kəlbətin 3 gözlükdən 10 keçirilmiş çubuğun (pəstahın) 2 nazikləşdirilmiş ucunu sıxaraq çəkib-uzatmağa imkan yaradır. Arabacığın 4 hərəkəti onun qarmağını 5 lövhəli çəkmə zəncirinə 6 ilişdirməklə başa çatdırılır. Elektrik mühərrikindən 7 reduktor 8 vasitəsilə fırlanma hərəkəti ulduzcuğa 9, sonra isə lövhəli zəncirə 6 verilir. Zəncir isə arabacığı hərəkətə gətirir. Beləliklə elektrik mühərrikinin 7 fırlanma hərəkəti arabacığın 4 xətti hərəkətinə çevrilir.

Zəncirli dəzgahlarda, eyni zamanda, üç və daha çox məmulat çəkib-uzatmaq mümkündür. Müasir zəncirli dəzgahların çəkmə sürəti 3-5m/san qədər olur.



Şəkil 4.21. Çəkmə dəzgahlarının sxemləri: birdəfəlik (a) və çoxdəfəlik (b) barabanlı, zəncirli (c) çəkmə dəzgahları

7. Sərbəst döymə

İstehsalatda işlədilən müxtəlif formalı və yüksək keyfiyyətli məmulat almaq üçün sərbəst döymə üsulundan istifadə edilir. Sərbəst döymə, qızdırılmış metalı çəkicin (presin) döyəcləri arasında dövrü zərbələri və ya statik təsiri ilə plastiki deformasiyaya uğratmaqla tələb olunan formada, ölçüdə və xassələrə malik döyüklər adlanan məmulatın alınma prosesinə deyilir.

Döyüklərdən sənayenin bütün sahələrində, xüsusilə maşınqayırma geniş istifadə edilən maşın hissələri hazırlanır. Onların kütləsi 10 qramdan 300 tona qədər ola bilər. İriölçülü döyükləri korputlardan, orta və kiçikölçülü döyəkləri isə yayma pəstahlarından alırlar. Kiçik kütləli döyükləri ştamplama üsulu ilə də almaq olur. Lakin ştamplamanın sərbəst döyməyə nisbətən üstün cəhətlərə malik olmasına baxmayaraq bəzi döyüklərin alınmasında sərbəst döymə üsulundan istifadə edilir. Fərdi və kiçik seriyalı istehsalatda döyüklərin hazırlanmasında sərbəst döymə iqtisadi cəhətdən ştamplamaya nisbətən daha sərfəlidir.

Ştamp materialı yüksəkkeyfiyyətli və ştampın hazırlanma texnologiyası çətin olduğuna görə bu üsulla istehsal bəzi başa gəlir. Lakin iriseriyalı və kütləvi istehsalatda ştamplama üsulu sərbəst döyməyə nisbətən daha səmərəlidir. Beləliklə, döymə iki növə ayrılır: sərbəst döymə və ştamplamada döymə. Sərbəst döymə prosesində metal ya dinamik, ya da statik təsirlə döyülür. Xırda döyüklər almaq üçün əl ilə döymə üsulu, orta və iriölçülü döyüklər üçün böyük zərbə qüvvəsi tələb olunduğundan maşınla döymə üsulu tətbiq edilir. Maşınla döymə daha məhsuldar və səmərəlidir.

Döymə zamanı korput və pəstahların makro və mikroməsamələri, oturma və qaz boşluqları, çatlar və s. qüsurlar kənar edilir. Qızmar deformasiya nəticəsində metalların makrostrukturunda dərinləşir. Deformasiyaedici qüvvənin təsiri altında korputun iri dendritlərdən təşkil edilmiş strukturu dağılır, xırdaqlanır və metal axını plastik deformasiyanın maksimum istiqamətində davam edir. Sərbəst döymədə yayma prosesində oldu-

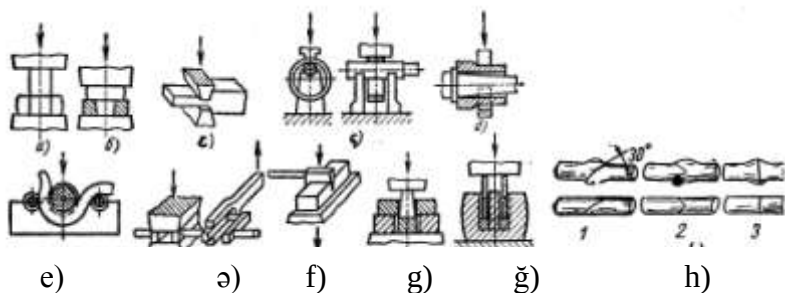
ğu kimi metalın axın istiqaməti ona təsir edən qüvvənin istiqamətinə perpendikulyar olur. Eyni istiqamətdə uzanan struktur təşkeildiciləri zolaq və ya lif şəklində struktur əmələ gətirir. Metalların mexaniki xassələri liflərin istiqamətlərindən asılı olaraq fərqli olur. Liflərin boyuna istiqamətdə metalın plastikliyi və zərbə özlüllüyü bunlara perpendikulyar istiqamətdəki xassələrinə nisbətən daha yüksək olur. Metalların möhkəmliyi, axıcılıq və mütənasiblik hədləri liflərin istiqamətlərindən asılı olaraq nisbətən az, plastikliyi və zərbə özlülüyü isə daha kəskin dəyişir. Bunları nəzərə alaraq metalları təzyiqlə emal etdikdə çalışmaq lazımdır ki, liflər emal edilən məmulatın həndəsi konturu üzrə yerləşsin və mexaniki emal zamanı liflər kəsilməsin.

Sərbəst döymə prosesi pəstah metalını müəyyən ardıcılıqla bir neçə müxtəlif əməliyyatlarla döymə ilə aparıla bilər. Bu əməliyyatlar oturtma, döyüb uzatma, dəlmə, deşmə, çapma, əymə, burma, dəmirçi qaynağı və s. ibarətdir.

Oturtma prosesi pəstahın hündürlüyünün azalması hesabına onun en kəsiyi sahəsinin artması ilə xarakterizə edilir (şəkil 4.22, a). Oturdulan pəstahın hündürlüyünün (H) diametrinə (d) olan nisbəti 1,25-2,5 olduqda proses əlverişli sayılır. Bu nisbətin kiçik qiymətində soyuq halda pres-qayçılarda yayıqdan kəsilməsi, böyük qiymətində isə oturdulması çətinləşir. Dairəvişəkilli döyüklərin alınmasında oturtma əsas əməliyyatdır. Oturtma pəstah metalının qeyri-bərabər deformasiyaya uğraması ilə xarakterizə olunur.

Yerli oturtma (şəkil 4.22, b) pəstahın uzunluğunun müəyyən bir hissəsinin oturdulmasına deyilir.

Döyüb uzatmada (şəkil 4.22, c) pəstahın en kəsik sahəsinin azalması hesabına onun uzunluğu artır. Döyməklə uzatma əməliyyatı çəkicin yastı və ya xüsusi formalı döyəcləri arasında aparılır. Bu zaman hər bir zərbədən sonra pəstah hərəkət etdirilir və tələb olunan bucaq altında döndərilir. Yastı döyəclərdə uzatma



Şəkil 4.22. Sərbəst döymənin əsas əməliyyatlarının sxemləri

zamanı məmulatın mərkəzində dartıcı gərginliklər yaranır ki, bu da məmulatın uzununa oxu boyunca çatlar alınmasına səbəb olur. Dairəvi en kəsikli məmulatları uzatdıqda deformasiya şəraitini yaxşılaşdırmaq üçün içi dəyirmi döyüklərdən istifadə olunması məsləhət görülür. Belə vəziyyət pəstahın en kəsiyinin hər tərəfdən yönəlmiş qüvvələr metalın deformasiyasını asanlaşdırır və pəstahda daxili çatlar əmələ gəlməsinin qarşısının alınmasında mühüm rol oynayır.

Döyüb uzatmanın döymədə yerli qovma, sağanaqda döyüb uzatma və sağanaqla döyüb genəltmə kimi variantları da mövcuddur.

Döymədə yerli qovma – pəstahın bir hissəsinin qalınlığının azaldılması hesabına onun eninin artırılması əməliyyatıdır.

Sağanaqda döyüb genəltmə (şəkil 4.22, ç), içiboş pəstahın divarlarının qalınlığının azaldılması hesabına, eyni zamanda, onun xarici və daxili diametrinin artırılması əməliyyatıdır. Pəstah daxili səthi ilə silindrik sağanağa söykənir. Sağanağın ucları altlıqlarda yerləşdirilmişdir. Pəstah sağanaqla ensiz uzun döyəc arasında deformasiyaya uğradılır. Döyəcin hər bir təsirdən sonra pəstahı sağanağa nisbətən döndərilir. Döyüb genəltmədə həlqəvarı pəstahın eni bir qədər artır. Bu əməliyyatla içi boş (çəmbərlər, barabanlar, halqalar və s.) pəstahlar hazırlanır.

Sağanaqda döyüb uzatma (şəkil 4.22, d) əvvəlcədəndeşilmiş pəstahın divarının qalınlığının azaldılması hesabına, eyni zamanda, onun uzunluğunun artırılması və diametrinin azaldılması əməliyyatıdır. Sıxılma döyəclər və azacıq konusvarı sağanaq arasında baş verir. Bu əməliyyat ilə qazan barabanları, turbin rotorları üçün içi boş pəstahlar hazırlanır.

Əymə (şəkil 4.22, e), pəstaha əyri forma verilməsindən və ya onun hissələri arasındakı bucağın dəyişdirilməsindən ibarətdir. Əyri oxlu döyəkləri (bucaq, qarmaq, kronşteyn, qulp və s.) istehsalında əymə prosesindən istifadə edilir.

Burma (şəkil 4.22, ə), əməliyyatı zamanı pəstahın uzununa oxu ətrafında onun bir hissəsi digərinə nəzərən döndərilir. Bunun üçün pəstahın bir hissəsi döyəclər arasında sıxılır, digər hissəsinə xüsusi çəngəl geydirilərək burulur. Bu üsuldən dirsəklərin, burğuların hazırlanmasında istifadə edilir.

Çapma (şəkil 4.22, f), pəstahın bir hissəsini digərindən ayırma əməliyyatıdır. Bu əməliyyat iki mərhələdə yerinə yetirilir. Birinci mərhələdə pəstah balta ilə qismən, sonra isə pəstah 180⁰ çevrilir və axıra qədər çapılır. Çapma əməliyyatı uzun pəstahları bölmək, korputun əlavəlik və dib hissələrini kənar etmək üçün tətbiq edilir.

Deşmə (şəkil 4.22, g), pəstahlarda boşluq almaq üçün boşluq alınacaq yerdəki metalın kəsilib götürülməsi əməliyyatıdır. Deşmədə tullantı alınır və onlardan müvafiq formalı və ölçülü digər detalların hazırlanmasında istifadə edirlər.

Dəlmə (şəkil 4.22, g), pəstahda boşluq almaq üçün boşluq alınacaq yerdəki metalın sıxışdırılaraq boşluğun kənarlarına verilməsi və ya kəsilib götürülməsi əməliyyatıdır. Dəlmədən həm də sonrakı döymədə genəltmə və uzatma əməliyyatlarının aparılması üçün hazırlıq mərhələsi kimi istifadə edilir. İçi boş alətlərlə böyük diametrlili deşiklər açıqda nisbətən az qüvvə sərf olunur.

Dəmirçi qaynağı (şəkil 4.22, h), əməliyyatı vasitəsilə qızdırılmış pəstahları təzyiq altında deformasiyaya uğradılmaqla sökülməyən birləşmələr hazırlanır. Qaynaq temperaturuna-

dək qızdırılmış pəstahlar və ya onların qaynaqlanacaq zonaları üst-üstə, pazvarı və ya uc-uca qaynaq edilir. Hal-hazırda yeni qaynaq üsulları inkişaf etdiyindən bu qaynaq üsulundan nadir hallarda istifadə edilir.

Sərbəst döymədə texnoloji prosesə, istehsal ediləcək məşin hissəsinin çertyoju əsasında standartda uyğun mexaniki emal, müsaidə və texnoloji pay nəzərə alınmaqla döyüyün eskizinin tərtib edilməsi daxildir. Mexaniki emal payı–döyük­lərin səthində kəs­ki ilə yonqar götürmək üçün nəzərdə tutulan əlavə metal hissəsidir. Hissələrin emalı üçün buraxılmış pay ilə birlikdə ölçülərinə döyük­lərin nominal ölçüləri deyilir. Sərbəst döyümdə nominal ölçülər üzrə dəqiq döyük hazırlamaq mümkün deyil. Döyük­lərin həqiqi ölçüləri onların nominal ölçülərindən fərqli (kiçik və ya böyük) olur. Odur ki, döyük­lər üçün paydan başqa müsaidə də təyin edilir. Mürəkkəb konfigurasiyalı döyük­lər üçün emal payı və müsaidədən başqa əlavə texnoloji pay da nəzərdə tutulur.

Əlavə pay buraxılmasına səbəb, emal payı ayrılmış bəzi hissələrin ayrı-ayrı zonalarında sərbəst döymə mümkün olmur və ya çətinliklə aparılır, ya da əlverişli olmur. Sonradan əlavə edilən pay da mexaniki emal yolu ilə kənar edilir.

Döyük­lərin ölçülərinə əsasən onların həcm­lərini və kütləsini hesablamaq olar.

Döyük­lərin kütləsindən asılı olaraq pəstahın növü seçilir (korput və ya yayıq). Korputun kütləsini $G_{pəs}$ hesablama yolu ilə təyin etmək olur:

$$G_{pəs} = G_{döy} + G_{əlav} + G_{dib} + G_{qəl} + G_{tul}$$

burada, $G_{döy}$ – döyüyün kütləsi (metalın həcm­inin xüsusi çəkisinə hasılı ilə təyin edilir); $G_{əlav}$ – korputun əlavə hissəsinin kütləsi; G_{dib} – korputun dib hissəsinin kütləsi; $G_{qəl}$ – korput qızdırılarkən əmələ gələn metal qəlpəsinin kütləsi; G_{tul} – texnoloji tullantının kütləsidir.

Korputun əlavə hissəsi onun ümumi kütləsinin 14-30%-ni, dib hissəsi isə 4-7%-ni təşkil edir. İlkin qızdırıldıqda metal

qəlpənin kütləsi 2-2,5%, əməliyyatlararası qızdırdıqda isə hər bir qızdırılma üçün 1,5%-ə yaxın olur. Texnoloji tullantıların kütləsi döyüklərin konfiqurasiyasından asılı olaraq - sadə döyüklər üçün 5-8%, mürəkkəb döyüklər üçün 20-30% təşkil edir. Əgər döyüklər yayılmış pəstahlardan hazırlanırsa, onda yuxarıdakı düsturda $G_{\text{əlav}}$ və G_{dib} nəzərə alınmır.

Döyüklərin hazırlanması üçün zəruri olan əsas və köməkçi əməliyyatları, yerinə yetirilmə ardıcılığı, polad markasından asılı olaraq qızdırılma və soyuma rejimləri, alət və avadanlığın seçilməsi onların ölçü və konfiqurasiyasından asılıdır.

8. Qızmar həcmi ştamplama

Metalları soyuq və qızmar halda həcmi və təbəqə ştamplama proseslərinə uğradılır. Qızmar həcmi ştamplama üsulu ilə qızmar pəstahdan ştamplanan xüsusi alətlərin köməyi ilə istənilən ölçülü və konfiqurasiyalı məmulat alınır. Ştamplar, daxilində hazırlanacaq məmulatın konfiqurasiyasına uyğun boşluqları olan polad qəliblərdən ibarətdir. Həmin boşluqlara göz deyilir. Qızmar həcmi ştamplama zamanı pəstah ştamplının içərisində əvvəlcə sərbəst, sonra isə məcburi deformasiyaya uğradılır. Sərbəst döymədə pəstah yastı döyəclər arasında müxtəlif istiqamətlərdə sərbəst olaraq yanlara yayıldığı halda həcmi ştamplamada metalın yanlara yayılmasını ştamplın gözlərinin divarları məhdudlaşdırır və pəstah ştamplının daxili boşluğunun formasını alır.

İriseriyalı və kütləvi döyüklərin istehsalında həcmi ştamplama iqtisadi cəhətdən əlverişlidir. Sərbəst döyməyə nisbətən qızmar ştamplama yüksək məhsuldarlıqla və metala qənaət olunmaqla daha mürəkkəb və dəqiq ölçülü, təmiz səthə malik döyüklərin alınmasına imkan verir.

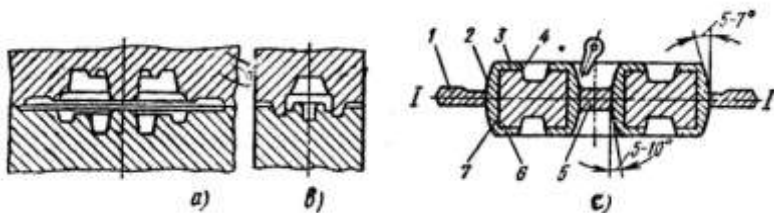
Az miqdarda və böyük kütləli məmulat istehsal etdikdə ştamplama əlverişli deyildir. Ştampları qızmar çatlara, mexaniki yeyilməyə, qəlpə əmələ gətirməyə qarşı yüksək müqavimətə, yaxşı istilikkeçirməyə, zərbə özlüyünə və odadavamlılığa malik legirlənmiş 5XHM, 5XHB, 4X8B2, 3X2B8Φ və s. polad mar-

kalarından hazırlayırlar. Bir tərəfdən belə poladlardan şampın hazırlanması baha başa gəlməsi (şamp materialının baha və mexaniki emalının çətin olması), digər tərəfdən, eyni ölçülü döyüklərin hazırlanmasında sərbəst döyməyə nisbətən daha böyük xarici qüvvə tələb olunması, şamplama ancaq kütləvi və serialı istehsal növlərində özünü doğruldur. Adətən, şamplama vasitəsilə alınan döyüklərin kütləsi 20-30 kq təşkil edir, lakin xüsusi hallarda 5 tona qədər ola bilər.

Döyüklərin hazırlanma üsulu üzrə qızmar həcmi şamplama açıq şamplama (şəkil 4,23, a) və bağlı şamplarda (şəkil 4,23, b) şamplamaya ayrılır. Şamplama boşluğunun ayrılma müstəvisi üzrə şamplama səthinin konturu boyu tilişkə kanalları düzəldilmiş şamplar açıq şamp adlanır. Şamplamada tilişkə kanalının düzəldilməsinin üç məqsədi olur; birinci – pəstah metalının artığını qəbul edir; ikinci – kanallara dolmuş artıq metal şampın üst və alt hissələrin bir-birinə dəymə zərbəsinin sərtliyini azaldır və bu da şamp alətinin vaxtından qabaq sıradan çıxmasının qarşısını alır; üçüncü – tilişkə kanalının dar körpücüyündə metalın tez soyuması pəstah metalın axınına müqavimət göstərir və bununla şampın boşluğunun yaxşı dolmasını təmin edir.

Açıq şamplarda şamplama bir sıra xarakterik xüsusiyyətlərə malikdir: şamp boşluğundakı pəstah metalın həcmi dəyişkəndir, şamplamada metalın bir hissəsi tilişkəyə çevrilir; döyüyün tilişkə kəsilmə hissəsində liflər kəsilmiş olur: döyüyün alınmasından pəstahın həcmi həmişə tilişkəyə gedən metalın həcmi qədər artıq götürülür: pəstahın həcmi dəqiqliyinə xüsusi şərt qoyulmur.

Bağlı şamplarda (şəkil 4,23, b) şamplama zamanı onun gözlüyü bağlı qalır və ayrılma müstəvisi üzrə kanallar açılmadığından tilişkə əmələ gəlməsinə şərait yaranmır. Bağlı şampda metal artığı və əskiyyə olmadan döyüklər almaq üçün pəstahın həcmi şamp boşluğunun həcminə bərabər olmalıdır.



Şəkil 4.23. Ştəmləmə sxemləri: a – açıq ştəmləmə; b – bağlı ştəmləmə; c – tilişkə ilə birlikdə ştəmlənmiş döyək; I-I ayırma müstəvisi; 1 – tilişkə; 2 – ştəmləmə maillikləri; 3 – mexaniki emal payı; 4 – yuvalıqlar; 5 – araqatı metalı; 6 – döyüyün gövdəsi; 7 – detalın konturu

Əks halda metal artığı olduqda ştəmp bağlanmır, metal çatmadıqda isə ştəmp gözlüyü tam dolmur və zay döyüklər alınır.

Döyüyün mürəkkəbliyindən asılı olaraq birgözlüklü və çoxgözlüklü ştəmplərdən istifadə edilir. Birgözlüklü ştəmplərdə sadə, çoxgözlüklü ştəmplərdə isə mürəkkəb konfigurasiyalı döyükləri hazırlanır. Çoxgözlüklü ştəmplərin gözlükləri görülmək üçün xarakterindən asılı olaraq hazırlayıcı, təxmini ölçü verən və tamamlayıcı gözlüklərinə ayrılır. Köməkçi gözlüklər pəstahı deformasiyaya uğradaraq ölçü və konfigurasiya cəhətdən döyüyə daha çox yaxınlaşdırır. Beləliklə, köməkçi gözlüklər, pəstahı tamamlayıcı gözlük üçün hazırlayır və onun deformasiya edilməsini daha da asanlaşdırır. Tamamlayıcı gözlüklərdə ştəmlənən pəstah, texniki tələbatda göstərilən ölçü və konfigurasiyaya malik olur. Köməkçi gözlüklərdə ştəmləmə tamamlayıcı gözlüklərin işlək divarının mexaniki yeyilməsini azaldır, onların istismar müddətini xeyli artırır.

Qızmar həcmi ştəmləmə ilə döyüklərin hazırlanmasının ümumi texnoloji prosesi aşağıdakı əməliyyatlardan ibarətdir: yayığın tələb edilən ölçülü pəstahlara doğranması, qızdırma, ştəmləmə, tilişkənin kəsilməsi, termiki emal, döyüyün qəlpədən təmizlənməsi, düzəltmə, kalibrləmə, hazırlanmış döyüklərin keyfiyyətinin yoxlanılması.

Ştamlama üçün texnoloji proseslərinin layihələndirilməsində ştamlama üsulu seçilir, döyüyün eskizi, ştampın konstruksiyası və qızdırma rejimləri tərtib edilir, ştamlama avadanlığının gücü təyin edilir, tamamlayıcı əməliyyatları müəyyənləşdirilir və işlənmiş prosesin texniki-iqtisadi göstəriciləri hazırlanır.

Döyüyün eskizi tələb olunan detalının eskizi əsasında aşağıdakı ardıcılıqla tərtib edilir: ştampın ayrılma müstəvisi seçilir, yəni döyüyün hansı hissəsinin üst və ya alt ştampda yerləşdiriləcəyi həll edilir; standartlara uyğun olaraq mexaniki emal payı, müsaidə, texnoloji paylar, ştamlama maillikləri, yuvarlaqlama radiusları təyin olunmaqla döyüyün eskizi hazırlanır, döyük üçün əsas texniki şərtlər göstərilir (şəkil 4.23, c).

Texnoloji pay şəklində ştamlama maillikləri döyəkləri ştampdan asan çıxarmaq üçün verilir. Döyükdə xarici müstəvilər üzrə maillik ən çoxu 7^0 , daxili səth üzrə isə 10^0 -dən az almalıdır. Belə fərq onunla izah edilir ki, soyuma zamanı döyüyün xarici səthi oturma hesabına ştamp səthindən aralanır, onun daxili səthi isə əksinə ştampın çıxıntı hissələrini sıxır. Döyüyün bucaqlı yerlərini metalın yaxşı doldurulması və ştampın yeyilməsini azaltmaq üçün onların səthlərinin keçidləri radiusla yuvarlaqlaşdırılır.

Qızmar həcmi ştamlama üçün ilkin material kimi əlvan metal və ərintilərindən preslənmiş çubuqlardan, müxtəlif profilli polad yayıqlardan istifadə olunur. Açıq ştamlama yolu ilə döyük aldıqda götürüləcək pəstahın kütləsini G_p aşağıdakı düsturla təyin edirlər:

$$G_p = G_d + G_y + G_t$$

Burada, G_d - döyüyün kütləsi; G_y – qızdırdıqda yanan metalın (qəlpənin) kütləsi; G_t –tilişkəyə gedən metalın kütləsi, təxminən $G_t = (0.75-0.8) F_t L \rho$ qəbul edilir:

Burada, F_t – tilişkə üçün kanalcığın en kəsiyinin sahəsi;

L – ştampın ayrılma müstəvisi üzrə perimetri;

ρ – metalın sıxlığı (xüsusi çəkisi).

Bağlı ştamlarda ştamlama zamanı açıq ştamlarda ştamlamaya nisbətən pəstah metalına qənaət edilir. Lakin ba-

ğılı ştamplarda ştamplamanın faydalı olmasına baxmayaraq belə ştamplama, açıq ştamplarda ştamplamaya nisbətən mürəkkəbdir və proses çox vaxt tələb edir.

Pəstahın ölçülərinin hesablanması üçün əvvəlcə pəstahın həcmi müəyyənləşdirilir. Pəstahın həcmi döyüyün, tilişkənin (açıq ştamplarda ştamplamada) və qızdırdıqda əmələ gələn qəlpənin həcmninə cəminə bərabər götürülür. Döyüyün həcmi onun eskizinə, tilişkənin həcmi (tilişkə kanalının həcmi tilişkənin həcminə nisbətən 1,4-1,5 qədər çoxdur) döyüyün ölçü və konfigurasiyasından asılı olaraq normallar əsasında təyin edilir. Qəlpə tullantısının miqdarı metalın qızdırma üsulundan asılıdır.

Yandan oturtma ilə döyüyün ştamplanmaısında pəstahın ölçüləri $1,25 < \frac{l_p}{d_p} < 2,5$ şərtinə əsasən hesablanır;

Burada, l_p -pəstahın uzunluğu; d_p -pəstahın diametri və ya kvadratin tərəfi.

Pəstahın uzununa ölçüsünün onun diametrinə nisbəti az olduqda onun kəsilməsi çətinləşir, çox olduqda uzununa əyilmə qorxusu yaranır.

Ştamplayıcı çəkicilərin düşən hissələrinin kütləsi G düsturu ilə hesablanır:

$$G=aF, \text{ kq.}$$

Burada, a -əmsaldır, sadə və ikitəsirli çəkiclər üçün uyğun olaraq 10 və 5-ə bərabər götürülür; F -döyüyün planda proyeksiyasının (izinin) sahəsi, sm^2 .

Qızmar ştamplama ilə avtomobil, traktor, kənd təsərrüfatı maşınları, dəzgahlar, toxucu maşın və s. maşın və mexanizmlərinin hissələrini istehsal etmək üçün müxtəlif yarımfabrikatlar almağa imkan verir. Qızmar həcmi ştamplama müxtəlif konstruksiyalı ştamplayıcı çəkiclər, preslər, üfüqi-döymə maşınları, xüsusi ştamplayıcı maşınlar vasitəsilə aparılır. Hazırda qızmar həcmi ştamplama prosesləri istehsalın xarakterindən asılı olaraq qismən və ya tamamilə mexanikləşdirilib (pəstahların qızdırıcı qurğulara verilməsi və yüklənməsi, onların qızdırılması, dəmir-

çi-presləyici maşınlara verilməsi və s.) və ya avtomatlaşdırılmışdır (məsələn, avtomobil klapanları, yastıqlar, dişli çarx, dö-yükləri almaq üçün avtomatik xətlər).

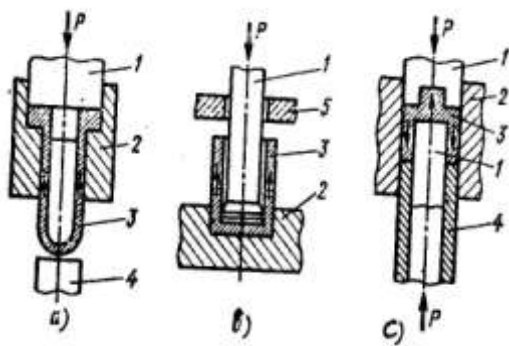
9. Soyuq ştamplama

Soyuq ştamplama prosesləri pəstahları əvvəlcədən qızdırılmadan otaq temperaturda müvafiq ştamplarda bir keçiddə və ya ardıcıl olaraq bir neçə keçiddə deformasiyaya uğradılmaqla aparılır. Keçidlərarası döyənəkləməni aradan qaldırmaq üçün onlar tabalma əməliyyatına uğradılır və bu da metalın plastikliyini bərpa edir.

Soyuq ştamplama sənayenin müxtəlif sahələrində istifadə olunan yüksək dəqiqliyə malik keyfiyyətli məhsulların alınması üçün tətbiq edilən ən mütərəqqi üsullardan biridir. Deformasiyanın xarakterindən və alınacaq döyüyün konfigurasiyasından asılı olaraq soyuq ştamplama soyuq həcmi (çəşidli məmulatlar almaq üçün) və soyuq təbəqə ştamplama proseslərinə ayrılır. Soyuq həcmi ştamplama basma ilə ştamplama, soyuq yerli oturma, soyuq həcmi kalibrləmə və s. əməliyyatları şəklində aparılır.

Basma ilə soyuq ştamplama ştamp boşluğunda metalın plastik axması hesabına məmulatlar alınması prosesindən ibarətdir. Bunun üçün ilkin material kimi əlvan metal və ərintiləri, həm çəşidli və təbəqə polad yayıqlardan istifadə olunur. Basma ilə soyuq ştamplama mexaniki və hidravlik preslərdə ştamplarda düzünə, əksinə və kombinə edilmiş ştamplama üsullarla aparılır (şəkil 4.24). Düzünə üsulda pəstah metalının axma istiqaməti puansonun hərəkət istiqaməti ilə üst-üstə düşür, əksinə soyuq ştamplamada isə puansonun hərəkət istiqaməti və metalın axması bir-birinin əksinə olur.

Kombinə edilmiş üsulda pəstah metalının bir hissəsi puansonun hərəkətinin istiqamətində, digər hissəsi isə onun hərəkətinin əksinə axmaqla deformasiyaya uğrayır.



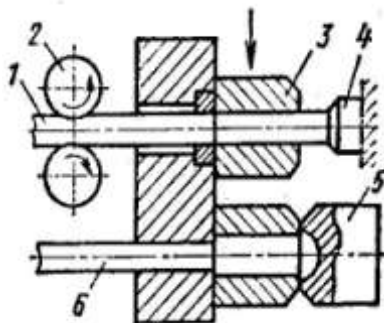
Şəkil 4.24. Basma ilə soyuq həcmi ştamplama üsullarının sxemləri; a- düzünə; b - əksinə; c – kombinə edilmiş; 1 – puanson; 2 – matrisa; 3 – döyük; 4 - itəliyiçi; 5 – çıxardıcı

Basma ilə soyuq ştamplama üçün presin gücü $P=pF$, düsturu ilə təyin edilir: burada, p - xüsusi basma gücü və F - basma isitiqamətinə perpendikulyar müstəvi üzərində puansonun sahəsinin proyeksiyasıdır. Alüminiumu düzünə soyuq basma ilə preslədikdə $p=4...7\text{MPa}$, polad üçün $10...18\text{MPa}$, əksinə üsulla soyuq ştamplamada isə uyğun olaraq $8...12\text{MPa}$ və $20...30\text{MPa}$ bərabər götürülür.

Basma prosesində alüminium üçün yağlayıcı maddə olaraq heyvan piyi, piy emulsiyası; polad üçün-sabunlu molibden iki sulfiddən və s. istifadə edilir. Ştamların çox baha başa gəldiyinə görə basma ilə soyuq ştamplama üsullarından iriseriyalı və kütləvi istehsalatda istifadə edilməsi məqsədəuyğundur.

Soyuq yerli oturtma pəstahın müəyyən hissəsinin qalınlığının artırılma prosesidir; məsələn, bolt, pərçim, vint başlıqlarının ştamplanmasında (şəkil 4.25). Soyuq oturtma prosesi avtomatlarda aparılır. Diyircəyin 2 birinci gedişində pəstah (çubuq) 1 dayağa 4 qədər verilir; bundan sonra çubuqdan ölçülü pəstah kəsməklə matrisa 3 yerli oturtma mövqeyinə hərəkət etdirilir. İkinci gedişdə oturtma puansonunun 5 zərbəsi ilə oturdulma sayəsində başlıq formalaşdırılır. Puanson ilkin vəziyyəti-

nə qayıtdıqdan sonra pərçim itəliyicisi 6 ilə şampdan çıxarılır və öz yerinə qaytarır, matrisa isə yenidən veriş xəttinə çəkilir. Mexaniki emal prosesləri ilə müqayisədə soyuq yerli oturtma metala 30...40% qənaət etməyə imkan verir.



Şəkil 4.25. Birzərbəli soyuq oturtma avtomatında şamplamanın sxemi

Təbəqə şamplamada təbəqələr soyuq və qızmar halda şamplanır. Soyuq təbəqə şamplama təzyiqlə emalın mütərəqqi və sənayedə geniş tətbiqini tapmış üsullarındandır. Bu üsulla təbəqə, lent və ya zolaq materiallardan şamp vasitəsilə preslərdə, yaxud presdən istifadə etmədən yastı və mürəkkəb həcmi şəkildə nazik divarlı məmulatlar alınır (avtomobillərin çərçivələri və bakları, təyyarənin füzelyajı və şassilərin hissələri, gəmilərin gövdə hissələri, saat mexanizmləri, radiolampalar və s.)

Soyuq təbəqə şamplama prosesi bölmə və formadəyişmə olmaqla 2 sinfə bölünür.

Bölmə əməliyyatları ilə pəstahın bir hissəsi digərindən ayrılır. Bölmə açıq və qapalı kontur üzrə kəsmə, dəlmə və təmizləmə əməliyyatını əhatə edir.

Açıq kontur üzrə kəsmə, pəstah hazırlanma əməliyyatı olub müxtəlif tipli qayçılar və şamplar vasitəsilə təbəqə pəstahı kəsmə yolu ilə hissələrə ayırmaq üçün aparılır.

Qapalı kontur üzrə kəsmə, təbəqə formasında olan pəstahdan qapalı kontura malik məmulat almaq üçün tətbiq edilir.

Bu zaman təbəqədən ayrılmış hissə məmulat, təbəqənin qalıqı isə tullantı adlanır.

Dəlmə, təbəqə şəklində pəstahda tələb edilən kontura uyğun dəşik açılmasına deyilir. Qapalı kontur üzrə kəsmədən fərqli olaraq bu prosesdə təbəqə şəklində pəstahdan ayrılmış hissə tullantıya gedir.

Qapalı kontur üzrə kəsmə və dəlmə əməliyyatı ilə ştampda kəsmə yolu ilə təbəqədə qapalı kontur üzrə müxtəlif şəkilli dəliklər açılır (şəkil 4.26, a). Kəsmə prosesi bilavasitə iti tiyəli puanson 4 və matrisa 3 vasitəsilə aparılır. Əməliyyat kəsmə ştampında ardıcıl olaraq aparılır. Oxla göstərilən istiqamətli veriş ilə təbəqədən 2 kəsici puansonla 4 halqanın 1 xarici konturu kəsilir; kəsmə dəlmədən sonra matrisaya 3 hazırlanmış halqa 1 və tullantı 6 itəlnir.

Təmizləmə əməliyyatı ilə pəstahın emalı zamanı məmulatın konturu üzrə alınmış metal artığı, kələ-kötürlüklər, texnoloji pay metalı və s. kənar etmək üçün aparılır.

Forma dəyişmə əsasən əymə, uzatma, qatlama, daraltma, relyefli formalaşdırma və s. əməliyyatlardan ibarətdir.

Əymə elastik-plastik deformasiya ilə pəstahın hissələri arasında bucaq əmələgətirmə və ya dəyişdirilmə yolu ilə ona əyrixətli forma vermə əməliyyatıdır (şəkil 4.26, b). Əyilmə zamanı pəstahın xarici qatları dartılır, daxildə isə sıxılır; onların arasında sıxılmaya və dartılmaya uğramayan neytral qat yerləşir.

Şəkildə bu qat NN-xətti ilə işarə edilmişdir. Neytral qatın açılmış uzunluğu üzrə pəstahın əyilmədən qabaqkı uzunluğu təyin edilir. Əymə əməliyyatı xüsusi əymə maşınlarında ştampın paunasını 3 və matrisası 1 vasitəsilə aparılır.

Uzatma əməliyyatı yastı və boşluqlu təbəqə yarımfabrikatların diametrini azaltmaqla dərinliyin artırılması məqsədilə tətbiq edilir (şəkil 4.26, c). Uzatma aparmaq məqsədilə ilkin pəstah 6 və ya deformasiya edilən metal 2 puansonun 3 təzyiqi

ilə matrisa 1 dəyişinə basılır, bu zaman təbəqənin D-d-yə bərabər olan yan tərəflərinin eni üzrə radial dartıcı və tangensial sıxıcı gərginliklər yaranır. Sonuncular pəstahın diametri üzrə ölçülərini azaldır, bəzi hallarda isə məmulun 4 yan tərəfində üst hissədə materialın qalınlığının müəyyən qədər artmasına səbəb olur, $D-d > (18...20)S$ olduqda qırçın (zay məhsul) əmələ gəlir. Məmulun qalınlaşmış hissəsinin kənarları üzrə nazikləşmənin baş verməməsi üçün matrisa və puansonun səthləri arasında $Z=(1,1...1,3)S$ qədər ara qoyulur. Qırçınların əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün pəstahın yan tərəfləri xüsusi tərtibatla 5 matrisanın üst səthinə sıxılır. Məmulun dib hissəsinin bütövlüyü pozulmadan onun bir keçidlə uzadılma imkanı, uzatma əm-

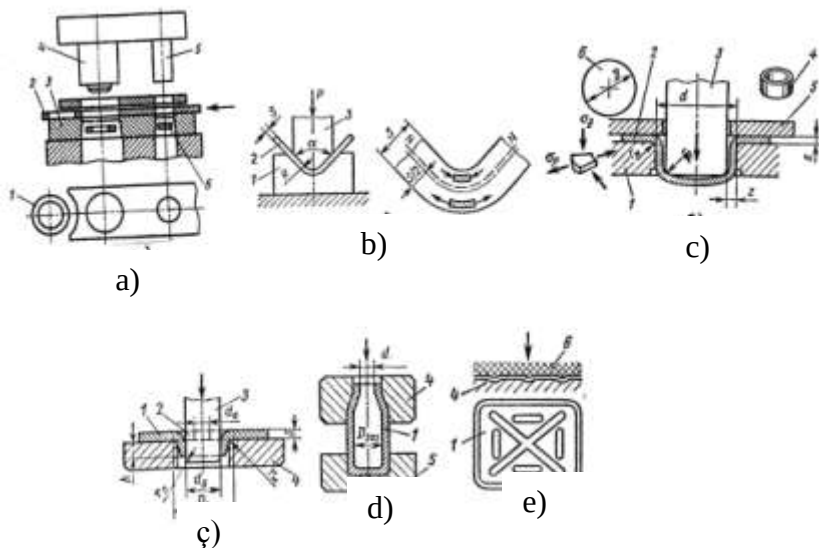
salı $K_u = \frac{D}{d}$ üzrə təyin edilir; pəstah metalının mexaniki xassə-

lərindən asılı olaraq $K_u=1,8...2,1$ -ə bərabər götürülür. Əgər K_u -nın qiyməti bu həddən böyük olarsa, onda uzatma iki və ya daha çox keçiddə aparılır. Uzatma ilə radiocihazların hissələri, gövdələr, qapaqlar, həcmilər və s. məmulatlar hazırlanır.

Qatlama bir sıra məmulatın daxili və ya xarici konturları üzrə yan hissələrinin içəri və ya bayır tərəfə qatlanması ilə xarakterizə olunur (şəkil 4.26, ç).

Daraltma (şəkil 4.26, d), içi boş məmulatların en kəsiyi perimetrini azaltmaq və boğaz hissəsini daraltmaq üçün aparılır. Deformasiya ocağında məmulatın divar qalınlığını bir qədər artması müşahidə edilir.

Relvefli formalaşdırma (şəkil 4.26, e) əməliyyatı pəstahın müəyyən bir yerində onu yerli deformasiyaya uğratmaqla tələb olunan formaya salınmasından (sərtlilik qabırğıları, hündürlüyü boyunca müxtəlif en kəsiklərinə malik olan zonalar yaradılması) ibarətdir.



Şəkil 4.26. Təbəqə şamplama əməliyyatlarının sxemləri: a – qapalı kontur üzrə kəsmə və dəlmə; b –əymə; c – uzatma; ç – qatlama; d – daraltma; e – relyefli formlaşdırma

Soyuq təbəqə şamplanmasında alət kimi şamplardan istifadə edilir. Şamplar sadə, ardıcıl və kombinə təsirli olmaqla üç qrupa ayrılır. Sadə təsirli şampda presin sürüngəciyinin bir gedişində bir əməliyyat yerinə yetirilir. Ardıcıl təsirli şampda sürüngəcinin bir gedişində, eyni zamanda, bir neçə mövqedə iki və ya daha çox əməliyyat aparılır, presin hər bir gedişindən sonra təbəqə pəstah bir addım veriş ilə hərəkət etdirilir. Kombinə təsirli şampda presin bir gedişində iki və ya daha çox sayda əməliyyatlar, veriş istiqamətdə pəstahın yerini dəyişmədən, bir mövqedə aparılır. Ardıcıl və kombinə təsirli şamplar çox əməliyyatlı şamp adlanır. Bu şamplar bir əməliyyatlı şamlara nisbətən daha məhsuldardır, lakin mürəkkəbdir və hazırlanması baha başa gəlir.

Soyuq təbəqə şamplarına əsasən çarxqolulu preslərdə aparılır.

Qızmar təbəqə şamplama məhdud tətbiq olunan emal prosesidir. Təbəqələrin qalınlığı artdıqca onların soyuq halda şamplanması çətinləşir, deformasiyaya uğradılması böyük qüvvə tələb edir. Təbəqələrin qalınlığı 6-8 mm-dən 200 mm-dək və daha çox olduqda onları qızmar halda şamplayırlar. Şamplama, güclü hidravlik və müxtəlif konstruksiyalı friksion presslərdə aparılır. Şamplanacaq polad pəstahları əsasən kameralı sobalarda qızdırılır. Qızmar təbəqə şamplama üsulu ilə buxar qazanları, müxtəlif təyinatlı sisternlər, gəmi gövdələri üçün hissələr və s. istehsal edilir.

10. Metalların təzyiqlə emalının yeni istiqamətləri

Bir sıra polad və ərintilərin təzyiqlə emalı ifrat plastiklik şəraitində aparılır. İfrat plastiklik – plastikliyin əhəmiyyətli dərəcədə artması və faza çevrilmə temperaturunda metalın müəyyənlanmış deformasiya sürətində deformasiya müqavimətinin azalmasıdır. Belə şəraitdə əsasən kristallararası deformasiya baş verir və metalda hər hansı bir möhkəmlənmə baş vermir.

Emal prosesində temperatur intervalı dar olan və deformasiya sürətinin artırılması mümkün olmayan polad və ərintilər üçün izotermik şamplama üsulundan istifadə edilir. Belə şamplama üçün şamp odadözümlü ərintidən hazırlanır; şampın boşluğunda yerləşdirilmiş pəstahla birlikdə şamp sabit temperaturun alınmasını təmin etmək üçün, induksiya qızdırıcının daxilində yerləşdirilir. İzotermiki şamplama hidravlik presslərdə aparılır və alınan döyüklərin strukturu və xassələri yaxşılaşır.

Çəkib uzatmada, qızmar həcmi şamplamada və soyuq təbəqə şamplamada titrəyişli hərəkətləndirmənin tətbiqi kontakt sürtünməsinə azaldır; bunun nəticəsində deformasiya qüvvəsini azaltmaq imkanı yaranır və emal prosesində pəstah metalının plastikliyi yüksəlir.

Az plastik və çətin deformasiya edilən metal və ərintilərdən, həmçinin, ovuntu metallurgiya materiallarından məmulat

hazırlamaq üçün hidravlik-ekstruziya (statik-hidravlik basma) üsulundan istifadə olunur; bu halda konteynerə qoyulmuş pəstah yandan və başdan yüksək təzyiqlə (3000 MPa qədər) işlək maye ilə basılır. Qızmar basma halında elə maye mühiti seçilir ki, bu, eyni zamanda pəstahı lazımi temperatura qədər qızdırma bilsin. Təzyiqin qiyməti lazımi həddə çatdıqda pəstah metalı (preslənmədə olduğu kimi) böyük sürətlə (saniyədə 100 m-dən böyük) sıxışdırıb matrisa gözlüyündən keçirilir.

Pəstah metalının plastik deformasiyası üçün işlənmiş yeni üsullar yaxşı keyfiyyətli səthə malik dişli çarx almağa imkan vermişdir. Qızdırılmış pəstah dişli çarx profilli vallarla eninə yayma dəzgahlarında formalaşdırılır; bu halda yayıcı vallardakı dişlərin ilişmə modulu yayılan dişli çarxın moduluna bərabər olur.

Yayma nəticəsində pəstahın səth qatının lifləri dişlərin konfigurasiyası üzrə əyilir. Bunun hesabına dişli çarxın yeyilməyə dözümlülüyü və yorulma möhkəmliyi 30...50% yüksəlir, metal sərfi 20...40% azalır və dişkəsən dəzgahlarla emala nisbətən məhsuldarlıq yüksəlir.

B E Ş İ N C İ B Ö L M Ə

METALLARIN QAYNAQ EDİLMƏSİ, ODLU KƏSİLMƏSİ VƏ LEHİMLƏNMƏSİ

1. Qaynaq birləşmələri alınmasının fiziki əsasları

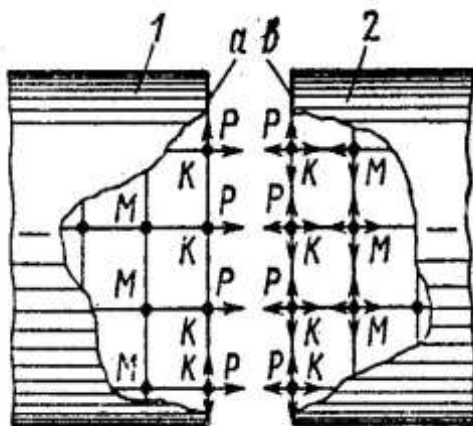
Materiallardan sökülməyən birləşmələr almaq məqsədilə birləşəcək hissələrin təmas səthləri arasında atomlararası əlaqə yaratmaq üçün onların əriyənədək yerli və ya ümumi qızdırılması, plastik deformasiyası və ya hər ikisinin birgə təsiri ilə aparılan texnoloji prosesə qaynaq deyilir. Qaynaq vasitəsilə eyni və müxtəlif metalları, onların ərintilərini, yaxud metal ilə qeyri-metal materialları (keramika, qrafit, şüşə, plastik kütlə və s.) birləşdirmək mümkündür.

Qaynaq-iqtisadi cəhətdən əlverişli, yüksək məhsuldar və mexanikləşdirilməsi mümkün olan texnoloji proses kimi, sənayenin bütün sahələrində geniş tətbiq edilir.

Qaynaq birləşməsinin fiziki mahiyyəti birləşdirilən yarım-fabrikatların təmas səthləri arasında molekul və ya atomlararası möhkəm əlaqə yaratmaqdan ibarətdir (şəkil 5.1). Belə əlaqəni yaratmaq üçün birləşdirilən detalların təmas səthləri arasındakı məsafə kristal fəza qəfəsinin parametrlərinin ölçüsünə çox yaxın olmalıdır. Əgər a və b metal çubuqların 1 və 2 təmas səthləri çox yaxşıdırsa, yəni olduqca təmiz və hamardırsa, kontaktada olan dənələrin kristal qəfəsləri eyni istiqamətdə səmtləşmiş olursa, onda bu halda qaynaq birləşmənin əmələ gəlməsi üçün adi şəraitdə tələb olunan sıxıcı gücün az bir hissəsi lazım gəlir. Bu güc, daha doğrusu iş ancaq səthi enerji aktivliyini dəf etmək üçün, yəni eyni mənfi enerjiyə malik a və b səthlərinin qarşılıqlı itələmə və səthi atomların həyəcanlandırılması qüvvələrinə üstün gəlməsinə sərf olunur.

Metal çubuğunun səthinə çıxmış K atomu müvazinətləşmiş M atomundan bir sərbəst müvazinətləşməmiş əlaqəsi olma-

sı ilə fərqlənir; yəni onun P oxu istiqamətində qarşılıqlı əlaqəli atomu yoxdur, bu səbəbdən P qüvvəsi sıfıra bərabərdir. Lakin şəkil 5.1-də göstəriləndiyi kimi K atomu qonşu K və M atomlarla qarşılıqlı əlaqəlidir. K atomunun sərbəst əlaqəsi P sıfıra bərabər olduğundan, o ikiqat artıq qüvvə ilə M atoma tərəf cəzb edilir və onunla möhkəm əlaqədə olur; ona görə də bu atomun fəallığı (aktivliyi) hər hansı bir M atomun fəallığından az olur. Bütün səthi K atomları bu vəziyyətdə olduğundan onları M atomlarının tutduğu səviyyəyə çatdırmaq üçün əlavə enerji (istilik və ya mexaniki) sərf edilməsi lazım gəlir.



Şəkil 5.1. Birləşdirilən çubuqların mütləq təmiz səthinin energetik vəziyyətinin sxemi

Səthi K atomlarını aktivləşdirən (həyəcanlandıran) belə enerjiyə aktivləşdirici enerji deyilir.

Metal çuqunların a və b səthləri qəfəsin parametrinə müvafiq məsafəyə qədər yaxınlaşdırılması onların qarşılıqlı energetik müvazinətləşməsinə və atomlararası metallik əlaqənin bərqərar olunmasına, yəni qaynaq birləşməsinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bununla da K atomlararası əlaqə, analogi olaraq

M atomlararasındakı əlaqə kimi bərpa edilir və birləşdirilən elementlərarası sərhəd ayrılığı yox olur.

Lakin həqiqi şəraitdə birləşdirilən elementlərin səthlərinin kələ-kötürlü olması, oksid təbəqə və hopmuş (adsorbsiyaolunmuş) yad atomlarla çirklənməsi, həmçinin, səth dənələrinin kristal qəfəslərinin istənilən səviyyədə səmtlənməməsi və s. səbəbindən bu elementləri atomlararası məsafə qədər yaxınlaşdırmaq mümkün olmur. Ona görə də, real şəraitdə qaynaq birləşməsinə enerjinin sərfiyyatı ideal şəraitdə olduğundan dəfələrlə artıq olur.

Qaynaq birləşməsinə yaratmaq üçün istifadə olunan enerjinin növünə görə çoxsaylı qaynaq üsulları termiki, termiki-mexaniki və mexaniki kimi üç sinfə ayrılır. Termiki sinifə istilik enerjisindən istifadə edib, əritməklə aparılan (qövslü, elektrik posa, elektron – şüa, plazmalı, qazın istiliyi) qaynaq üsulları daxildir. Termiki-mexaniki sinifə təzyiq və istilik enerjisi istifadə edilən (kontaktlı, diffuziyalı və s.) qaynaq üsulları daxildir. Mexaniki sinifə mexaniki enerji və təzyiqdən istifadə edilən (ultrasəsle, partlayışla, sürtünmə ilə, soyuq qaynaq və s.) qaynaq üsulları daxildir.

Texnoloji əlamətlər üzrə hər bir qaynaq növü ayrılıqda təsnif olunur. Dərsləkdə qövslü, qaz və kontaktlı qaynaqların texnoloji əlamətləri qısa şəkildə göstərilmişdir.

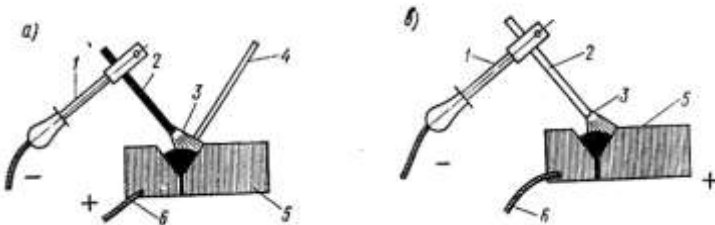
Metal və ərintilərin müəyyən qaynaq texnologiyası ilə məmulatın konstruksiyası və istismarı tələblərinə cavab verən qaynaq birləşməsi yaratma imkanına qaynaqlanma qabiliyyəti deyilir. Materialın qaynaqlanma qabiliyyəti qaynaq birləşməsinin xassələrinin əsas metalın xassələrinə uyğunluq dərəcəsi ilə və onların çat, boşluq, posa birləşmələri və s. qaynaq qüsurları əmələ gətirməyə meyilliliyi ilə qiymətləndirilir. Qaynaqlanma qabiliyyəti üzrə materiallar yaxşı, kafi və pis qaynaq olur. Bir sıra qeyri-bircinsli materiallar, xüsusilə metallarla qeyri-metallar bir-birilə qarşılıqlı əlaqəyə girmir. Belə materiallar praktiki olaraq qaynaq olunmayan materiallar sinfinə aiddir.

2. Termiki qaynaq

2.1. Qövslü qaynağın mahiyyəti və təsnifatı

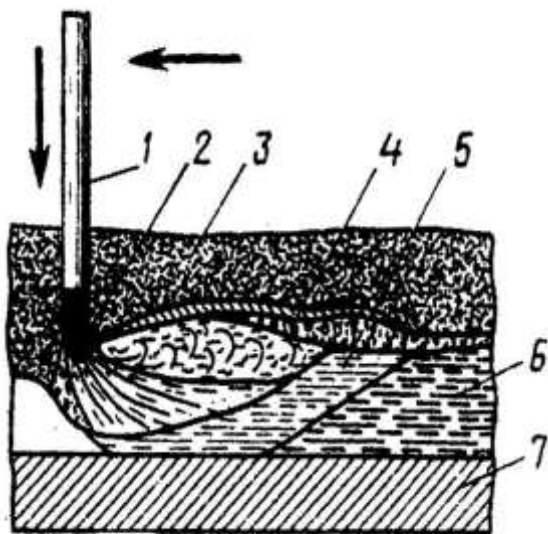
Elektrik-qövsünün istiliyi ilə birləşdirilən hissələrin kənarlarını qızdırmaq və əritməklə qaynaq etmə qövslü qaynaq adlanır. Elektrik qövs qaynağında istilik mənbəyi elektrodla yarımfabrikat (pəstah) arasında yaranan elektrik qövsündən ibarətdir. Sənayedə qövslü qaynağın aşağıdakı növləri daha geniş tətbiq edilir.

Əl ilə elektrik-qövs qaynağı zamanı qaynaq elektrodlarının qövs zonasına verilməsi və pəstahın uzununa boyunca hərəkəti əl vasitəsilə yerinə yetirilir. Əl ilə elektrik-qövs qaynağı iki üsul ilə aparılır: əriməyən (Benardos üsulu) və əriyən (Slavyanov üsulu) elektrodla. Birinci üsul ilə (şəkil 5.2 a) qaynaqda məmulun 5 qaynaq edilən kənarları bir-birinə toxundurulur, əriməyən elektrodla 2 (kömür, qrafit və ya volfram) məmul arasında elektrik qövsü 3 yandırılır. Məmulun kənarları və qövs zonasına verilən qatqı metalı 4 ərimə temperaturuna qədər qızdırılır və maye metal təknəsi əmələ gəlir: bunun sonradan bərkiməsi ilə qaynaq tikişi əmələ gəlir. İkinci üsul əriyən elektrodla qövslü qaynaq (şəkil 5.2, b) əl ilə aparılan əsas və geniş tətbiq olunan prosesdir. Elektrik-qövsü 3 metallik (əriyən) elektrodla 2 məmulun qaynaq edilən kənarı 5 arasında yaradılır. Qövsün istiliyi elektrodu və məmulun kənarını əridir. Ümumi maye metal təknəsi əmələ gəlir və bunun soyuması və bərkiməsi nəticəsində qaynaq tikişi alınır.



Şəkil 5.2. Qövslü elektrik qaynağının sxemləri: a - əriməyən elektrodla; b - əriyən elektrodla; 1- elektrod tutqacı; 2 – elektrod; 3- elektrik qövsü; 4 – qatqı metalı; 5 – qaynaq edilən hissələr; 6 – elastik məftil

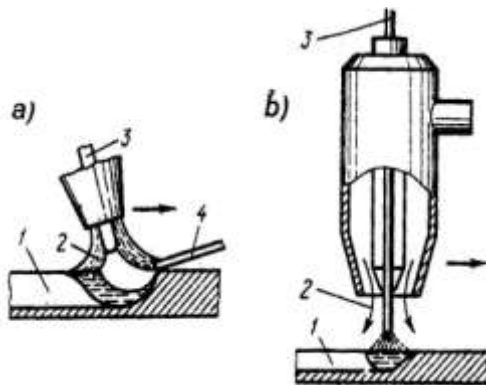
Flüsaltı avtomatik qaynaq (şəkil 5.3) – elektrik-qövslü qaynaq üsullarından biridir və bu halda qaynaqçının əl ilə yerinə yetirdiyi əməliyyatlar elektrodun 1 qövs zonasına verilməsi, onun məmulun 7 qaynaq edilən kənarı üzrə yerdəyişməsi kimi əsas hərəkətləri (şəkində oxlarla göstərilmişdir) mexanikləşdirilmişdir.



Şəkil 5.3. Flüsaltı avtomatik qaynağın sxemi

Yarımavtomatik qaynaqda elektrodun qövslü zonasına verilməsi mexanikləşdirilib; onun qaynaq edilən kənarı üzrə yerdəyişməsini isə qaynaqçı əl ilə yerinə yetirir. Qövslü zonasına verilən flüsün 3 əriməsindən alınmış maye posa 4 qatı, qaynaq təknəsinin 5 maye metalını havanın oksigen və azotunun zərərli təsirindən qoruyur. Qaynaq təknəsinin metalının bərkiməsi ilə qaynaq tikişi 6 əmələ gəlir.

Qoruyucu qaz mühitində qövslü qaynaq əriməyən volfram (şəkil 5.4, a) və ya əriyən (şəkil 5.4, b) elektrod 3 ilə aparılır.



Şəkil 5.4. Qoruyucu qaz mühitində qövsli qaynağın sxemi

Birinci halda qaynaq tikişi məmulun əriyən kənarının hesabına formalaşır. Lazım olduqda qövs zonasına qatı metal da 4 verilir. İkinci halda qövs zonasına verilən elektrod məftili 3 əriyir və qaynaq tikişinin 1 əmələ gəlməsində iştirak edir. Qövs zonasına verilən qoruyucu qaz şırnağı 2 atmosfer havasını sıxlaşdırmaqla ərimiş metalı oksidləşmədən və azotlaşmadan qoruyur.

2.2. Elektrik qövsü və onun xassələri

Elektrik-qövs qaynağında istilik mənbəyi elektrodla yarımfabrikat arasında yaranan elektrik qövsündən ibarətdir. Elektrodla əsas metal arasındakı sahənin ionlaşması qövsün yanması ilə yaranır və qövsün yanma prosesində fasiləsiz davam edir. Qövsün yanma prosesi əksər hallarda üç mərhələdə başa gəlir: elektrodun metala qısa toxundurulması, elektrodun 3-6-mm (elektrodun diametrindən asılı olaraq) kənara çəkilməsi ilə metaldan uzaqlaşdırılması və dayanaqlı qaynaq qövsünün alınması.

Elektrodun 1 ucluğunu pəstaha 2 toxundurmaqla qısaqapanma yaradılır ki, bunun nəticəsində də elektrodun ucu və pəstahın elektrodun ucu ilə təmas zonası yüksək temperaturadək

216

Qövs sabit və dəyişən cərəyanla qidalanır. Qövsün yandırılması üçün lazımi gərginlik, cərəyanın cinsindən (sabit və ya dəyişən), qövs sütununun uzunluğundan, elektrod və qaynaq məmulun materialından, elektrodların örtüyündən və s. asılıdır. 40–70 V gərginlik uzunluğu 2–4mm olan qaynaq qövsünün yanmasını təmin edir.

Sabit cərəyanla qaynaq etdikdə qaynaq ediləcək metalı, bir qayda olaraq, cərəyan mənbəinin müsbət qütbinə, elektrodu isə onun mənfi qütbinə bağlayırlar. Buna düzünə və ya normal qütbilik deyilir. Qaynaq ediləcək hissələrin kütləsi böyük olduqda qaynaq normal qütbilik üzrə aparılır: çünki böyük metal kütləsinin qızması üçün çoxlu istilik lazımdır. Elektrodu cərəyan mənbəinin müsbət və əsas metalı onun mənfi qütbinə birləşdirdikdə əks-qütbilik alınır. Əks qütbilik, nazik təbəqələri, temperatur həssas ərintiləri və xüsusi poladları qaynaq etdikdə tətbiq olunur. Nazik təbəqələri qızdırmaq üçün az miqdarda istilik tələb edilir. İfrat qızdırma metal təbəqəni yandıra bilər.

Dəyişən cərəyanla qaynaq zamanı qövsün yanması sabit cərəyanla qaynaqlamaya nisbətən dayanıqsız olur. Dəyişən cərəyan qövsünün yanmasının sabilliyini təmin etmək üçün dəyişən qaynaq cərəyanına yüksək gərginlikli və yüksək tezlikli cərəyan (və yaxud örtüklü elektrodlardan istifadə etməklə xüsusi qaz mühiti yaradılır) əlavə edilir. Bu məqsədlə qaynaq dövrəsinə ossilyator qoşulur.

2.3. Əl ilə elektrik-qövs qaynağında tətbiq edilən qidalandırıcı mənbələr və elektrodlar

Yuxarıda deyildiyi kimi qaynaq prosesi sabit və dəyişən cərəyanla aparılır. Qaynaq qövsünü qidalandırmaq üçün xüsusi cərəyan mənbələrindən istifadə edilir. Qövslü qaynaq üçün adi elektrik maşın və transformatorlardan istifadə etmək mümkün olmur. Belə qurğularda gərginlik dəyişmir, sabit olaraq qalır və cərəyan şiddətindən asılı olmur.

Qaynaq qövsünü qidalandırmaq üçün dəyişən cərəyan mənbələri–qaynaq transformatorları və sabit cərəyan mənbələri–qaynaq düzləndiriciləri və generatorları tətbiq olunur. Bir sıra texniki-iqtisadi üstünlüklərə malik olduğu üçün dəyişən cərəyan mənbələri daha geniş tətbiq edilir. Qaynaq transformatorlarının istismarı sadədir, f.i.ə sabit cərəyan düzləndiricisi və generatorlarda olduğundan daha yüksəkdir. Lakin bir sıra hallarda (kiçik cərəyanla örtüklü elektrodla flüsaltı qaynaqda) qövsü dəyişən cərəyanla qidalandırdıqda o davamsız yanır; belə ki, hər 0,01 saniyədən bir gərginlik və cərəyan sıfır qiymətindən keçir: bu da elektrodun soyumasına, qövs aralığının müvəqqəti ion-suzlaşmasına, elektrik keçməsi üçün müqavimətin artmasına və qövsün sönməsinə səbəb olur.

Dəyişən cərəyan qövsünün yanmasının sabilliyini yüksəltmək, bəzi hallarda isə sabit cərəyanın az güclü qövsü ilə işlədikdə ossilyatordan istifadə olunur; onlar sənaye tezlikli aşağı gərginlikləri yüksək gərginlik impulslarına və yüksək tezliyə çevirir. Bu impulsların təsiri nəticəsində qövsün dözümlü yanması təmin olunur.

Sabit cərəyanla qövslü qaynaq üçün istifadə edilən qaynaq maşını-qaynaq generatorundan, onun rotoruna fırlanma hərəkəti verən elektrik mühərrikindən (və ya daxili yanma mühərrikindən), həmçinin, tənzimləyici və ya başqa mexanizmlərdən ibarət olur. Sabit cərəyan texnoloji cəhətdən daha üstündür. Onu tətbiq edərkən qövsün yanmasının davamlılığı yüksəlir, müxtəlif fəza vəziyyətlərində qaynaq şəraiti yaxşılaşır, qaynağın düz və əks qütbiliklə aparılması imkanı yaranır; bu isə qövsdən anod sahəsində güclü elektrik ayrılması hesabına çətin əriyən örtüklü qaynaq materialları və flüslərdən istifadə etməklə qaynaq aparılmasına şərait yaradır.

Birmövqəli azalan xarici xarakteristikalı sabit cərəyan qaynaq generatorları daha geniş tətbiq edilir. Çoxmövqəli qaynaq generatorları sərt volt-ampərli xarakteristikaya malik olur.

Əl ilə qövslü qaynaq məntəqəsinin avadanlığı qaynaq aparatından və ya generatordan, işçi stoldan, qalpaqdan, alətdən, elastik naqilli elektrod tutucudan və yığma-qaynaq tərtibatlarından ibarətdir. Elektrik qövsünün infraqırmızı və ultrabənövşəyi şüalarının, həmçinin, metal sıçrantılarının təsirindən qorumaq üçün qaynaqçı qoruyucu şüşəli qalpaq, xüsusi iş kostyumu, əmək, əlcək ilə təmin edilir.

Elektrik-qövslü qaynaqda əriyən metal elektrodlardan (polad, çuqun, əlvan metallardan) və əriməyən kömür, qrafit və volfram (fasiləsiz qaz mühitində atom-hidrogen və arqon-qövslü qaynaqda) elektrodlardan istifadə olunur. Əl ilə qövslü qaynaqda çubuqlar və ya örtüklü məftillər şəklində əsasən əriyən elektrodlar istifadə olunur. Mexanikləşdirilmiş qaynaqda çılpaq elektrod məftilindən istifadə edilir. Elektrodların hazırlanması üçün diametri 0,2...12 mm həddində dəyişən məftillərdən istifadə edilir. Diametri 0,3...1,6 mm olan məftillər qoruyucu qaz mühitində yarımavtomatik və avtomatik qaynaqda, diametri 2...6 mm olan məftillər flüsaltı yarımavtomatik və avtomatik qaynaqda, diametri 1,6...12 mm olan məftillər elektrod çubuqların hazırlanmasında istifadə edilir.

Kimyəvi tərkibinə görə polad qaynaq məftilləri üç qrupa bölünür: azkarbonlu (C_B-08A ; $C_B-08X\Gamma 2C$ və s.), legirlənmiş ($C_B-18XMA$; $C_B-10X5M$, $C_B-20 X\Gamma C$) və yüksək legirlənmiş ($C_B-06X19H10M3T$; $C_B-07X25H13$ və s.). Markalarındakı C_B -hərfləri – “qaynaq” sözünü, hərfi işarələr məftilin tərkibində olan elementləri, hərfdən sonrakı rəqəmlər isə ərintinin tərkibindəki uyğun elementin faizlərlə miqdarını göstərir. C_B indeksindən sonrakı iki rəqəm yüzdə bir faizlə karbonun miqdarını göstərir. Məsələn, $C_B-08 X\Gamma 2C$ markalı məftil 0,08% karbona, 1%-ə qədər xroma, 2%-ə qədər manqana və 1%-ə qədər silisiuma malikdir.

Mis və onun ərintiləri, mis və onun ərintilərindən hazırlanmış məftil və ya çubuq elektrodla qaynaq olunur.

Alüminium və onun ərintiləri alüminium və onun uyğun ərintilərindən hazırlanmış məftillərlə qaynaq edilir.

Əl ilə qövslü qaynaq üçün məftillər 250–350 mm uzunluğunda kəsilir. Diametri 1–2 mm olan elektrodlarla qalınlığı 2mm-ə qədər, diametri 3 mm olan elektrodlarla - 2–4 mm, diametri 4–5 mm olan elektrodlarla – 5–10 mm, diametri 5–8 mm olan elektrodlarla isə daha çox qalınlıqlı metallar qaynaq edilir.

Tələb olunan tərkibə və xassəyə malik qaynaq tikişi almaq məqsədilə elektrod məftilinin üzərinə xüsusi örtük çəkilir. Bu örtük qövsün stabil yanmasını təmin edir və havanın (ərimiş metalı oksigen və azotun mənfi təsirindən) qoruyur. Örtüklü elektrodlar nazik (0,1-0,3 mm tərəfinə) və qalın (0,5–3 mm tərəfinə) örtüklü şəkildə hazırlanır. Elektrod örtüyünə stabilləşdirici, qazəmələgətirici, posamələgətirici, reduksiyaedici, legirləyici və əlaqələndirici materiallar qatılır.

Konstruksiya poladlarını qaynaq etmək üçün Э 38; Э 42; Э 150 tipli elektrodlardan istifadə olunur. Burada Э-qövslü qaynaqlama üçün elektrod, markalardakı rəqəmlər qaynaq tikişində metalın möhkəmlik həddini göstərir (kg/mm^2). Odada-vamlı yüksək legirlənmiş poladları qaynaq etmək və üst əritmək üçün tətbiq edilən elektrodların markasına üst əridiləcək materialın tərkibinin işarələri də daxil edilir. Məsələn, Э-09MX, Э08X20H9Г2Б, Э10X20H70Г2М2Б və s.

Əl ilə elektrik-qövslü qaynağında əsas parametr qaynaq cərəyanıdır (A). Bu cərəyan elektrod metalının diametrinə və tipinə əsasən seçilir:

$$I_{\text{qay}} = K \cdot d, \quad \text{de,}$$

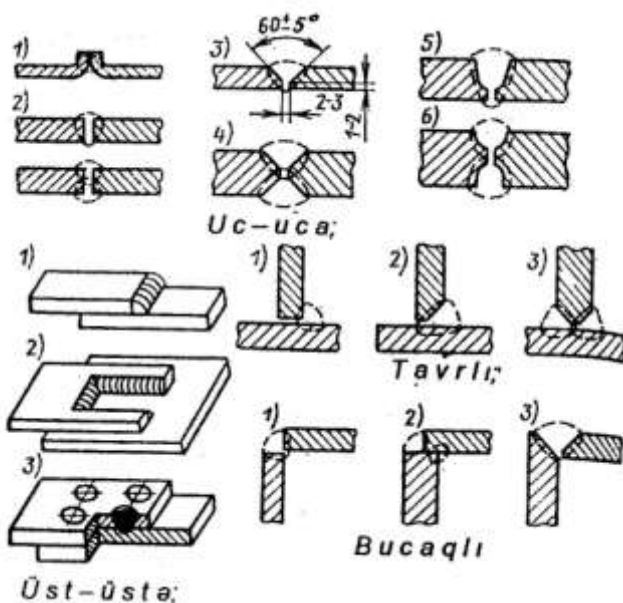
Burada, K–təcrübi əmsal olub, azkarbonlu poladlardan hazırlanmış elektrodlarda 40-60, yüksək legirlənmiş poladlardan hazırlanmış elektrodlarda 35...40 A/mm; de-elektrod məftilinin diametridir, mm.

2.4. Qaynaq birləşmələrinin əsas növləri və qaynağın metallurji prosesləri

Qaynaq konstruksiyalarını hazırladıqda uc-uca, tavr, bucaq və üst-üstə birləşmələrdən istifadə edilir (şəkil 5.6). Uc-uca qaynaq birləşmələri, möhkəmlik və texniki iqtisadi göstəriciləri üzrə digər birləşmə tipləri ilə müqayisədə üstünlüyə malikdir. Uc-uca birləşmələrinin elementlərini birləşdirən tikiş uc-uca, tavr və üst-üstə birləşmələrdə - bucaq tikiş adlanır. Tikişin hesabı kəsiyini almaq üçün lazım olan gedişlərin (qatların) sayından asılı olaraq, onlar birgedişli (birqatlı) və çoxgedişli (çoxqatlı) uc-uca və bucaq tikişlərinə ayrılır. Pəstahları bütövlükdə eni üzrə birləşdirən tikiş bütöv, qaynaqlanan hissələri növbə üzrə qaynaqlanmamış sahələrlə əvəzlənən tikişlər fasiləli tikiş adlanır.

Qaynaqdan əvvəl konstruksiyanın elementləri hazırlanır. Hazırlama növləri metalın halından, onun qalınlığından, qaynaq üsulundan, həmçinin, qaynaq konstruksiyasının texnoloji xüsusiyyətlərindən asılı olur (şəkil 5.7). Kənarların hazırlanmasının əsas elementləri – kənarların ayrılma bucağı, kütləşmə və ara boşluğundan ibarətdir. Kənarların ayrılması və ara boşluğu bütün kəsiyin qaynaqlanmasını təmin etmək üçün, kütləşmə isə açıq ərimənin-yanmanın qarşısını almaq üçün aparılır.

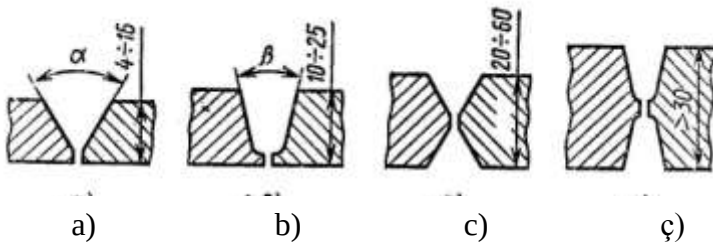
İstismar proseslərində müxtəlif temperatur və yük növlərinin (statik, zərbə, titrəyiş) təsiri şəraitində qaynaq birləşmə metalının möhkəmlik xassələri əsas metalın xassələri ilə eyni olmalıdır.



Şəkil 5.6. Qaynaq birləşmələrinin tipləri.

Uc-ucca: 1 – ucları qaldırılmış; 2 – kənarları ayrılmadan; 3 – kənarları V-varı ayırma; 4 – kənarları X-varı ayırma; 5 – kənarları U-varı birtərəfli ayırma; 6 – U-varı ikitərəfli; üst-üstə: 1- birtərəfli bucaq tikişli; 2 – kəsikli ikitərəfli bucaq tikişləri ilə; 3- pərçimvarı tikiş; tavrlı: 1 – birtərəfli bucaq tikiş ilə; 2 – kənarları birtərəfli ayırma ilə; 3 – ikitərəfli bucaq tikişli və kənarları ikitərəfli ayırma ilə; bucaq: 1 – birtərəfli bucaq tikiş ilə; 2- ikitərəfli bucaq tikiş ilə; 3- kənarları Y-varı ayırma ilə

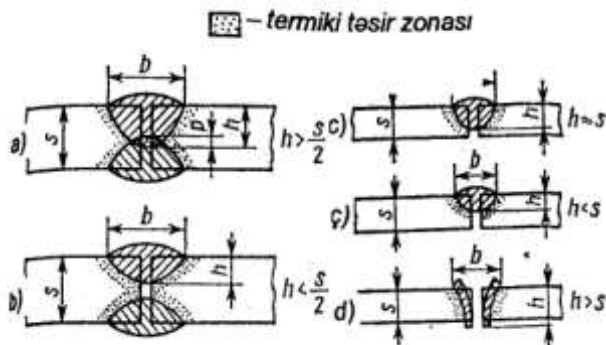
Qaynaq zamanı temperaturun qeyri-bərabər paylanması və konstruksiya elementlərinin birləşdiyi yerdə qızma (istilik) təsirindən baş verən fiziki-kimyəvi proseslər, tikiş və termiki təsir zonası (şəkil 5.8) metalında əsas metalın xassələrinə yaxın xassə alınmasını çətinləşdirir.



Şəkil 5.7. Qaynaq edilən hissələrin kənarını qalınlığından asılı olaraq hazırlanma sxemi

Tikiş, əsas (qaynaq edilən metal) və qatqı (elektrod) metallarından ibarət tökmə ərintidir.

Uc-uca qaynaq birləşməsinin (şəkil 5.8, a) möhkəmliyinə b , h ölçüləri və ya forma əmsalı $\psi = b/h$ ilə xarakterizə edilən tikişin kəsiyinin şəkili, tikiş və termiki təsir zonası metallarının struktur və kimyəvi tərkibi təsir göstərir.



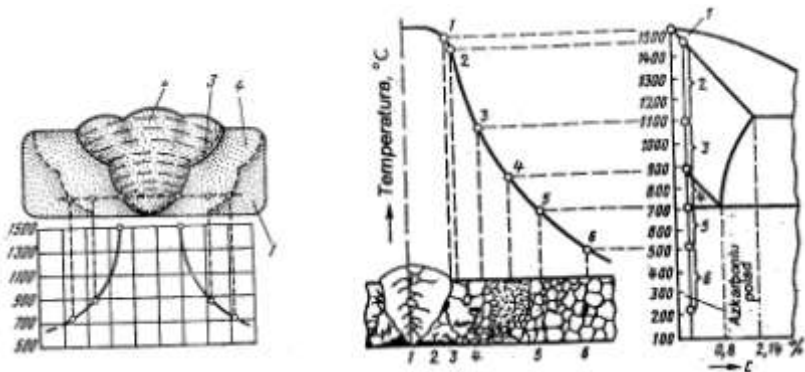
Şəkil 5.8. Uc-uca qaynaq birləşmələri: a – ikitərəfli tikiş (normal); b – eyni ilə, qüsurlu (tam əridilməmiş); c – birtərəfli normal; ç – eyni ilə, qüsurlu (tam əridilməmiş); d – eyni ilə, qüsurlu (yanıq); p – tikişin örtülməsi; əl ilə qaynaq üçün və qoruyucu qazda $p = 1,5 \dots 2$ mm, flüsaltı avtomatik qaynaq üçün $p = 3 \dots 4$ mm

Keyfiyyətli qaynaq tikişi almaq məqsədilə qaynaq vannası üzərində, onu əhatə edən havanın təsirindən maksimum tədric etmək imkanı olan daimi qoruyucu mühit yaratmaq lazımdır.

Şəkil 5.9-da azkarbonlu poladın qaynaq birləşməsində termiki təsir zonasının quruluşu və temperatur sahələri üzrə baş verən müxtəlif struktur çevrilmələrinin sxemi göstərilmişdir. Qaynaq tikişinin metalı 2 qismən əsas və qatqı metalının əriməsindən sonra yaranan maye metal vannasının bərkiməsi nəticəsində əmələ gəlir. Ərimiş metal bərk hala keçdikdə əsas metallar 1 birləşir. Ərimənin dar zolağında 3 əsas və maye metalın dənələri kristallaşır və əsas metalın dərinliyində termiki təsir zonası 4 yaranır. Bu zonada metalın sürətlə qızması və soyuması onun strukturunun dəyişməsinə səbəb olur: kimyəvi tərkibi isə dəyişməz qalır (şəkil 5.9,a).

Qaynaq prosesində ifrat qızmış qaynaq vannasında bir sıra metallurji proseslər gedir; bəzi legirleyici elementlərin buxarlanması və ya oksidləşməsi və ərimiş metalın ətraf havadakı oksigen, azot və hidrogenlə birləşməsi. Nəticədə qaynaq tikişinin tərkibi qatqı və əsas metalın tərkibindən fərqlənir və tikişin, xüsusən oksigenlə zənginləşməsi səbəbdən mexniki xassələri aşağı düşə bilər. Qaynaq vannasında yaranan metalın lazımi tərkibini təmin olunması qaynaq tikişin mexaniki xassələrinin yüksəlməsinə səbəb olur.

Şəkil 5.9, b-də göstərilmiş 1 struktur zonası bilavasitə tikiş metalı ilə yanaşıdır və qaynaq prosesində əsas metalın bu hissəsi qismən əriyir və bərk-maye halda olur. Burada əsas və qatqı metalları birləşir, bərk hala keçdikdə tökmə metala xarakterik iri dənəli sütunvarı (dentrit) kristallar əmələ gəlir. Əgər ərimiş metal və ya onunla yanaşı əriməmiş əsas metal hissəsi yüksək temperaturadək qızdırılmış olarsa, həmin hissədəki 2 metal kobud iynəvarı (vidmanştedt) strukturu ilə xarakterizə olunur. Bu hissənin metalı yüksək kövrəkliyə malik olur və qaynaq tikişinin ən zəif yeri sayılır.



Şəkil 5.9. Karbonlu poladın qaynaq tikişinin quruluşu (a) və termiki təsir zonasında baş verən struktur çevrilmələri (b): zonalar 1 – natamam ərimə; 2 – ifrat qızma; 3 – normallaşma; 4 – natamam yenidən kristallaşma; 5 – rekristallaşma; 6 – göysınma

3-cü hissə normallaşdırma hissəsi adlanır; çünki burada metalın temperaturu 1100°C -dən artıq olmur. Qızdırılmış metal havada tez soyudulduğundan xırda normallaşdırma strukturunu əmələ gətirir. Bu hissədə metalın mexaniki xassələri 1 və 2 hissələrə nisbətən yüksək olur. 4-cü hissədə metalın temperaturu A_{C1} və A_{C3} kritik nöqtələri arasında olur və natamam yenidən kristallaşma prosesi baş verir. Bu hissənin metalı ilkin iri dənələrdən (ferrit) və yenidən kristallaşmaya məruz qalmış xırda dənəli (ferrit və perlit) təşkiledicilərdən ibarət olur. Bu göstərir ki, əsas metalın aldığı istilik, onun tamamilə yenidən kristallaşması üçün kifayət etmir. Qarışıq struktur sayəsində bu hissənin metalının mexaniki xassələri yüksək olmur.

5-ci hissədə metalda struktur çevrilməsi baş vermir; lakin əgər əsas metal qaynaq edilməzdən əvvəl plastiki deformasiya edilmişsə, belə metalın deformasiyaya uğramış dənələri əvvəlki şəklinə qaydır.

6-cı hissədəki metalın strukturu dəyişməz qalır və əsas metaldan ayrılmır. Lakin bu hissədə metalın zərbə özlülüyü kəskin dərəcədə aşağı düşməsi (göysınma hadisəsi) müşahidə

edilir. Termiki təsir zonasının qalınlığı qaynaq üsulundan asılı olaraq dəyişir: nazik örtüklü elektrodla əl ilə qaynaqda və flüsaltı avtomatik qaynaqda $\approx 2,5\text{mm}$; keyfiyyətli qalın örtüklü elektrodla əl ilə qaynaqda 4–10mm; qaz ilə qaynaqda 20–25mm.

Qaynaq prosesinin tikiş və tikişətrafı zona metalına termiki təsirin azalması və keyfiyyətli qaynaq birləşməsinin alması, qaynaq rejimi və texnikasının düzgün seçimindən, həmçinin, qaynaq edilən hissənin kənarlarının yaxşı hazırlanmasından asılıdır.

2.5. Əl ilə elektrik-qövs qaynağı

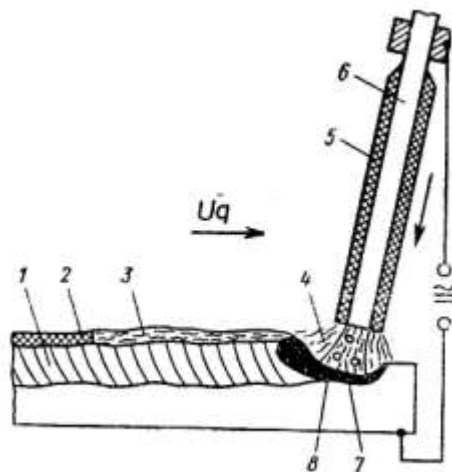
Əl ilə elektrik-qövs qaynağı əriyən metal kömür elektrodlarla, həmçinin qoruyucu qaz mühitində kömür və ya volfram elektrodlarla aparılır. Keyfiyyətli qaynaq tikişinin alınması üçün qaynaq rejimini xarakterizə edən elektrodun diametri, cərəyanın qiyməti və qövsün uzunluğu kimi parametrlərinin düzgün seçilməsi vacibdir.

Qaynaq cərəyanının qiyməti elektrodun diametrindən, onun markasından, fəza vəziyyətindən, qaynaq edilən metalın qalınlığı və tərkibindən, cərəyanın cinsindən və birləşmələrin tipindən asılı olaraq hesablanır. Qaynaq edilən metalın qalınlığı artdıqca, uyğun olaraq qaynaq cərəyanının qiyməti də artır. Ucucu qaynaq birləşmələri üçün, qaynaq edilən kənarın qalınlığı və elektrodun diametrinin seçilməsi təcrübə yolu ilə müəyyənləşdirilir. Seçilmiş elektrodun diametri üzrə cərəyan şiddətli təyin edilir. Adətən, elektrodun hər bir markası üçün cərəyanın qiyməti, onun etiketində göstərilir; cərəyan şiddətini düstur ilə hesablamaq mümkündür. Qaynaq edilən əsas metalın qalınlığından asılı olaraq elektrodun diametrinin seçilməsi və cərəyan şiddətinin düstur ilə hesablanması qaydası yuxarıda göstərilmişdir.

Qaynaq qövsü iki tipdə yandırıla bilər: birinci halda elektrodun kənarını qaynaq metalına toxundurub, həmin səthdən 3–4mm aralayaq əmələ gəlmiş qövsü yanmaqda saxlamaqla, ikinci halda isə yan tərəfdən sürətli hərəkətlə qaynaq edilən səthə toxundurub, sonra elektrodu birinci halda olduğu vəziyyətdə saxlamaqla.

Qövsün uzunluğu qaynağın keyfiyyətinə xeyli təsir göstərir. Qısa qövs dözümlü və sakit yanır, yüksəkkeyfiyyətli alınmasını təmin edir.

Örtüklü elektrodla qaynağın sxemi şəkil 5.10-da göstərib: elektrod qövsünün 7 istiliyinin təsiri ilə elektrodun çubuğu 6 əriyir, onun metalı damcılar şəklində qaynaq vannasına 8 istiqamətlənir. Bu zaman, qövs ətrafında qoruyucu qaz atmosferi 4 əmələ gətirən örtük materialı da 5 əriyir və ərimiş metal səthində maye posa vannası 3 əmələ gətirir. Qaynaq vannasında metal və posa sürətlə soyuyur və bərkiməklə qaynaq tikişi 1 və onun üstündə bərk posa qabığı 2 formalaşır.



Şəkil 5.10. Örtüklü elektrodla qaynağın sxemi

Qaynaqçı, keyfiyyətli tikiş almaq üçün elektrodu $15-20^{\circ}\text{C}$ bucaq altında tutmaqla qövsün uzunluğunun sabitliyini təmin etmək üçün, onu qaynaq vannası istiqamətində, aşağı və tikişin oxu boyu hərəkət etdirir. Adətən bu zaman, elektrodun ucu tikişin eni üzrə rəqsi hərəkət etdirilir və əsas metalın kənarlarının əriməsi təmin olunur.

Kömür elektrodla qövslü qaynaq sabit cərəyanla düzünə qütblü qaynaq dövrəsində aparılır. Qaynaq edilən metalla elektrod arasında qövsün yandırılması, kömür elektrodu metala toxundurub səthdən 10–20 mm aralı saxlamaqla aparılır. Nazik təbəqəni qaynaq etmək üçün qatqı metalından istifadə edilmir, kömür-elektrodu təbəqənin qatlanmış kənarları üzrə (şəkil 5.6), tikiş boyu hərəkət etdirməklə qaynaq tikişi alınır.

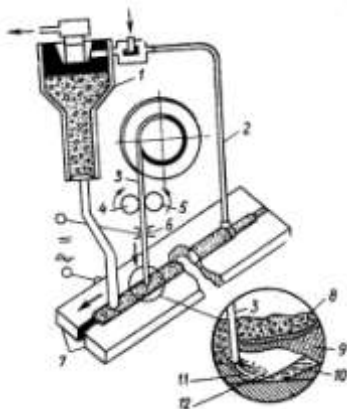
Qaynaq zamanı məmulun qeyri-bərabər qızması və soyuması, ərimiş metalın bərkidikdə və soyuduqda oturması, həmçinin tikiş metalında baş verən faza çevrilmələri qaynaq deformasiyasının və gərginliklərinin yaranmasının əsas səbəbləridir. Onlar qaynaq birləşmələrinin mexaniki xassələrini xeyli azaldır. Deformasiyanın və qalıq gərginliyi azaltmaq üçün bir sıra texnoloji tələblər yerinə yetirilməlidir; o cümlədən, əksinə deformasiya üsulundan istifadə etməklə, qaynaq zamanı qaynaq metalın sərt tərtibatlarla bağlamaqla, qaynaqdan qabaq hissələri qızdırmaqla, qaynaqdan sonra yüksək təbəksiltmə, normallaşdırma və təbəksiltmə prosesləri aparılmalıdır.

2.6. Avtomatik flüsaltı elektrik-qövs qaynağı

Avtomatik flüsaltı qaynaqda örtüksüz elektrik məftilindən istifadə olunur. Flüs tez əriyərək onun yaratdığı posa, eyni zamanda, elektrik qövsünü və qaynaq vannasını havanın təsirindən mühafizə edir. Bu üsulla elektrod məftilinin qaynaq zonasına verilməsi və tikişin en kəsiyi üzrə hərəkəti mexanikləşdirilmişdir.

Flüsaltı avtomatik elektrik-qövs qaynağının prinsipial sxemi şəkil 5.11-də göstərilmişdir. Elektrod məftil 3 aparıcı 5 və sıxıcı 4 diyircəklər vasitəsilə qaynaq zonasına verilir. Qaynaq zonasında birləşdirilən metalın 7 kənarları bunkerdən 1 verilən flüs qatı ilə örtülür. Flüs qatının qalınlığı 30–50mm olur. Qaynaq prosesində cərəyan keçirici müştük 6 cərəyan mənbəyini elektrod məftilinin ucluğuna birləşdirilir və onu elektroda çevirir. Bunun sayəsində avtomatik qaynaqda böyük qaynaq cərəyanından istifadə etmək mümkün olur. Qövs 11 qaynaq

edilən metal ilə elektrod-məftil arasında yanır. Qövs yandıqda üstdən ərimiş posa 9 və əriməmiş flüs 8 qatı ilə örtülmüş, maye metal vannası 10 əmələ gəlir. Əriməmiş flüs xortum 2 ilə sorularaq bunkerə qaytarılır. Qövs zonasında əmələ gələn buxar və qazlar, onun ətrafında qapalı qaz boşluğu 12 yaradır. Qazların termiki genişlənməsi sayəsində təzyiqin artması maye metalı qaynağın əks istiqamətinə sıxışdırır, qövsün özülündə (kraterdə) isə nazik metal qatı qalır. Belə hal əsas metalın dərin əriməsi üçün şərait yaradır. Qövs qapalı boşluqda yandığı üçün istilik və sıçrantılara – itkilər xeyli azalır. Qövs yerini dəyişdikcə, ərimiş metal soyuyur və qaynaq tikişi əmələ gətirir. Metala nisbətən aşağı ərimə temperaturuna malik posa, tikiş metalının soyuma sürətini azaltmaqla bir qədər sonra bərkiyir. Tikiş metalının uzun müddət maye halda qalması və kiçik sürətlə soyuması sayəsində, qazların və qeyri-metal birləşmələrin səthə çıxmasına, yüksək sıxlığa malik təmiz səthli və kimyəvi tərkibi üzrə bir-cinsli tikiş metalının alınmasına imkan verir.



Şəkil 5.11. Flüsaltı avtomatik qaynağın sxemi

Yarımavtomatik flüsaltı qaynaqda avtomatik qaynaqdan fərqli olaraq elektrod məftili tikiş boyunca əl ilə hərəkət etdirilir.

Flüsün əmələ gətirdiyi posa və elektrod məftili qaynaqda qövsün stabil yanmasını, tikiş metalının lazımı kimyəvi tərkibdə və mexaniki xassələrə malik alınmasını, həmçinin posa qabı-

ğının tikiş səthindən asanlıqla ayrılmasını təmin etməli və məsələliliyinin çatdaqların əmələ gəlməsinin qarşısını almalıdır.

Flüs ölçüsü 1–3 mm olan dənəvər şəkildə hazırlanır. Onlar hazırlanma üsuluna görə əridilmiş və keramik flüslərə ayrılır. Əridilmiş flüslər şıxtəni alovlu və ya elektrik sobalarında əridilib, sonradan dənəvərləşdirməklə alınır.

Yüksək manqanlı əridilmiş OİC-45 və AH -348 markalı əridilmiş flüslər və $C_B-0.8$; C_B-10 ; $C_B-0.8\Gamma A$ markalı elektrod məftillərindən geniş istifadə olunur. Keramik flüslər ovuntu şəklində ona qarışdırılmış xüsusi elementlər hesabına tikiş metalını legirləməyə imkan verir.

Flüsəltı avtomatik qaynaq əl ilə elektroqövslü qaynağa nisbətən bir sıra üstünlüklərə malikdir; əl ilə qaynağa nisbətən məhsuldarlıq 5–10 dəfə yüksəkdir; ərimə dərinliyini artırır və tikiş metalında elektrod metalının miqdarı 35%-ə qədər azalır; havanın oksigen və azotundan qorunduğu üçün, həmçinin effektiv legirləmə hesabına qaynaq tikişinin keyfiyyəti yüksəlir, elektrod metalına qənaət olunur-itkilər 2–5% dən az olur, elektrik enerjisinə 30–40% qənaət edilir, əmək şəraiti yaxşılaşır və yüksəkixtisaslı işçilərə tələbat azalır. Lakin qaynaq avtomatlarının manevrətmə qabiliyyəti məhduddur.

2.7 Qoruyucu qaz mühitində elektirik-qövs qaynağı

Qoruyucu qaz mühitində qaynaq qövslü qaynaq üsullarından biridir. Bu halda qövs zonasına qoruyucu qaz verilir, bu qaz elektrik qövsünü və qaynaq vannasını əhatə edərək ərimiş metalı atmosfer havasının təsirindən qoruyur. Qoruyucu qaz kimi inert qazlardan (arqon, helium) və aktiv qazlardan (karbon qazı, azot, hidrogen və s.), bəzən də iki və ya daha çox qaz qatışığından istifadə olunur. Sənayedə arqon (Ar) və karbon qazı (CO_2) daha çox işlədilir.

Arqon–rəngsiz olub, havadan 1.38 dəfə ağırdır, maye və bərk metallarda həll olmur. Arqon havadan alınır, onun tərkibin-

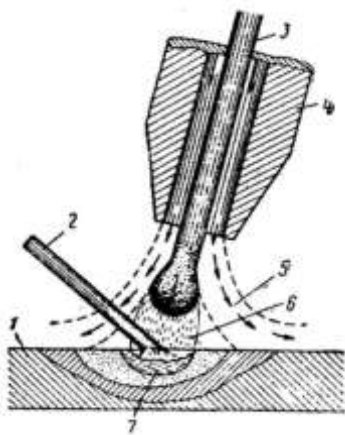
də 0.935% (həcm üzrə) bu qazdan vardır. Arqon polad balonlarda 15 Mpa təzyiq altında sıxılmış qaz halında saxlanılır.

Karbon qazı-rəngsiz, zəif iyli, havadan 1.52 dəfə ağırdır; maye və bərk metallarda həll olmur. Karbon qazı 5–10MP təzyiq altında tutumu 40 dm³ olan balonlarda saxlanılır.

Arqon qövşə qaynağı əriyən və əriməyən elektrodlarla aparıla bilər. Əriməyən elektrodla qaynaq, bir qayda olaraq qalınlığı 0.5-6 mm, əriyən elektrodla aparılan qaynaq isə 1.5 mm-dən qalın metalları qaynaq etdikdə tətbiq edilir.

Əriməyən elektirodlar arqon qövsi qaynaqda (şəkil 5.12) daxilində volfram elektrod 3 yerləşdirilmiş xüsusi qazvandırıcı 4 ilə arqon buraxılır. Elektrodla qaynaq edilən metal arasında qövsi vandırılır.

Kənarların arasını tikiş metalı ilə doldurmaq üçün qövs zonasına qatqı metal 2 verilir. Arqon qazı qazyandırıcıya 0.03–0.05 MPa təzyiqlə verilir. Volfram elektrodlar diametri 0.8–6 mm, olan məftildən hazırlanır; 300–400A cərəyan şiddəti ilə qaynaqda hər bir metr qaynaq tikisinə 0.05–0.06 volfram sərf olunur.



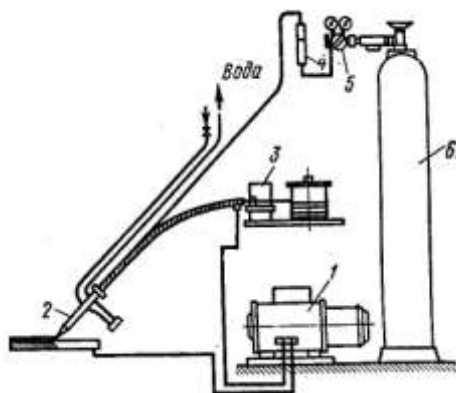
Şəkil 5.12. Arqon-qövslü qaynağın sxemi

Bir sıra hallarda qaynaq əriyən elektrodlarla aparılır. Əriyən elektrodlar qaynaq məftillərdən və ya qaynaq edilən me-

talın tərkibinə uyğun tərkibli metaldan hazırlanır. Bu halda elektrod məftili qazyandırıcının daxilindəki kanaldan verilir.

Arqon qövs qaynaq üsulundan karbonlu və legirlənmiş poladlardan, alüminium, maqnezium və titan əsaslı ərintilərdən qalın divarlı məmulatı qaynaq etmək üçün istifadə olunur.

Karbon qazı mühitində qaynaq prosesi yarımavtomatik və avtomatik aparatlarla aparılır. Karbon qazı mühitində qaynağın sxemi şəkil 5.13 göstərilmişdir. Qurğu qaynaq cərəyanı qida mənbəyindən 1, qaz-elektirik yandırıcısından 2, elektrod məftil verici mexanizmdən 3, karbon qazın sərfiyyat ölçəndən (rotometr) 4, reduktordan 5 (bir qayda olaraq, reduktordan sonra qaz quruducusu yerləşdirilir) və karbon qazı balonundan 6 ibarətdir.



Şəkil 5.13. Karbon qazı mühitində qövslü yarımavtomatik qaynaq qurğusunun sxemi

Kiçik cərəyanla (300A) işləyən qaz-elektrik yandırıcıları su ilə soyudulmur; böyük (1000 A-ə qədər) qaynaq cərəyanları isə soyuducu sistemlə təmin olunur.

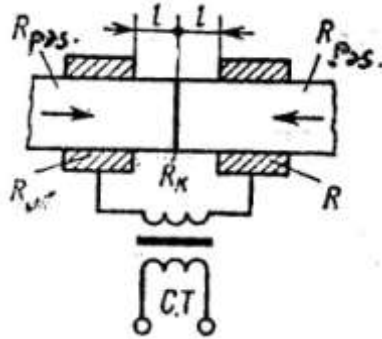
Qaynaq üçün işlədilən məftil $C_B-08\Gamma C$, $C_B-08\Gamma 2C$ markalı manqanlı və silisiumu artırılmış azkarbonlu poladdan hazırlanır. Keyfiyyətli qaynaq tikişin alınmasını və metal sıçrıntılarını

azaltmaq üçün qaz qaynağında mümkün qədər qısa qövsdən (1,5-4 mm) istifadə edilməsi məsləhət görülür.

3.Kontaklı qaynaq

3.1. Kontaklı qaynağın mahiyyəti

Kontakt qaynağında metalın birləşmə yerləri qısa müddətdə ərimə temperaturuna yaxın və ya tamam əriyənə qədər qızdırılmış pəstahın səthləri bir-birinə sıxılır. Qaynaqlanacaq yerləri metaldan keçən elektrik cərəyanı vasitəsilə qızdırılır və kontakt qaynağı sahələrində maksimum temperatur ayrılır (şəkil 5.14).



Şəkil 5.14. Kontaklı qaynağın sxemi

Ayrılan istiliyin (Q ilə) miqdarı Coul-Lens qanunu üzrə təyin edilir.

$$Q = I^2 R t,$$

Burada, I - cərəyan şiddəti, A ; R - qaynaq konturunun tam elektrik müqaviməti, Ω ; t - cərəyanın təsir müddəti, san. Kontakt konturunun (qaynaq dövrəsində hissələrin kontaktda olan sahəciyinin) müqaviməti, qaynaq edilən pəstahların çıxan sonluqlarının elektrik müqaviməti (R_{ps}), qaynaq kontaktlarının müqaviməti (R_k), elektrodlar və pəstahlararası elektrik müqavimətinin (R_{el}) cəmindən ibarətdir:

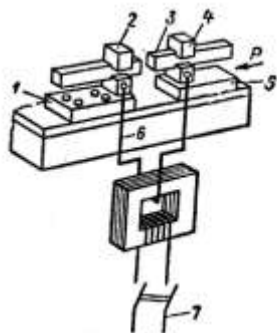
$$R \approx R_{ps} + R_k + R_{el}$$

Kontakt qaynağı uc-uca, nöqtəvi, dəyircəkli və relyefli qaynaq növlərinə ayrılır. Kontakt qaynaq üsulu çox məhsuldar proses olub sənayenin müxtəlif sahələrində (avtomobil, traktor, aviasiya və s.) geniş tətbiq olunur.

3.2. Uc-uca qaynaq

Uc-uca kontakt qaynağında pəstahlar bütün təmas sahələri üzrə qaynaq edilir. Məftilləri, nazik çubuqları, kiçik diametrli qalın divarlı boruları, en kəsiyi dairəvi və kvadrat şəklində olan müxtəlif hissələri bu üsulla qaynaq edirlər.

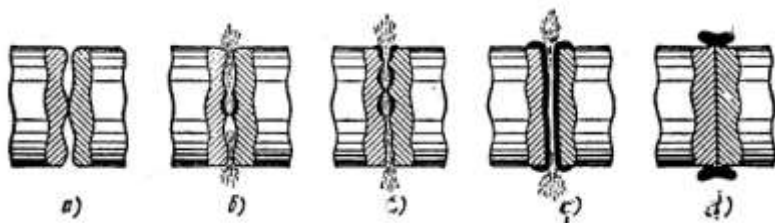
Uc-uca qaynaq pəstah metalını plastik hala qədər qızdırmaqla və ya əritmə ilə aparılır. Qızdırmaqla qaynaq aparılması (şəkil 5.15) üçün hissələr 3 qaynaq maşınının elektrodları 2 və 4 arasında sıxılır. Sıxıcı elektrod 4 hərəkət edən lövhəyə 5, digər sıxıcı elektrod 2 hərəkətsiz 1 lövhəyə bərkidilir. Elektrodlara (sıxıcılara) transformatoradan 6 cərəyan verilir. Hissələr xüsusi mexanizmin yaratdığı qüvvə P ilə sıxılır, elektrik dövrəsi qapanır, hissələr qızaraq plastik vəziyyətə gətirilir. Bu halda dövrə açılır, təzyiq isə bir qədər artırılır. Təzyiq artması nəticəsində hissələrin molekulları yaxşı diffuziya edərək qaynaqlamaya səbəb olur. Qaynaqdan qabaq hissələrin kontakt səthləri cilalandırılır, səthdə olan nahamarlıqlar, pas, yağ və s. təmizlənir.



Şəkil 5.15. Uc-uca qaynağın sxemi

Poladı qaynaq etdikdə cərəyan şiddəti $10-100 \text{ A/mm}^2$ -ə qədər, əlvan metalları qaynaq etdikdə isə 150 A/mm^2 -dək artırılır. Qaynaq 1-30san.-dək davam edir, qaynaq zamanı tətbiq edilən təzyiq $10-60 \text{ MPa}$ -ya çatır. Elektrodların arasından çıxan hissənin uzunluğu onun diametrinin $0,5-2$ hissəsini təşkil etməlidir. Metalın elektrik keçiriciliyi artdıqca bu uzunluq da artırılmalıdır. Məsələn, tezkəsən poladlar üçün bu uzunluq pəstahın diametrinin $0,4-0,7$ -ə, az karbonlu poladlar üçün $0,7-1,0$ -ə, mis üçün $1,75-2$ -ə bərabər götürülməlidir. İki müxtəlif tərkibli metal bir-birinə qaynaq etdikdə (məsələn, azkarbonlu və tezkəsən poladları) bu uzunluq da müxtəlif olur.

Ərimə fasiləsiz və fasiləli üsullarla aparılır. Göstərilən üsul ilə kontakt səthi nahamar olan hissələri qaynaq edirlər. Fasiləsiz əritmə ilə kontaktlı qaynaqda maşının sıxaclarına bərkidilmiş hissələr, cərəyan dövrəsinə qoşulmuş vəziyyətdə, sabit və dəyişən sürətlə bir-birinə yaxınlaşdırılır. Bu halda kiçik qüvvə ilə sıxılan hissələrin (şəkil 5.16, a) kənarlarında olan tək-tək mikro və makroçixıntılar əriməyə başlayır (şəkil 5.16, b). Sıxılma dərəcəsi artdıqca kontakt (əriyən mikro və makroçixıntılar) sahəsi çoxalır (şəkil 5.16, c) və müəyyən edilmiş ölçüyə qədər oturtma ilə bir-birinə sıxıldıqca, hər iki hissənin kənar səthləri nazik və bərabər qalınlıqda ərimiş metal təbəqə ilə örtülür (şəkil 5.16, ç). Ərimiş metal təbəqəsi metal buxarının təsirindən dağılır; maye metalın bir hissəsi qılgıncım şəklində atmosfərə atılır, digər hissəsi isə birləşdiriləcək hissənin kənar səthlərində qalır.



Şəkil 5.16. Ərimə prosesinin ardıcılığı

Fasiləli əritmə ilə qaynaqda metalın kontakt səthləri cərəyan altında fasilələrlə bir-birinə sıxılır və azacıq aralanır. Qaynaq edilən hissələri araladıqda onların arasında elektrik boşalması baş verir. Cərəyan dövrəsinin açılması və qapanması (sıxıcıların irəli-geri hərəkəti) kontakt səthlərində nazik maye metal təbəqəsi yaranana kimi davam edir. Sonra maşının mütəhərrik sıxıcının hərəkəti sayəsində oturtma prosesində ərimiş metal oksid və başqa qeyri-metal birləşmələri ilə birlikdə kontakt səthindən sıxışdırılır və nəticədə qaynaq birləşməsi əmələ gəlir.

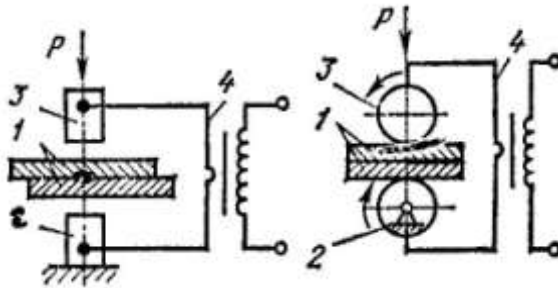
Əritmə ilə qaynaq üsulunun müqavimətlə qaynaq üsuluna nisbətən aşağıdakı üstünlükləri vardır:

1. yüksək möhkəmliyə malik qaynaq birləşmələri alınır;
2. kontakt sahələrini nahamarlıqlardan təmizləmədən qaynaq etmək mümkün olur;
3. ən kəsiyi böyük və mürəkkəb formalı hissələr qaynaq edilir;
4. mexaniki emala sərf edilən xərclər azalır;
5. əmək məhsuldarlığı artır.

3.3. Nöqtəvi qaynaq

Nöqtəli kontaktlı qaynaq birləşmənin konstruksiyasından asılı olaraq bir neçə variantla aparılır, üst-üstə qaynaq birləşmələrinin alınmasında daha geniş tətbiq olunur. Qaynaq edilən hissələr 1 transformatorun 4 ikinci dolağına birləşdirilmiş tərpənməyən 2 və tərpənən 3 elektrodlar arasında yerləşdirilir (şəkil 5.17, a). Sıxıcı təzyiq mexanizmi hərəkətə gətirilərək hissələr elektrodlar arasında müəyyən qədər sıxıldıqdan sonra maşının transformatoru 4 elektrik dövrəsinə qoşulur. Dövrədə ən böyük müqavimətə malik sahəsində-elektrodlarla sıxılan yerində metal maye-plastik hala qədər qızır. Bundan sonra cərəyan kəsilir, sıxılma təzyiqi artırılır və bir neçə saniyədən sonra sıxıcı təzyiq götürülür. Qısa müddətdə sıxılmış elektrodlar arasındakı metal bərkirir və nöqtəli birləşmə əmələ gəlir. Cərəyan dövrəsinə birləşdirilmə və ya elektrodların yerləşdirilməsindən asılı olaraq bir və ikitərəfli nöqtəli qaynaq aparılır. İkitərəfli

qaynaqda elementlərin hər birinə, birtərəfli qaydada isə onlardan yalnız birinə cərəyan verilir.



Şəkil 5.17. Kontaktlı qaynaq: sxemi: a – nöqtəli; b – diyircəkli

Qaynağın tsikli qaynaq edilən hissələrin sıxılması, qaynaq cərəyanının təsiri və sıxıcı qüvvənin götürülməsi dövrlərindən ibarətdir. Elektrodun diametri qaynaq edilən hissələrin ümumi qalınlığından 3–4 mm artıq götürülür. Müxtəlif materiallar üçün fərqli qaynaq rejimləri məsləhət görülür. Bütün hallarda qaynaq edilən səth oksid təbəqəsindən təmizlənməlidir.

Bu üsulla mis, polad, polad ilə bürüncü və s. ərintiləri qaynaq edilir. Yalnız təbəqə şəklində materialları deyil, profilli materialları, çubuqları, boltları, qaykaları da nöqtəvi qaynaq üsulu ilə qaynaq edilir. Nöqtəvi qaynaq birləşmələri yüksək möhkəmliyə malik olur və elektrik kontakt qaynaq üsullarından ən məhsuldarıdır.

3.4 Diyircəkli qaynaq

Bu üsulla alınan qaynaq tikişi möhkəm və sıx olduğundan yüksəkkeyfiyyətə malikdir. Şəkil 5.17,b-də diyircəkli qaynaq prosesinin sxemi göstərilmişdir. Qaynaq ediləcək metal təbəqələr 1 fırlanan elektrod-diyircəklər arasında yerləşdirilir; elektrodlardan biri 2 fırlanma, digəri 3 həm fırlanma və həm də şaquli istiqamətdə yerdəyişmə hərəkətinə malik olur. Elektrod-di-

yircəklər cərəyan transformatorun 4 ikinci sarğısına birləşdirilir. Diyircəklərlə metal təbəqələr sıxılır və transformatoru elektrik dövrəsinə qoşulur. Diyircəklərin metala sıxıldığı yerdə cərəyan sıxlığı daha da artır və buradakı metal lazımı temperaturadək qızdırılaraq qaynaq edilir. Diyircəkli qaynaq maşınlar fasiləsiz və fasiləli işləyir. Fasiləsiz işləyən maşınlarda elektrod-diyircəklər fasiləsiz fırlanır, bunların arasında sıxılmış metala fasiləsiz təzyiq edilir. Nəticədə fasiləsiz qaynaq nöqtələri alınır. Bu nöqtələr çox yaxın olduğundan biri digəri ilə birləşərək fasiləsiz tikiş əmələ gətirir.

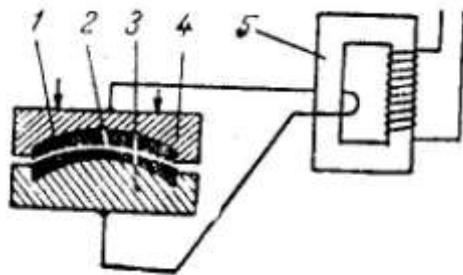
Fasiləsiz qaynaqda elektrod-diyircəklər və qaynaq edilən metal ifrat-qızır, kontakt yerində metalın özəyi əriyir və diyircəklərin təzyiqi nəticəsində bəzən ətrafa sıçrayır, məmulat çox vaxt qabarıq və əzilmiş olur. Bu, fasiləsiz qaynağın mənfi cəhətdir. Fasiləli işləyən maşınlarda diyircəklər fasiləsiz fırlanır və metala fasiləsiz təzyiq göstərir; lakin qaynaq cərəyanı xüsusi mexanizmlə avtomatik olaraq gah kəsilir, gah da yenidən bərpa olunur. Cərəyan kəsildikdə diyircəklərin hərəkəti nisbətən azalır və qaynaq prosesi dayandırılır. Cərəyan yenidən verildikdə yenə qaynaq bərpa olunur. Bu, fasiləli qaynaq tikişinin alınmasına səbəb olur. Fasiləli cərəyanda avtomatik kəsilmə, ifrat qızmanı və bununla əlaqədar olan nöqsanları aradan qaldırır, keyfiyyətli qaynaq birləşməsinin alınmasına səbəb olur.

Paslanmayan poladların istilikkeçirmələri karbonlu poladlarınkına nisbətən az olduğundan yalnız fasiləli üsulla qaynaq edilir.

3.5 Relyefli qaynaq

Bu üsul ilə birləşmə almaq üçün qaynaq ediləcək hissələrdən birinin üzərinə ştamplama yolu ilə relyef alınır, sonra isə qaynaq aparılır (şəkil 5.18). Bu hissələr 1 və 2 qaynaq maşınının kontakt lövhələri 3 və 4 içərisində yerləşdirilir. Lövhələr maşının transformatoru 5 ilə birləşdirilir. Qaynaq dövrəsi qapandıqda cərəyan metal hissəsindəki relyeflərdən keçərək onları şiddətlə qızdırır və qismən əridir. Üst lövhə 4 tərəfindən təz-

yiğ göstərildikdə relyeflərin yüksəkliyi azalır və altdakı hissə ilə qaynaq edilir. Qaynaq, eyni zamanda, bir neçə nöqtədə aparılır. Qaynaq nöqtələrinin sayı relyeflərin sayına bərabər olur.

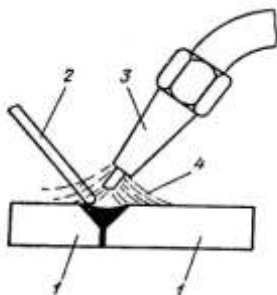


Şəkil 5.18. Relyefli qaynaq prosesinin sxemi

Maşının bir dəfə hərəkətində 10-a qədər relyefi qaynaq etmək mümkündür. Bu üsulun müsbət cəhəti yaxşı kontakt səthi yaratmasından və təzyiqin hər bir nöqtəyə bərabər yayılmasından ibarətdir.

4. Qaz qaynağı

Qaz qaynağında birləşmə yeri ərimə dərəcəsinədək yüksək temperaturlu qaz alovu vasitəsilə qızdırılır (şəkil 5.19). Qaz alovu 4 vasitəsilə qaynaq olunan məmulatın 1 kənarları, habelə qazyandırıcının 3 alovu ilə qaynaq vannası arasına daxil edilən qatqı məftili 2 əridilir. Qaz alovu-yanıcı qazın texniki təmiz oksigen atmosferində yanması nəticəsində alınır.



Şəkil 5.19. Qaz qaynağının sxemi

Qaynaq işlərində istifadə edilən oksigen qaynaq məntəqəsinə polad balonlarda gətirilir. Balonda oksigenin təzyiqi 15MPa olub, balonun rəngi göy və üstünə qara hərflə “Oksigen” sözü yazılır. Balondan çıxan qazın təzyiqini azaltmaq və işlək təzyiqi sabit saxlamaq üçün qaz reduktorları tətbiq edilir. Oksigen reduktorları oksigenin təzyiqini 15-dən 0,1MPa-ya, asetilen reduktorları isə təzyiqi 1,6-dan 0,02MPa-ya endirir. Qaynaq texnikasında işlədilən reduktorların əsasən iki manometri olur. Bunlardan biri qazın reduktora daxil olan hissəsində, o biri isə çıxışda qazın təzyiqini ölçür.

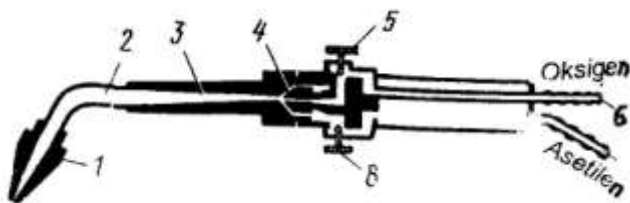
Yanıcı qaz kimi təbii qaz, hidrogen, benzin, ağ neftin buxarlarından və s. istifadə edilir. Bu qazlardan əsasən oksigen alovu ilə kəsmədə işlədilə bilər. Çünki bu halda alovun yüksək temperaturu tələb olunmur. Qaz qaynağı üçün asetilendən istifadə olunur. Asetilen başqa yanıcı qazlara nisbətən yüksək istilikgətirmə qabiliyyətinə malik olub, onun alovunun temperaturu 3200⁰C-yə qədərdir.

Asetilen (C₂H₂)-yanıcı qaz olub, xüsusi cihazlarda – generatorlarda suya kalsium-karbidlə təsir etməklə alınır:



Asetilen generatorlarında partlayış təhlükəsinin olması onlara xüsusi xidmət tələb edir. Ona görə də, balona yığılmış asetilendən istifadə etmək məqsədəuyğundur. Asetilen balonları ağ rənglə rənglənir və üstünə qırmızı rənglə “Asetilen” sözü yazılır. Asetilen balonunda qazın təzyiqi 1,5MPa olur.

Qaz qaynağı aparmaq üçün qaz-qaynaq aparatlarından istifadə olunur. İnjektorlu qazyandırıcı kiçik və orta təzyiqdə işləyir, həm də bu daha çox təhlükəsiz olduğu üçün geniş tətbiq edilir (şəkil 5.20).

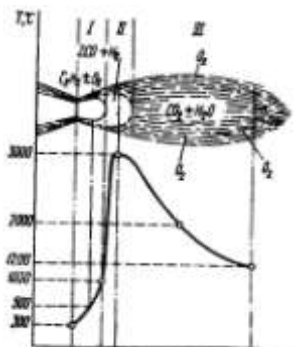


Şəkil 5.20. İnjektorlu qazyandırıcının sxemi

Qaynaq qazyandırıcılarından asetilenlə oksigenin müəyyən nisbətdə qarışığı yandırılıb qaz-qaynaq alovu əmələ gətirir. Asetilen-oksigen alovu üç zonadan ibarət olur (şəkil 5.21): I-alovun nüvəsi; II-qaynaq zonası; III-alovun məşəli. Şəkildə qaz-qaynaq alovunun quruluşu və onun oxu boyunca uzunluğu üzrə temperaturun paylanması göstərilmişdir. I-zonasında müş-tikdən çıxan qaz qatışığının alovlanma temperaturunadək tədri-cən qızması baş verir; II zonası balondan daxil olan oksigenin hesabına asetilenin yanmasının birinci mərhələsini göstərir:

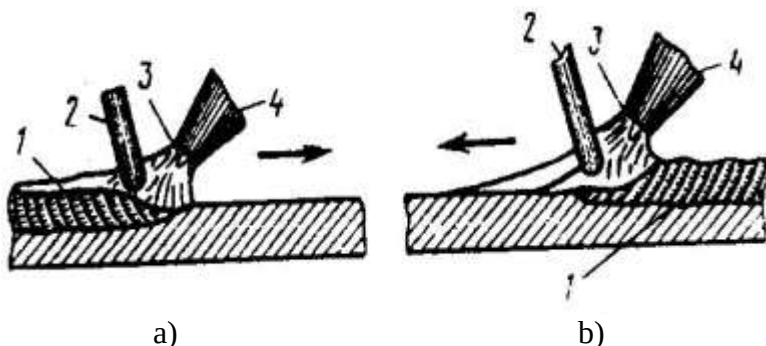


Alovun ən yüksək temperaturlu və reduksiyaedici xassəli II zonası qaynaq və ya işlək zona adlanır; alovda ən yüksək temperatur (3000°C) yaranır və xarakterik mavi rənglə işıqlanır. Alovun bu hissəsi ilə qaynaq edilən kənarlar həmçinin qatqı metalı qızdırılır və əridilir. Alovun III zonasında yanmanın ikinci mərhələsi -atmosferdə olan oksigen hesabına asetilenin yanması baş verir.



Şəkil 5.21. Qaz qaynağı alovu

Qaz qaynağı iki əsas üsul ilə fərqlənir: sağ və sol qaynağı (şəkil 5.22). Sağ qaynaq üsulunda (şəkil 5.22, a) qaynaq prosesi soldan sağa, sol üsulda (şəkil 5.22,b) qaynaq prosesi sağdan sola aparılır. Sağ qaynaq üsulu qalınlığı 5 mm-dən çox olan kənarları qaynaq etməklə, keyfiyyətli qaynaq tikişi almağa imkan verir. Sol qaynaq üsulu ilə əsasən nazik metal qaynaq edilir.



Şəkil 5.22. Qaz qaynağı üsulları: a - sağ qaynaq; b – sol qaynaq

Qaz qaynağında pəstahlar elektrik-qövs qaynağına nisbətən tədricən qızır. Odur ki, nazik metalları, tez əriyən əlvan metal və ərintiləri, tədricən qızma və soyuma tələb olunan alət poladlarını, çuqun və bürünc kimi metal və ərintiləri qaynaq etdikdə qaz qaynağı tətbiq edilir. Qaz qaynağından lehımləmə və üst-əritmə işlərində, eyni zamanda, çuqun və tunc töküklərində qüsurları qaynaq etdikdə də istifadə olunur. Metalın qalınlığı artdıqda qaz qaynağının məhsuldarlığı kəskin azalır. Qalın hissələr yavaş qızdığından qaynaqlanan hissələr kifayət qədər deformasiyaya uğrayır ki, bu da qaz qaynağının tətbiqini məhdudlaşdırır.

5. Müxtəlif metal və ərintilərin qaynaq texnologiyası

Məmulatın istehsal prosesi iqtisadi cəhətdən əlverişli, onların keyfiyyəti isə texniki şərtlərin tələblərinə uyğun olmalıdır. Qaynaq istehsalatında bu tələbləri yalnız qaynaq üsulunu düz-

gün seçmək şərtilə ödəmək mümkündür. Qaynaq üsulunun seçilməsi üçün qaynaq edilən metalların kimyəvi tərkibi, istilik-keçirmə və istidən genişlənmə xassələri, ərintilərdə qızdırılma və soyudulma proseslərində gedən struktur çevrilmələrinin xarakterləri, qaynaq edilən hissələrin qalınlığı əsas göstəricilərdir.

Karbonlu və legirlənmiş poladların qaynağı. Az və orta karbonlu poladlar yaxşı qaynaq olunur və qaynaq üsullarının əksəriyyəti ilə asanlıqla birləşdirilir. Qaynaq zamanı az legirlənmiş (5%) poladın gərginlik əmələ gətirməyə və karbonun miqdarı 0,2% olduqda, tabalmaya meyli olmasını nəzərə almaq lazımdır. Nikelli ($3,5\% \leq \text{Ni}$) azkarbonlu poladlar həm qaz qaynağı və həm də elektrik-qövs ilə yaxşı qaynaq edilir. Xromun miqdarı 1,5%-ə qədər və 0,14% karbona malik az legirlənmiş poladlar keyfiyyətli birləşmələr almağa imkan verir. Soyuq şəraitdə qaynaq üçün belə poladların 200°C -dək qızdırmaq tələb olunur.

Az legirlənmiş poladlar kimyəvi tərkibləri üzrə müxtəlif olduqları üçün qatqı materialları da uyğun tərkibdə olmalıdır.

Karbonun miqdarı artdıqca poladın istilik keçirmə qabiliyyəti azalır, yəni istilik bilavasitə qaynaq zonasında cəmləşir. Bununla uyanaşı, istiliyin metalın soyuq qatlarına sürətlə keçməsi sayəsində qaynaq zonasında tablanmış struktur yaranır. Bütün bunlar qaynaq yerində çatlar yaranması üçün şərait yaradır.

Xromlu polad məhdud qaynaq edilən poladlar qrupuna aiddir. Belə poladların qaz qaynağı normal alovla, əlavə qızdırmaqla və əsas metala uyğun tərkibdə qatqı məftilindən istifadə edilməklə aparılır.

Austenit poladları kontakt qaynağı ilə yaxşı qaynaq olunur. Qaynaq aşağı cərəyan sıxlığında aparılır. Bu poladlar yüksək xüsusi elektrik müqaviməti və aşağı istilikkeçirmə qabiliyyətinə malik olduqlarından qaynaq zamanı çoxlu miqdarda istilik ayrılır və bu istilik qaynaq birləşməsi zonasında cəmlənir. Bu zaman yüksək təzyiq tətbiq olunur. Austenit poladları yüksək temperaturlarda nisbətən yüksək möhkəmliyə malik olduğundan qaynaq zamanı sıxıcı gücün qiyməti artırılır.

Xromnikelli paslanmayan poladları (10X18H9T, 12X18H12T; 0X14Г14H4T və s.) qaynaq etdikdə yüksək temperaturun təsirindən xromun bir hissəsi bərk məhluldan karbid birləşmələrinə keçir. Bunun sayəsində qaynaq birləşməsinin korroziyaya davamlılığı azalır. Onların qaynağında istifadə edilən elektrod məftilinin tərkibi əsas metala uyğun olmalı, lakin karbonun miqdarı bir qədər az və əlavə olaraq 0,8%-ə qədər titana malik olmalıdır.

Kontaktlı və arqon-qövslü qaynaqla xromnikelli poladlardan nazik divarlı keyfiyyətli birləşmələr almaq mümkündür.

Cuqun pis qaynaq olunan ərintilər qrupuna aiddir. Çuqunun qaynağından əsasən töküklərin qüsurlarının düzəldilməsində və ya təmir işlərində istifadə edilir. Çuqunun qaynağında əsas çətinliklər qaynaq metalında ağarmış strukturun və qeyri-bərabər qızma və soyuma nəticəsində, çatların əmələ gəlməsi təhlükəsindən ibarətdir.

Çuqunun qaynağı qızmar və soyuq üsullarla aparılır. Qaz qaynağı ilə qızmar qaynaq etmək üçün kənarlar hazırlandıqdan sonra, qaynaq prosesi çuqunun 400–600⁰C-dək qızdırılmış vəziyyətində aparılır. Qövslü qaynaqda çuqun elektrodlardan, qaz qaynağında isə çuqundan qatqı çubuğu və xüsusi flüsdən istifadə edilir. Qızmar qaynaq böyük əməktutumlu və baha başa gəldiyi üçün geniş istifadə edilmir, lakin bu proses yaxşı nəticələr verir.

Soyuq qaynaq polad, əlvan metal və xüsusi tərkibli elektrodlardan istifadə edilməklə soyuq hissələrin qövslü qaynaqla birləşdirilməsi ilə aparılır. Polad elektordlarla qaynaq prosesi nisbətən sadədir. Qaynaq üçün çoxlu karbid əmələgətirici elementləri olan xüsusi örtüklü kiçik diametrlı və azkarbonlu elektrodlardan istifadə olunur. Bu üsullar termik təsir zonasında ağarmaya uğramış və tabı artırılmış strukturun yaranmasının qarşısını tamamilə almasa da, yaxşı emal olunan tikişlər alınmasını təmin edir.

Əlvan metal elektordlardan istifadə etdikdə tikiş kəski alətləri ilə yaxşı emal olunur. Elektordlar mis-dəmir, mis-nikel

(70%Ni, 28%-Cu və qalanı Fe), melxior (80%-Cu, 20%Ni) ərintilərdən ibarətdir, xüsusi və ya stabiləşdirici örtüyə malik olur.

Əlvan metal və ərintilərin xeyli miqdarda qaz (oksigen, azot, hidrogen və b.) udmaq qabiliyyəti, çətinəriyən oksidlərin əmələ gəlməsi, qızma zamanı möhkəmliyin azalması və kövrəkliyin kəskin artması sayəsində onların qaynaq edilməsi çətinləşir.

Mis və onun ərintiləri qaz və qövslü üsullarla qaynaq edilir. Misi oksidləşdirici alovla qaynaq etdikdə Cu_2O əmələ gəlir və bu birləşmə hidrogen ilə bərpa olunduqda $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 = 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ su buxarı ayrılır; bunun sayəsində metalda məsəməlik və çatdaqlar (hidrogen kövrəkliyi) əmələ gəlir.

Qaz qaynağı üçün qatqı materialı olaraq 0,25%-ə qədər fosforlu və ya 0,15% silsiumlu mis ərintisi və ya flüsə oksigen-sizləşdirici fosforlu mis əlavə etməklə, təmiz elektrolitik mis məftildən istifadə edilir.

Adətən istifadə edilən flüsün tərkibi qızdırılmış bura və yaxud tərkibi 70% bura, 10% bura turşusu və 20% xörək duzu qatışığından ibarət olur.

Misin qövs qaynağında quruyucu qazlar (arqon, helium, azot və onların qarışığı) mühitində, habelə, tərkibində güclü reduksiyaedicilər olan (titan, sirkonium, bor, silisium və s.) qaynaq və qatqı məftilləri ilə məsləhət görülür.

Bürünc qaz qaynağı ilə və kömür elektordla qövslü qaynaq edilir. Qaynaq zamanı sinkin (sinkin buxarları zəhərlidir) buxarlanması bürüncün qaynaq olunmasını çətinləşdirir; sinkin qaynama temperaturu 907°C bürüncün ərimə temperaturuna ($920\ldots 950^{\circ}\text{C}$) yaxındır. Qaz qaynağı oksidləşdirici asetilen-oksigen alovu ilə aparılır. Qatqı çubuqu JIK 62-0,5 markalı bürünc məftildən hazırlanır. Kömür elektrodla elektrik-qövslü qaynaqda qatqı çubuğunun hazırlanması üçün fosforlu və ya silisiumlu tuncdan istifadə olunur. Flüs, misin qaynağında işlədilən tərkibdə istifadə edilir.

Qalaylı tunc, əsasən metal elektrodla elektrik-qövslü üsulla qaynaq edilir; kömür elektrodla qövslü qaynaq prosesindən

də istifadə olunur. Qaynaqdan əvvəl əsas metal $300-400^{\circ}\text{C}$ -dək qızdırılır.

Qaz-qaynağı neytral alovla, fosforlu tunc və ya bürünc çubuqlardan istifadə olunmaqla aparılır: flüs misin qaynaqda işlədilən tərkibdə olur.

Alüminium və onun ərintilərinin qaynaq birləşmələri müxtəlif üsullarla: qaz qaynağı, metal və kömür elektrodlarla elektrik-qövs qaynağı, arqon-qövslü, kontaktlı qaynaq üsulları ilə alınır. Qaynaq zamanı səthində 2050°C temperaturda çətinəriyən Al_2O oksidinin əmələ gəlməsi səbəbindən ərimə temperaturunu aşağı endirmək və ərimiş metalı oksidləşmədən qorumaq üçün xüsusi flüslər və örtüklər tətbiq edilir. Qaz qaynağı və kömür elektrodla elektrik-qövs qaynağı üçün aşağıdakı tərkibdə flüslərdən istifadə olunur, %-lə: kalium xlor-45, litium xlor- 15, natirium xlor- 30, kalium florid-7, turş natirium sulfat-3. Metal elektrodunun örtüyü 35% kriolit, 50% kalium xlor və 15% natiriumdan ibarət olur. Qaz qaynağı alovda asetilenin miqdarını azacıq artırmaqla aparılır.

Qatqı materiallarının tərkibi qaynaq edilən ərintinin tərkibi ilə eyni olur. Qalın divarlı hissələr qaynaqdan əvvəl $300-400^{\circ}\text{C}$ -dək qızdırılır və qaynaq edilən kənarlar təmizlənir və yağsızlaşdırılır. Qoruyucu mühitlərdə qövslü qaynaqda yüksəkkeyfiyyətli tikiş alınır.

Magneziyum ərintilərinin qaynağı üçün alüminium və onun ərintilərinin qaynaq edilməsi zamanı istifadə olunan üsullardan və texnologiyadan istifadə edilir.

Çətinəriyən Ti, Zr, Nb, Mo və başqa metallar pis qaynaq olunur. Qaynaq olunmasının çətinliyi onunla əlaqədardır ki, onlar qızdırıldıqda intensiv surətdə oksigen, hidrogen və azot qazları udur və plastik xassələrini son dərəcə pisləşdirir.

Buna görə də, qaynaq yalnız təmiz arqon mühitində mümkündür. Arqon mühitində qaynaq həm əriyən, həm də əriməyən elektodla əl ilə və ya avtomatik aparıla bilər.

6. Metal və ərintilərin lehimlənməsi

Əsas metalın ərimə temperaturundan daha aşağı ərimə temperaturuna malik qatqı metalını – lehimə əritməklə bərk halında olan metalların birləşdirilmə prosesi lehimləmə adlanır. Lehimlənen birləşmələr möhkəmliyinə görə qaynaq birləşmələrindən geri qalır. Birləşən səthlərlə lehim arasındakı işləmənin möhkəmliyi onlar arasında gedən fiziki-kimyəvi və diffuziya proseslərindən asılıdır.

Lehimləmə iki üsulla - bərk və yumşaq lehimlərlə aparılır. Bərk lehimlərlə lehimləmə üçün ərimə temperaturu 500°C -dən yüksək olan bürünc, mis və gümüşdən istifadə edilir. Bərk lehimlərlə alınmış birləşmənin möhkəmlik həddi 450 MPa olur; lehimləmə üçün əsas metalın qızdırılması qaz alovu və ya elektriklə aparılır.

Yumşaq lehimlərlə lehimləmə prosesi 400°C -dən aşağı temperaturda əritmə ilə aparılır. Bu halda lehim birləşmələrin möhkəmliyi 50–70MPa həddinə çatır.

Mətbəx qablarını və tibb cihazlarını lehimləmək üçün POC-90 (90% Sn; 0,1...0,15%Sb; 0,25%-ə qədər içqatışıqlar – Cu, Bi, As; qalanı Pb) markalı lehim işlədilir. Bu lehimin ərimə temperaturu 183°C -dir. Bürüncü, misi, dəmiri lehimləmək üçün tərkibi 40% Sn; 1,5...2,5% Sb; 0,25 %-dən az içqatışıqlar və qalanı Pb-dən ibarət POC-40 markalı lehimdən istifadə edilir.

Az məsuliyyətli lehimləmə üçün ərimə temperaturu 80°C olan və tərkibi 13% Sn; 27% Pb; 50% Bi və 10% Cd-dan ibarət lehimdən istifadə olunur.

Yumşaq lehimlərlə lehimləmə üçün əsas metalı qazyandırıcısı ilə və ya maye flüs ilə örtülmüş əridilmiş lehimə batırılmaqla qızdırılır. Flüs olaraq, mis və bürüncü oksidlərdən yaxşı təmizləmək üçün - kanifol; 25–50% sink xlorid və 5–20% naxatrın məhlulu (qalanı su); qurğuşun və onun ərintilərini lehimləmək üçün- stearindən istifadə edilir.

Alüminiumun lehimlənməsi xeyli çətinlik törədir, bu metalın səthində çətinəriyən alüminium oksidinin Al_2O_3 əmələ

gəlməsi ilə izah olunur. Lehimlənən metal səthini təmizlədikdən və yağsızlaşdırdıqdan sonra yumşaq lehim (60%Cd; 40%Zn və ya 55%Sn; 25%Zn və 20% Cd) ilə flüs (73% sink xlorid – ZnCl_2 və 27% natirium flüorid– NaF) altında lehimləmə aparılır.

Seriyalı istehsalatda yüksək tezlikli cərəyanla, kontaktlı və ultrasəsle avtomatik lehimləmə üsullarından istifadə edilir, yüksək məhsuldarlıq və metalların yaxşı keyfiyyətlə birləşməsi təmin olunur.

7. Metal və ərintilərin odla kəsilməsi

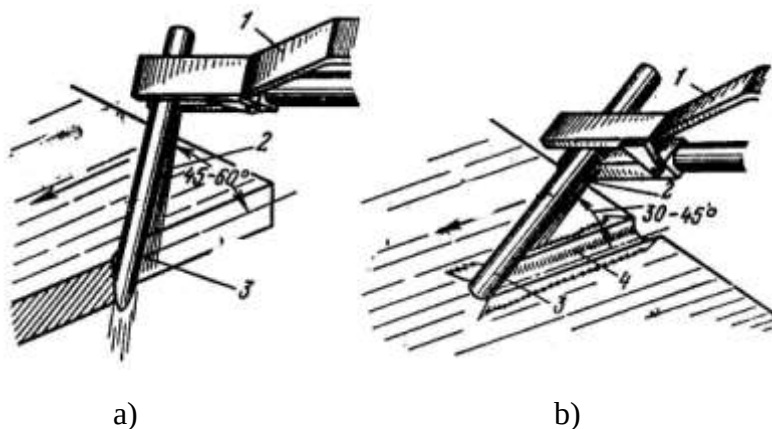
Metalların odla kəsilməsi qaynağın əksinə olan prosesdir. Bütöv konstruksiya, maşın, metal kütləsi kəsmə yolu ilə bir neçə hissəyə ayrılır. Metallar fiziki və kimyəvi üsullarla kəsilir. Birinci halda kəsilməyə uğradılan metal elektrik qövsünün və ya qaz alovunun istiliyi hesabına bütün qalınlığı üzrə əridilmə ilə, ikinci halda metalı oksigen şırnağında yandırmaq hesabına kəsmə ilə aparılır.

Metalın qövslə ayrıcı kəsilmə üsulundan geniş istifadə edilir. Elektrik-qövs ilə kəsmə əriyən və əriməyən elektordlarla aparılır. Əriyən elektrodla kəsmə, qaynaq elektorduna nisbətən çətin əriyən, keyfiyyətli örtüyə malik diametri 4–6 mm olan polad elektrodlarla aparılır. Örtük 1–1,5mm qalınlığında 70% manqan filizi və 30% maye şüşədən ibarət olur. Bu üsul ilə qalınlığı 30mm-dən az olan metalları kəsmək mümkündür.

Ayrıcı kəsmə əriməyən kömür, qrafit və ya volfram elektordlarla aparılır. Diametri 10–20mm olan kömür və qrafit elektordlarla qalınlığı 100mm-ə qədər olan metalı kəsmək mümkündür. Kəsmə düzünə qütblü sabit cərəyanla aparılır. Elektrodun diametrindən asılı olaraq cərəyan 400–1000A həddində götürülür. Qalınlığı 20 mm-ə qədər olan metalı 280A dəyişən cərəyanla da kəsmək mümkündür.

Hava-qövslə kəsmə üsulundan həm ayrıcı, həm də səthi kəsmə üçün istifadə edilir. Bu halda əriməyən elektrodla kəsi-

lən metal arasında qövs yaradılır. Qövsün istiliyi hesabına kəsmə zonasının metalı əriyir, hava şırnağı ilə onu fasiləsiz kənara çıxarır (şəkil 5.23). Qalınlığı 20 mm-ə qədər olan azkarbonlu və paslanmayan poladları, habelə əlvan metalları kəsmədə əksinə qütblü sabit cərəyandan istifadə edilir. Havanın təzyiqi 0,2–0,6MPa götürülür.



Şəkil 5.23. Hava-qövsli kəsmə: a – ayrıcı; b – səthi

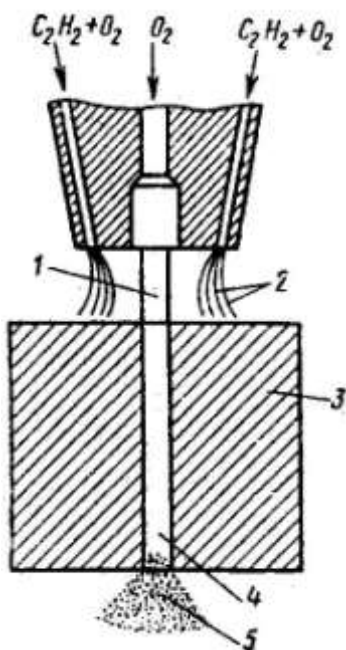
Ayrıcı kəsmədə sıxılmış hava şırnağı 2 universal kəsiciyə 1 daxil olur və elektrod 3 boyunca axıb çıxır (şəkil 5.23,a).

Səthi kəsmədə (şəkil 5.23,b) kəsmə kanalın eni və dərinliyi işlədilən elektrodun 3 diametrindən asılıdır.

Oksigen-qövsli kəsmədə metalın əriməyə qədər qızdırılmış kəsilmə zonasına təmiz oksigen şırnağı verilir. Oksigen kəsmə zonasının metalını yandırır, əmələ gəlmiş oksidləri və ərimiş metalı kəsmə boşluğundan kənara üfürür. Metal yandıqda əlavə istilik ayrılır və metalın əriməsini və kəsilməsini sürətləndirir. Bu üsul qalınlığı 50 mm olan karbonlu və azlegirlənmiş poladlarda 5mm diametrli elektodla kəsmə aparmağa imkan verir.

Oksigen qazı ilə metal və ərintilərin kəsilməsi onların texniki təmiz oksigen şırnağında yanmasına (oksidləşməsinə) əsaslanır. Oksigenlə kəsmə prosesinin iki növü vardır: ayrıcı və səthi.

Ayrıcı kəsmədən müxtəlif metal pəstahları kəsmək, qaynaq metalının kənarlarını hazırlamaq, təbəqə materialı biçimləmək və s. metalı hissələrə ayırmaq məqsədilə istifadə edilir. Oksigen şırnağında kəsmə prosesinin sxemi şəkil 5.24-də verilmişdir. Əvvəlcə metalın 3 kəsilmə sahəsi asetilen-oksigen alovu 2 ilə qızdırılır. Sonra qızdırılmış metala kəsici oksigen şırnağı 1 yönəldilir və metal yanmağa başlayır. Metalın yanması nəticəsində ayrılan isitilik və qızdırıcı alov birlikdə metalı onun üst qatı altında yerləşən bütün qalınlığı üzrə qızdırır. Əmələ gələn metal oksidləri 5 əriyir və kəsici oksigen şırnağı vasitəsilə kəsmə zonasından 4 üfürülür. Üfürülən oksigen şırnağının konfigurasiyası metalın kəsilən konturuna uyğun olur.



Şəkil 5.24. Metalın oksigen qazı ilə kəsilmə sxemi

Bu kimyəvi kəsmə aşağıdakı şərtlərə əməl olunmaqla aparıla bilər:

1. metalın alışma (oksigendə yanma) temperaturu onun ərimə temperaturundan aşağı olmalıdır;

2. əmələ gələn oksidlərin ərimə temperaturu uyğun metalın ərimə temperaturundan aşağı olmalıdır;

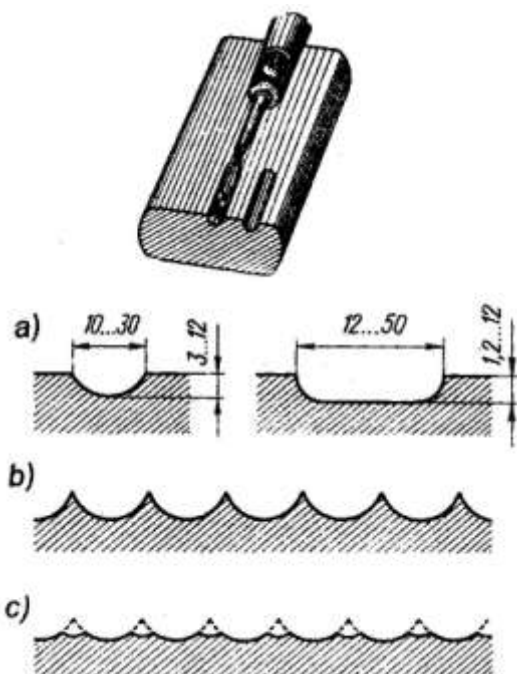
3. əmələ gələn oksidlər mayeəxıcılıq qabiliyyətinə malik olmalıdır;

4. kəsilən metalın istilikkeçirməsi həddən yüksək olmalıdır; əks halda istiliyin ötürülməsi yüksək olur ki, bu halda kəsmə prosesi pozulur.

Praktiki olaraq dəmir, azkarbonlu və azlegirlənmiş poladlar göstərilən tələbləri təmin edir.

Qazla kəsmə əl ilə maşınla aparıla bilər. Əl ilə kəsmədə kəsilən səthin keyfiyyəti aşağı olur və kəsilən səthi mexaniki emal etmək lazım gəlir. Kəsilən səthin keyfiyyətli olması üçün maşınla kəsmə tətbiq edilir.

Səthi kəsmədə (şəkil 5.25) metalın səth qatını və ya səthindəki qüsurları götürmək, kanalcıqlar açmaq və başqa işlər üçün istifadə olunur. Səth kəsmənin düzünə kəsmə və yonma növləri vardır. Düzünə kəsmədə qazkəsici düz xətt üzrə irəliləyişlər edilir. Səthi yonmada qazkəsici torna kəskisi tipində istifadə edilir. Səthi kəsmə apardıqda kəsici müştüyün oxu ilə emal edilən səth arasında maillik bucağı 30^0 -dən artıq olmur, buna görə qalınlıq üzrə açıq yanma baş vermir və metalın səth qatında hamar keçidli kanalcıqlar əmələ gəlir.



Şəkil 5.25. Metalın qazla səthi kəsilmə: sxemi: a – kanalcıq kəsmə; b- səthi qatını kəsmə; c- səthdən qüsurları götürmə

Oksigen-flüslü kəsmə ilə qalınlığı 500 mm-ə qədər yüksək xromlu və xromnikelli poladları, 300 mm-ə qədər boz çuqunu, 50 mm-ə qədər misi və 150 mm-ə qədər tuncu kəsmək mümkündür. Bu üsul ilə kəsmənin xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, kəsmə zonasına oksigenlə yanaşı ovuntuları maddələr verilir, onlar kəsmə prosesində əmələ gələn çətinəriyən oksidlərin əriməsini və ya onların kəsmə zonasından mexaniki şəkildə çıxmasını təmin edir. Kəsmə zonasına metal ovuntusu verdikdə onun yanma prosesi alovun temperaturunun yüksəlməsi ilə müşahidə olunur, posanın mayeəxıcılığı artır və onun kəsmə zonasından çıxması asanlaşır.

8. Qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə nəzarət

Qaynaq edilən konstruksiyaların hazırlanmasında texnoloji prosesin düzgün seçilməsi və ya yerinə yetirilməsi, keyfiyyətsiz qaynaq materiallarından istifadə edilməsi və qaynaqçının ixtisas dərəcəsinin aşağı olması qüsurlu tikişlərin alınması ilə nəticələnir.

Birləşmələrdəki qüsurlar daxili və xarici olmaqla iki yerə bölünür. Xarici qüsurlara metal sıçrantısı, çapıqlar, xarici bişməmiş tikiş və qaynaqlanmama, səth çatları və məsamələri daxildir. Daxili qüsurlara isə gizli çatlar və məsamələr, daxili bişməyən tikiş və qaynaqlanmama posa hissəcikləri aiddir.

Yaxşı keyfiyyətdə qaynaq birləşmələri almaq üçün əvvəldən başlanmış tikişin alınmasının son mərhələsinə qədər bütün mərhələlərdə nəzarət aparılmalıdır. Qaynaq birləşmələrinin bütövlüyünün pozulmasından asılı olaraq dağıdılma və dağıdılma yolu ilə aparılan nəzarət üsulları mövcuddur.

Xarici qüsurları aşkar etmək məqsədilə əsas materialın, qaynaq məfilinin və elektrodların səthinə baxılır. Yığımdan və qaynaqdan əvvəl pəstahların müəyyən olunmuş forma və ölçülərə uyğun gəlməsi yoxlanılır; qaynaq ediləcək pəstahlarda birləşəcək yerlərin və səthlərin keyfiyyətinə nəzarət edilir. Xarici qüsurları aşkar etmək üçün qaynaq tikişlərinə baxılır və onların həndəsi ölçüləri yoxlanılır. Aşkar olunmuş xətalər bilavasitə konstruksiyanın hazırlanma prosesində aradan qaldırılır.

Hazır qaynaq birləşmələrinin qəbuletmə nəzarətdə səth qüsurlarını üzə çıxarmaq və qaynaq tikişlərini ölçmək üçün xarici müşahidə, habelə sıxlığın yoxlanması, maqnitlə nəzarət, rentgen, qamma-şüalanma və ultrasəsle nəzarət üsulları ilə daxili qüsurlar aşkar edilir. Bu nəzarət üsulları qaynaq birləşmələrinin bütövlüyünü pozmadan (dağıdılmadan) aparılan üsullardır.

Mexaniki sınaqlar qaynaq birləşməsi metalından və ya xüsusi qaynaqlanmış birləşmə metalından dartılmada möhkəmlik həddini, zərbə özlülüyünü, bərkliyini və əyilmə bucağını təyin etmək üçün nümunələr kəsilib hazırlanır və sınaqdan keçiri-

lir. Qaynaq birləşməsi metalının möhkəmlik həddi əsas metalın möhkəmliyinin 80%-dən az olmamalıdır. Əksər hallarda qaynaq birləşməsinin plastikliyi onun birləşmə yerindən kəsilmiş nümunələri əyilmədən mexaniki sınağı ilə təyin edilir. Bunun üçün nümunə sınaq maşının dayaqları üzərinə qoyulur və xüsusi tərtibatla onun xarici səthi üzrə çatdaqlar əmələ gələndə qədər əyilir. Çatdaqların yaranması ilə sınaq dayandırılır, nümunə üzrə əyilmə bucağı təyin edilir. Əyilmə bucağının ölçüsü qaynaq birləşməsinin plastiklik dərəcəsi üzrə keyfiyyətini müqayisə etməyə imkan verir. Azkarbonlu poladlardan qaz qaynağı ilə alınmış birləşmələrdə əyilmə bucağı 120^0 -dən, elektrik-qövs qaynaq birləşmələrində isə 60^0 -dən az olmamalıdır.

ALTINCI BÖLMƏ

METALLARIN KƏSMƏ İLƏ EMAL EDİLMƏSİ

1. Kəsmə ilə metalların emal üsulları və metalkəsən dəzgahlarda hərəkətlərin təsnifatı

Müasir maşın, mexanizm və avadanlıqların texniki-istismar xarakteristikalarına, dəqiq, uzunömürlü və etibarlı işləmələrinə yüksək tələbat irəli sürülür. Bu göstəricilər maşın və avadanlıqların ayrı-ayrı hissələrinin emal olunmuş səthlərinə aid həndəsi ölçülərin yüksək dəqiqliyə malik olması və keyfiyyəti ilə təmin edilir. Bu baxımdan, yüksəkkeyfiyyətli pəstahların istehsalı texnologiyasında müəyyən nailiyyətlər əldə edilməsinə baxmayaraq, maşınqayırmada kəsmə ilə emalın roluna və metalkəsən dəzgahların əhəmiyyətinə xüsusi diqqət yetirilməsinə tələbat durmadan artır.

Kəsmə ilə emal prosesi, maşın istehsalının ən çox əmək tələb edən bir hissəsidir. Maşın hissələrində verilən formaları, ölçüləri və səthlərin keyfiyyətini pəstahların kəsmə ilə emalı nəticəsində əldə edilir. Pəstahın mexaniki emalı zamanı emal olunan səthlərdə verilən dəqiqliyi və keyfiyyəti almaq üçün, götürülən material qatına emal payı deyilir. Ümumi və aralıq paylarını fərqləndirirlər. Mexaniki emalın verilən texnoloji keçidini yerinə yetirəndə göstərilən material qatına aralıq emal payı deyilir.

Aralıq emal payı pəstah ölçülərinin fərqi kimi, yəni yerinə yetirilən texnoloji keçidlə ondan əvvəlki keçidin ölçülərinin fərqi kimi təyin edilir. Verilən səthin mexaniki emalında bütün texnoloji marşrutun emal paylarının cəminə ümumi emal payı deyilir. Ümumi emal payı pəstah və hazır hissənin ölçüləri fərqi kimi təyin edilir.

Emal paylarının artırılması materialın çox sərfinə, əlavə texnoloji keçidlərin verilməsinə, əmək həcminin böyüməsinə, hissənin maye dəyərinin artmasına səbəb olur. Emal payının azaldılması zədəli metal qatının götürülməsini və tələb olunan

dəqiqliyi, səthin kələ-kötürlüyünü almağı təmin etmir. Emal payının azlığı zay hissələrin alınma ehtimalını çoxaldır.

Kəsmə ilə emal prosesini yerinə yetirmək məqsədilə tətbiq edilən kəsici alətinə və pəstaha bir-birinə nisbətən müxtəlif hərəkətlər vermək lazım gəlir. Bu hərəkətlər üç qrupa ayrılır: əsas, quraşdırıcı və köməkçi.

Pəstahdan mexaniki emal payının bilavasitə kəsilməsi və ya emal ediləcək səthin vəziyyətinin dəyişilməsi üçün edilən hərəkətlərə əsas hərəkətlər və ya kəsmə hərəkətləri deyilir.

Əsas hərəkətlər baş hərəkət və veriş hərəkətinə ayrılır. Baş hərəkət yonqarın ayrılma sürətini təyin edir. Onun sürəti veriş hərəkətinin sürətindən xeyli çox olur. Veriş hərəkəti kəsici alətin fasiləsiz olaraq metalın təzə qatlarını yararaq ona daxil olmasını və bütün emal edilən səthdən yonqarın ayrılmasını təmin edir.

Baş və veriş hərəkətləri fasiləsiz və fasiləli, xarakterinə görə isə fırlanma, irəli, irəli-geri ola bilər. Baş hərəkətin sürəti v , verişin qiyməti isə S ilə işarə edilir.

Mexaniki emal payını pəstahdan kəsməyə başlamazdan qabaq kəsici alət və pəstahı dəzgahda müəyyən olunmuş qarşılıqlı vəziyyətdə quraşdırmaq lazımdır. Bu məqsədlə tələb olunan hərəkətlərə quraşdırıcı hərəkətlər deyilir.

Emal prosesini təmin etmək üçün pəstah və alətləri dəzgahda bərkitmək, açmaq, dəzgahı işə salmaq və dayandırmaq, detalları ölçmək və s. kimi hərəkətlər icra edilir. Belə hərəkətlərə köməkçi hərəkətlər deyilir.

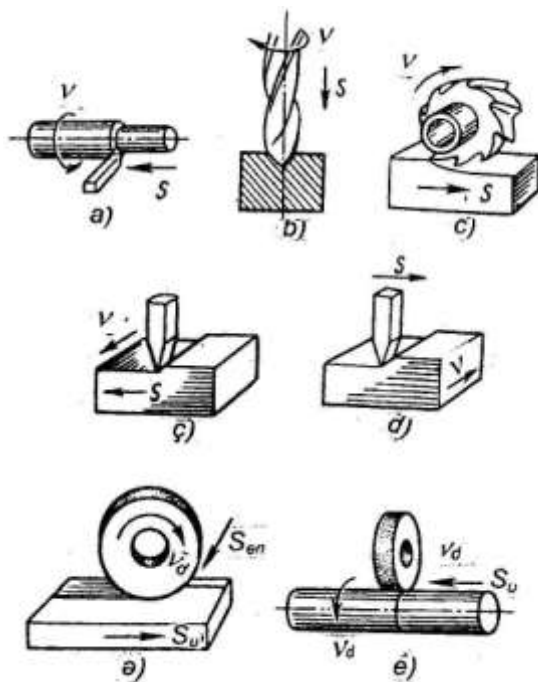
Pəstahı kəsmə üsulu ilə emal etdikdə müxtəlif konstruksiya alətlər, məsələn kəskilər, frezlər, burğular, dartılar, abraziv (cilalama) dairələri və s. tətbiq olunur. Pəstahların kəsmə yolu ilə emal üsulları müxtəlifdir. Şəkil 6.1-də metalın kəsmə ilə emal üsullarının sxemləri göstərilmişdir.

Şəkildə oxlarla göstərilmiş müxtəlif istiqamətli hərəkətlərlə kəsmə prosesləri aparılır; bunlar yonma (şəkil 6.1a),deş-

mə (şəkil 6.1b) frezləmə (şəkil 6.1c), düzyonuş (şəkil 6.1 ç və d), cilalama (şəkil 6.1e və ə) və s. üsulları ilə yerinə yetirilir.

Yonma prosesində pəstaha baş hərəkət v , alətə isə veriş hərəkəti S verilir.

Deşmə prosesində alətə (burğuya) həm baş hərəkət v , həm də veriş hərəkəti S verilir.



Şəkil 6.1. Metalların kəsmə ilə emal üsullarını sxemləri: a-yonma; b-deşmə; c-frezləmə; ç-uzununa və d-eninə düzyonuş; e-dairəvi və ə-müstəvi cilalama

Düzyonuş prosesi uzununa və eninə düzyonuş dəzgahlarında aparılır. Uzununa düzyonuş prosesində baş hərəkət v pəstaha, veriş hərəkəti S alətə verilir. Bu proses zamanı dəzgahın stoluna bərkidilmiş pəstah irəli-geri hərəkət edir.

Eninə düzyonuş prosesində baş hərəkət alətə v, veriş hərəkəti S pəstaha verilir. Dairəvi və müstəvi cilalama prosesində baş hərəkət fırlanma hərəkətidir; bu hərəkəti isə cilalama dairəsi verir. Dairəvi cilalama əməliyyatında pəstah fırlanır və çevrəvi veriş təmin olunur. Bu halda cilalama dairəsi bir gedişlə bütövlükdə pəstahı örtə bilmir, buna görə də, proses pəstahın uzununu boyu veriş hərəkəti ilə aparılır.

Kəsmə prosesində pəstahın səthi üç hissəyə bölünür; bunlar yonqar götürülməmiş – emal olunacaq səth, yonqar götürülmüş – emal edilmiş səth və bilavasitə kəskinin baş kəsici tilinin əmələ gətirdiyi – kəsmə səthi adlanır.

2. Kəsmə prosesinin əsas parametrləri

Kəsmə rejimini kəsmə sürəti, kəsmə dərinliyi, veriş və kəsik qatın en kəsiyi (yonqarın eni və qalınlığı) ilə xarakterizə edilir.

Kəsmə sürəti v – alətin kəsən tilinin nöqtəsinin vahid zamanda emal olunan səthə nisbətən keçdiyi məsafəyə deyilir. Kəsmə sürətinin vahidi m/dəq. və ya m/san-dir. Yonmada kəsmə sürəti aşağıdakı düsturla təyin edilir (m/dəq.)

$$v = \pi D_{ps} n / 1000$$

Burada, D_{ps} – pəstahın emal ediləcək səthinin ən böyük diametri, mm; n – pəstahın bir dəqiqədəki dövrlərinin sayıdır.

Əgər baş hərəkət irəli-geri hərəkətidirsə (düzyonuşla kəsmədə), işlək və boş gedişlərin sürətləri müxtəlifdirsə, onda kəsmə sürəti $v = Lm(k + 1)/1000$ olar,

burada L – alətin işlək gedişinin uzunluğu, mm;

m – alətin bir dəqiqə müddətində ikiqat gedişlərin sayı;

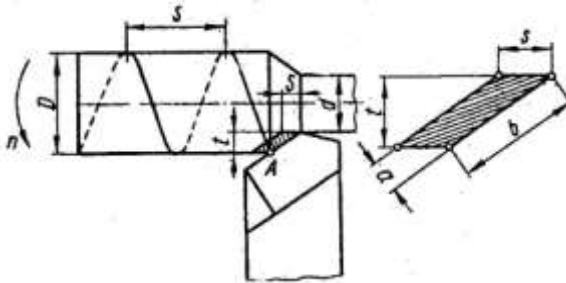
k – alətin işlək və boş gedişlərinin sürətləri nisbətini göstərən əmsaldır.

Veriş S – pəstahın bir dövründə kəsici alətin keçdiyi məsafə ilə xarakterizə edilir. Veriş emalın texnoloji üsulundan asılı olaraq bu vahidlərdə ölçülür: mm/dövr – yonma və deşmə üçün; mm – ikiqat gediş düzyonma və cilalanma üçün.

Kəsmə dərinliyi t – bir keçiddə alət ilə kəsilən metalın qatının qalınlığına bərabərdir və pəstahın oxu üzrə emal edilən və emal olunmuş səthlər arasındakı məsafə ilə ölçülür:

$$t = (D-d) / 2 \text{ mm},$$

burada, D – pəstahın emal edilən səthi üzrə diametri, mm;
 d – emal edilmiş səth üzrə diametr, mm (şəkil 6.2).



Şəkil 6.2. Uzununa yonmada kəskinin kəsici tiyəsində nöqtənin hərəkət trayektoriyası

Kəsilmiş qatın eni b (şəkil 6.2) – kəsmə səthi üzrə ölçülən emal edilən və emal olunmuş səthlər arasındakı məsafəyə deyilir:

$$b = t / \sin \psi, \text{ mm}$$

burada, ψ - kəskinin baş plan bucağı, dərəcə.

Kəsilmiş qatın qalınlığı – a pəstahın bir dövründə kəsmə səthlərinin ardıcıl vəziyyətləri arasında perpendikulyar istiqamətdə ölçülən məsafədir.

$$a = S \sin \psi, \text{ mm}$$

Kəsilmiş qatın en kəsiyinin nominal sahəsi F kəsmə dərinliyi və verişin hasilinə bərabərdir:

$$F = st = ab, \text{ mm}^2$$

Texnoloji vaxt. Kəsmə ilə emal prosesində əsas texnoloji vaxt T_s kəsmə sürətinə təsir göstərir. T_s -nin qiyməti aşağıdakı asılılıq üzrə hesablanır:

$$T_s = Li / nS, \text{ dəq},$$

Burada, L-emal edilən səthin hesabı uzunluğu, mm; S-veriş, mm/dövr; n-dəzgahın şpindelinin dövrlərinin sayı; i-gedişlərin sayı.

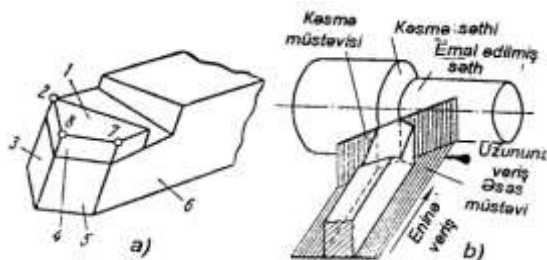
Asılılıqdan göründüyü kimi kəsmə sürəti dəzgahın şpindelinin dövrlərinin sayı ilə tənzimlənir. Optimal kəsmə rejiminin seçimi pəstah və kəski aləti metallarının xassələri, dəzgahın konstruksiyası, istifadə edilən yağlama-soyutma mayələrinin xassələri nəzərə alınmaqla aparılır.

3. Kəskinin kəsən hissəsinin həndəsi parametrləri

Kəski və onun elementləri. Metalların kəsmə ilə emalında işlədilən çoxsaylı kəski alətlərinin arasında torna kəskisi nisbətən sadə konstrukciyaya malikdir və daha geniş istifadə olunur. Kəski əsasən iki hissədən ibarətdir: kəsici başlıq (kəsici tilərə malik işçi hissə) və gövdə hissəsi (kəskini onun vasitəsilə aləttutucuya və ya supporta bərkidilir).

Şəkil 6.3a-da qurma torna kəskisi və onun hissələri göstərilmişdir: 8-7-baş kəsici til; 8-2-köməkçi kəsici til; 6-kəskinin gövdəsi; 1-qabaq üz; 5-baş dal üz; 3-köməkçi dal üz; 4-lövhlə (tez kəsən polad, bərk ərinti və ya mineral keramika).

Kəskinin kəsmə bucaqları. Kəskinin bucaqları kordinat müstəviləri üzrə təyin edilir; onlar kəsmə müstəvisi, əsas müstəvi, baş kəsici müstəvi və köməkçi müstəvidən ibarətdir.

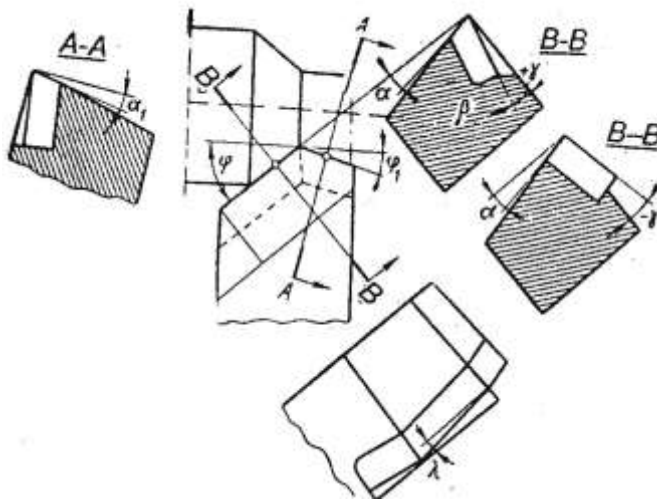


Şəkil 6.3. Qurma kəskinin kəsici hissəsinin (a) sxemi və koordinat müstəviləri (b)

Kəsmə müstəvisi (şəkil 6.3 b) kəsmə səthinə toxunan başkəsici tildən keçən müstəviyə deyilir.

Əsas müstəvi (şəkil 6.3 b) eninə və uzununa veriş vektorlarına paralel olan müstəviyə deyilir.

Baş kəsici müstəvi (şəkil 6.4) başkəsici tilin əsas müstəvidəki izinə perpendikulyar keçən müstəviyə deyilir.



Şəkil 6.4. Kəskinin kəsmə bucaqları

Kəskinin baş bucaqları B-B başkəsici müstəvi üzrə ölçülür.

Baş dal bucaq α – kəsmə müstəvisi və baş dal səthin izləri arasındakı bucağa deyilir. $\alpha = 6-12^\circ$ həddində götürülür, onun qiyməti artdıqda alətin baş dal səthinin emal olunmuş səthə sürünməsi azalır.

Qabaq bucaq γ qabaq üzə toxunan kəsici tildən keçən və kəsmə müstəvisinə perpendikulyar müstəvilərin izləri arasındakı bucağa deyilir. Qabaq bucaq müsbət və ya mənfi qiymətlərdə ola bilər. Əsasən $20-10^\circ$ həddində seçilir və kəsilən yonqar metalının qabaq üzə sürünmə dərəcəsinə təsir göstərir.

İlişmə bucağı β – kəsikin qabaq və dal səthlərinin izləri arasındakı bucağa deyilir.

$\beta \geq 90^0$ qiymətlərində qabaq bucaq mənfi qiymətlərdə olur, onun ölçüsü azaldıqca kəsikin metala girməsi asanlaşır.

Kəsmə bucağı δ – qabaq səthin və kəsmə müstəvisinin izləri arasındakı bucağa deyilir. Kəsmə bucağı $\delta = \alpha + \beta$ üzrə təyin edilir.

Köməkçi kəsici tildə dal bucaq α_1 köməkçi dal səthin və əsas müstəviyə perpendikulyar köməkçi kəsici tildən keçən müstəvinin izləri arasındakı bucağa deyilir. Köməkçi kəsici müstəvi A-A üzrə ölçülür. Bucaqlar planda əsas müstəvi üzrə ölçülür.

Baş plan bucağı ψ – baş kəsici tilin əsas müstəvi üzərindəki proyeksiyası ilə uzununa verişin istiqaməti arasında alınır. $20-90^0$ arasında dəyişən ψ bucağı kiçildikdə emal olunan səthin təmizlik dərəcəsi artır. Lakin ψ bucağının çox kiçilməsi dəqiqlik dərəcəsinin azalmasına və vibrasiya alınmasına səbəb olur. Səmərəli iş rejimi üçün ψ bucağı 45^0 götürülür.

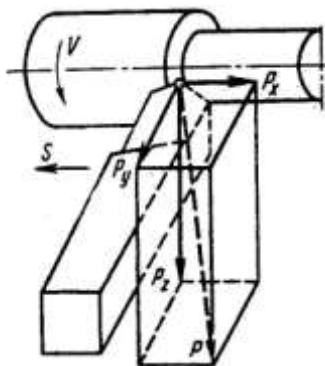
Köməkçi plan bucağı ψ_1 – kəsici tilin əsas müstəvi üzərindəki proyeksiyası ilə verişin istiqaməti arasında əmələ gəlir. ψ_1 bucağı $5-15^0$ olduqda daha təmiz səth alınır.

Başkəsici tilin meyl bucağı λ – kəsikin zirvəsindən keçən əsas müstəviyə çəkilmiş paralel ilə başkəsici til arasında əmələ gəlir. λ bucağı emal zamanı əmələ gələn yonqarı bu və ya digər tərəfə yönəltməyə imkan verir. Soyma kəsikləri üçün bu bucağın qiyməti 0-dan $+10^0$ -dək, təmiz emal kəsikləri üçün $0-3^0$ -dək dəyişir.

4. Yonmada kəsmə qüvvələri və metalların kəsilmə prosesi

Metalların kəsmə ilə emalında onun müqavimətinə üstün gəlmək üçün lazımi qüvvə tətbiq etmək lazımdır. Kəsici qüvvələrin işi metalın deformasiyasına, qonqarın ayrılmasına, kəsici alətin və emal edilən metalın səthi üzrə yaranan sürtünmə

qüvvələrinə üstün gəlməyə sərf olunur. Kəsmə qüvvəsinə P bərabər təsirli üç qüvvə P_x , P_y , P_z kimi baxmaq olar. (şəkil 6.5).



Şəkil 6.5. Kəsmə qüvvələri

P_x - ox üzrə təsir edir və uzununa verişin əksinə istiqamətlənmişdir;

P_y – radial qüvvə olmaqla emal edilən pəstahın radiusu üzrə təsir edir.

P_z – baş hərəkətin istiqamətində kəsmə səthinə toxunan şaquli (və ya tangensial) təsirli kəsmə qüvvəsidir.

Kəsmə qüvvəsi P aşağıdakı düstur üzrə təyin edilir:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

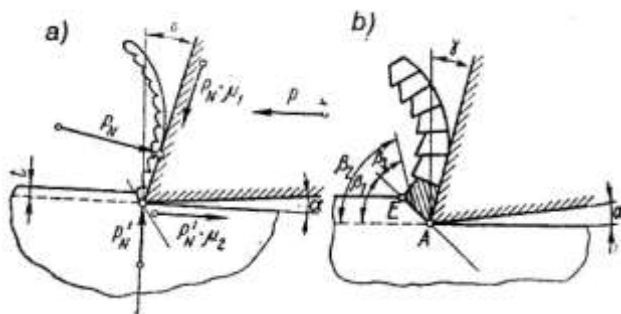
Plastik metalları kəsdikdə P qüvvə ilə yüklənmiş kəsici alətin təsiri ilə elastiki-plastiki deformasiyalar baş verir və bu proses metalın hissəciklərinin ayrılma (dağılma) həddinə - yonqarın elementlərinin əmələ gəlməsinə qədər davam edir. Xarici qüvvənin təsiri altında kəskinin qabaq və dal səthlərində aşağıdakı qüvvələr yaranır (şəkil 6.6 a):

P_N – qabaq üzə perpendikulyar qüvvə;

$P_N \cdot \mu_1$ – qabaq üz üzrə sürtünmə qüvvəsi; burada μ_1 – bu səth üzrə sürtünmə əmsəlidir;

P_N^1 - kəsmə istiqamətinə normal qüvvə;

$P_N^1 \cdot \mu_2$ – dal üz üzrə sürtünmə qüvvəsi; burada, μ_2 – bu səth üzrə sürtünmə əmsalıdır.

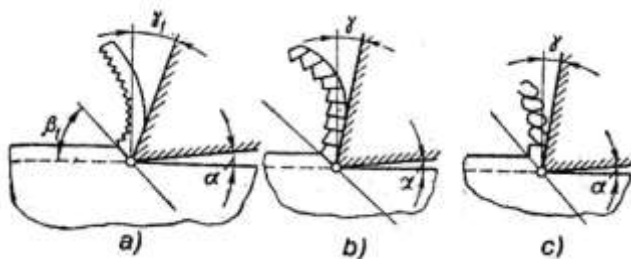


Şəkil 6.6. Yonqarın əmələ gəlmə prosesinin sxemi

Göstərilən qüvvələrin təsiri sayəsində kəsmə prosesində - kəsilən qatın metalı deformasiyaya uğrayır və yonqar əmələ gəlir, alətin qabaq və dal üzləri üzrə sürtünmə baş verir, həmçinin pəstahın səth qatında metal deformasiya edir.

Beləliklə, P qüvvəsi ilə yüklənmiş kəskinin təsiri ilə emal edilən metalda həm toxunan, həm də normal gərginliklər yaranır, bunların təsirindən metal dağılır və AE müstəvisi (sürüşmə müstəvisi) üzrə yonqarın elementi əmələ gəlir (şəkil 6.6 b). Deformasiya nəticəsində β_2 bucağı altında yerləşən, yerdəyişmə müstəviləri adlanan, sürüşmə müstəviləri üzrə metalın monomolekulyar qatlar kəsmə istiqamətində sürüşməyə məruz qalır. $\beta_3 = \beta_2 - \beta_1$ bucağının qiyməti 0-dan 30° -dək dəyişir. Metalın plastikliyi yüksəldikcə β_3 bucağının qiyməti artır: kövrək materialları emal etdikdə bu bucaq sifra yaxınlaşır.

Pəstahları kəsmə ilə emal etdikdə ayrılma, qıvrım və qırıq yonqar əmələ gəlir (şəkil 6.7).



Şəkil 6.7. Yonqarların tiplərinin sxemləri

Plastikliyi nisbətən az olan karbonlu poladları, bürünc və digər ərintiləri emal etdikdə başlıca olaraq ayrılma yonqarı alınır (şəkil 6.7 a). Yaxşı plastikliyə malik olan materialları, məsələn, az və orta karbonlu poladları, misi, alüminiumu, qalayı, onların ərintilərini emal etdikdə isə qıvrım yonqar alınır (şəkil 6.7b). Qıvrım yonqar, adətən, bütöv olur.

Plastikliyi az, bərkliyi və kövrəkliyi yüksək olan, oda, korroziyaya, qəlpə əmələ gətirməyə davamlı, yüksək silisiumlu, xrom-nikel əsaslı poladları, kövrək əlvan metal ərintilərini (kövrək tunc, bürünc), çuqunu, qeyri-metal materialları emal etdikdə qırıq yonqar alınır (şəkil 6.7 c). Bu və ya digər yonqar növünün alınması pəstah materiallarından başqa, eyni zamanda, kəşkilərin tipindən, onların həndəsi parametrlərindən, kəsmə rejimindən və s. amillərdən asılıdır.

Pəstahı emal etdikdə emal səthindən kənar edilən metal qatı kəşkiyə böyük qüvvə ilə təzyiq göstərir. Kəsmə prosesində yaranan istilik alətin yeyilməsinə və davamlılığına, emal edilmiş uzun keyfiyyətinə güclü təsir göstərir. Ümumi istiliyin 25-85%-i yonqarın, 2-8%-i kəşici alətin, 10-50%-i pəstahın və 1%-i ətraf mühitin qızmasına sərf olunur. İstiliyin kəsmə prosesinə mənfi təsirini azaltmaq üçün emalı soyuducu-yağlayıcı (emulsiyalar, mineral və bitki yağları, kerosin və s.) mühit tətbiq etməklə aparılır.

Kəsmə zamanı kəski ilə təmasda olan pəstahın qızmış metal qatı böyük təzyiqlə kəskinin qabaq üzünə sürünərək plastik deformasiyaya uğrayır və çox sıx struktura malik yığıntı əmələ gətirir. Bunun sayəsində kəskinin qabaq bucağı dəyişir, emalın dəqiqliyi azaldır və səthin keyfiyyətli alınmasını çətinləşdirir. Yığıntının əmələ gəlməsi emal edilən metalın özlülüyündən və kəsmə sürətindən asılıdır. Kəsmə sürəti artdıqca yığıntının əmələ gəlməsi zəifləyir və sürət 50-70m/dəq-dən artıq olduqda yığıntı əmələ gəlmir.

Kəsmə prosesində qabaq üz üzrə kəski-yonqar və dal üz üzrə kəski-pəstah cütünün arasında sürtünmə yaranır. Bununla əlaqədar yeyilmə əsas üç növ üzrə fərqlənir:

- yeyilmə əsasən alətin dal üz üzrə gedir. Belə yeyilmə nazik yonqar ($a \leq 0,08\text{mm}$) kəsən alətlərdə (frezlər, yivkəsən və dişkəsən və s.) müşahidə olunur.

- yeyilmə alətin qabaq və dal üzləri üzrə gedir. Belə yeyilmə kəsilən qatın qalınlığı $a > 0,08\text{mm}$ və yağlayıcı – soyuducu mayelərdən istifadə etməklə emalda (yan və dairəvi frezlər, burğular, zenkerlər, bərk ərinti kəskilər) müşahidə olunur.

- yeyilmə əsasən qabaq üz üzrə gedir. Belə yeyilmə yalnız yağlayıcı – soyuducu mayesiz işlədikdə tezkəsən poladlardan hazırlanmış yonma kəskilərində müşahidə olunur.

Kəskinin davamlığı, onun müəyyən kəsmə rejimi üzrə kütləşmə anına qədər fasiləsiz işlədiyi vaxt ilə xarakterizə olunur. Kəskinin davamlılığına əsas təsir edən amillərdən biri kəsmə sürətidir.

Kəsmə sürəti v və kəskinin davamlılığı T (davamlılıq periodu) arasında aşağıdakı asılılıq vardır:

$$v = A / T^m,$$

burada, A -sabitdir, onun qiyməti emal edilən materialdan, kəsmə rejimindən, kəskinin materialından, kəskinin həndəsəsindən asılı olur;

T – kütləşmə anına qədər kəskinin işləmə vaxtı (kəskinin davamlılığı);

m – nisbi davamlılığın göstəricisidir və davamlılığın kəsmə sürətinə təsirini xarakterizə edir (kəşkilər üçün $m=0,1-0,3$).

5. Alət materialları

Alətlər böyük güc yükləri, yüksək temperatur və sürtünmə şəraitində işləyir. Ona görə də alət materialları bir sıra xüsusi istismar tələblərinə cavab verməlidir. Alətlərin yüklənmə xüsusiyyətləri (konsul üzrə bərkidilmə, zərbəli yük, əyilmə, dartılma, sıxılma) ilə əlaqədar, onların materialları üçün burulmada, əyilmədə, sıxılmada möhkəmlik hədləri və zərbə özlüyü əsas möhkəmlik göstəriciləri kimi qəbul edilmişdir. Bunlardan başqa alət materialları yeyilməyə davamlı, əlverişli texnoloji xassələrə malik olmalı və nisbətən ucuz başa gəlməlidir. Hazırda bu tələbləri müxtəlif dərəcədə ödəyən bir çox alət materialları vardır. Bunlar kimyəvi tərkibi və fiziki-mexaniki xassələrə görə fərqlənir.

Alət materialları poladlara, bərk ərintilərə və ifrat bərk materiallara – almaz və kubşəkilli bor nitridlərinə ayrılır. Praktiki cəhətdən ən geniş və vacib qrupu poladlar təşkil edir. Onlar dörd tip alət hazırlanması üçün tətbiq olunur:

1) kəsici alətlər; 2) ölçü alətləri; 3) soyuq deformasiyaedici ştampplar; 4) qızmar deformasiyaedici ştampplar.

Kəsici alətlər üçün materialların əsas xassələri yeyilməyə və istiliyə davamlılığıdır.

Belə materiallar istiliyə davamlılığına görə aşağıdakı qruplara bölünür:

1) istiliyə davamlılığı $200-250^{\circ}\text{C}$ -dək olan karbonlu və azlegirlənmiş poladlar;

2) istiliyə davamlılığı $600-640^{\circ}\text{C}$ -dək olan yüksək legirlənmiş tezkəsən poladlar;

3) istiliyə davamlılığı $800-1000^{\circ}$ -dək olan bərk ərintilər;

4) istiliyə davamlılığı 1200°C -dək olan ifrat bərk materiallar.

Karbonlu alət poladlarının tərkibində $0,7-1,3\%\text{C}$ olur. Bunlar keyfiyyətli Y7, Y8, Y9 Y13 və yüksək keyfiyyətli

Y7A, Y8A, Y9A Y13A olur. Bu poladların termiki emaldan sonra bərkliyi HRC 62-64, istiliyə davamlılığı 200-250⁰C olur. Bu poladlardan yiv burğuları, plaşkalar, mişar lentləri hazırlayırlar.

Azlegirlənmiş poladların tərkibində legirləyici elementlərin kütləcə miqdarı 5%-ə qədər olur. Legirlənmiş poladların termiki emaldan sonra bərkliyi HRC 62-64, istiliyə davamlılığı 250-300⁰C olur. Legirlənmiş alət poladları karbonlu alət poladlarına nisbətən tabı artırmış vəziyyətdə daha çox özlülüyə malikdir və tabartırmada çat əmələgəlməyə az meyillidir. Buraxıla bilən kəsmə sürəti karbonlu poladlarınkına nisbətən çoxdur (15-25m/dəq-dir).

Dartılar, yiv burğuları, plaşkalar, deşikgenəldici alətlər və s. hazırlanması üçün 9XBΓ, XBΓ, XΓ, 6XC, 9XC və s. poladlardan istifadə edilir.

Tezkəsən poladlardan hazırlanmış kəsici alətin termiki emaldan sonra bərkliyi HRC 62-65, istiliyə davamlılığı 600-650⁰C olub, yüksək yeyilməyə davamlılığa malikdir. Bu poladlardan hazırlanmış kəsici alətləri kəsmə sürəti 80m/dəq-ə qədər çatdıqda da işləyə bilər. Kəsici alətləri hazırlamaq üçün P9, P12, P18, P6 M3, P6M5, P9Φ2, P9K5, P10K5 Φ2, P10K5 Φ5 poladlardan istifadə edirlər. Tezkəsən poladlar “P” hərfi ilə işarə olunur; P hərfindən sonrakı rəqəm poladın tərkibindəki əsas legirləyici elementin – volframın faizlə miqdarını göstərir.

Bərk ərintilər, yüksək yeyilməyə dözümlüyə, bərkliyə (86...92 HRA) və istiliyə davamlılığa (800...1000⁰C) malikdir və kəsmə sürəti 800m/dəq-dək artırmağa imkan verir. Karbid əsasının tərkibindən asılı olaraq bişirilmiş bərk ərintiləri üç qrupda istehsal olunur.

Birinci (volfram) qrupu WC-Co sisteminin ərintiləri BK 2, BK 4, BK 6, BK 8 və s. təşkil edir. Bunlar BK hərfləri və kobaltın faizlə miqdarını göstərən rəqəmlərlə markalanır. Bu ərintilər çuqunları, əlvan metalları və onların ərintilərini, qeyri-metal materialları emal etmək üçün istifadə olunur.

İkinci (titan-volfram) qrupu TiC-WC-Co sisteminin ərintiləri – T15K6, T5K10, T30K4 və s. təşkil edir. Bu ərintilər, T, K hərflər və ərintinin tərkibindəki titan və kobalt karbidlərinin kütləcə faizlə miqdarını göstərən rəqəmlərlə markalanır. Bu qrup ərintilər birinci qrup ərintilərinə nisbətən daha yüksək möhkəmlik və yeyilməyə dözümlüyə malikdir.

Üçüncü qrupu (titan – tantal - volfram) TiC-TaC-WC-Co sisteminin ərintiləri – TT7K12, TT8K6 təşkil edir. Markalarda kı TT hərflərindən sonrakı rəqəm (TiC+TaC) karbidlərinin cəmini, K hərfdən sonrakı rəqəm isə kobaltın faizlə miqdarını göstərir. Bu qrup ərinti daha yüksək möhkəmlik, yeyilməyə dözümlülük və özlülük xassələrinə malikdir.

Mineral-keramika, 1720–1750⁰C-də bişirilmiş əsası Al₂O₃-dən ibarət olan sintetik materialdır. İQM-332 markalı mineral keramika yüksək bərkliyə (91-93 HRA) və 1200⁰C-dək odadavamlılığa malikdir. Bu materialdan hazırlanmış alətlər, yüksək yeyilməyə dözümlülük, möhkəmliyin aşağı və kövrəkliyin yüksək olması ilə fərqlənir. Hazırda mineral-keramika lövhəcikləri ilə təchiz edilmiş kəşkilər, zengerlər, rayberlərdən istifadə edilir. Mineral-keramika materiallarından hazırlanmış alətlərin istismar xarakteristikalarını artırmaq məqsədilə bu materiallara W, Mo, B, Ti, Ni əlavə edilir. Belə materiallara kermətlər deyilir. Hazırda BOK-60, BOK-63 və s. kermətlərdən istifadə edilir.

Abraziv materiallar-abraziv alətlərin (cilalama dairələri, başlıqları, seqmentləri və s.) hazırlanmasında istifadə edilən xırdadənəli və ya ovuntu materiallarıdır. Təbii abraziv materiallar (sumbata, kvars qumu, korund) xassələrinin qeyri-sabit olmaları ilə fərqlənir; bu səbəbdən də az istifadə olunur.

Maşınqayırmada abraziv alətlər, süni materiallardan: elektrokorunddan, silisium karbidindən, bor karbidindən, xrom oksidindən hazırlanır. Bu materiallar yüksək istiliyə davamlılığa (1800....2000⁰C), yeyilməyə, dözümlüyə və bərkliyə malikdir. Maşın hissələrin hazırlanması üzrə texnoloji prosesin tamamlan-

ma mərhələsində abraziv alətlərlə emal sürəti 15–10 m/s həddində olur.

Pardaqlama və cilalamaqdan məqsəd, metalların və qeyri-metalların səthində maksimal hamarlıq, sığallılıq və dəqiqlik yaratmaqdır. Pardaqlamaq üçün keçə, gön, fetr və s. materiallardan qayrılmış elastik dairənin səthinə pardaqlayıcı pasta və ya abraziv tozundan nazik qat çəkilir. Bərk ərintiləri emal etmək üçün abraziv material kimi elbordan istifadə edilir; onun əsasını kub və ya heksaqonol quruluşlu polikristal bor nitridi təşkil edir.

Sənayedə təbii (A), süni və ya sintetik (AC) almazlardan hazırlanmış alətlərdən geniş istifadə edilir. Almaz ən bərk material olub, yüksək yeyilməyə və istiliyə davamlılığa malikdir və almaz alətlərə emal edilən material (titandan başqa) yapışmır. Onların mənfi cəhəti yüksək kövrəkliyidir. Almaz kristallarından kəsici alətlərin işlək hissələrini, həmçinin hamarlayıcıların hazırlanmasında istifadə edilir. Belə kristalların kütləsi 0,2-0,3 karat (1 karat = 0,2q) olur. Emal zamanı, kəsmə sürəti 100m/dəq və daha çox olur. Almaz alətlərlə emal olunan detalların səthləri çox təmiz, ölçüləri dəqiq olur.

Ölçü alətləri üçün istifadə olunan poladların əsas xassələri yüksək yeyilməyə davamlılıq, uzunmüddətli istismar zamanı ölçülərini və formasını sabit saxlamalarıdır. Bu məqsədlə ev-tektoiddən sonrakı az legirlənmiş XΓ, XBΓ, 9XC (termiki emaldan sonra HRC 60-64) poladları geniş tətbiq edilir. Yastı alətləri (xətkeşlər, ülgülər və s.) çox vaxt 15, 20, 15X, 20X, 12XH3A semetləndirilən təbəqə poladından hazırlayırlar. Böyük ölçülü və mürəkkəb formalı alətlər 38X2MİOA markalı azotlandırılan poladdan hazırlanır.

Metalların təzyiqlə emalı üçün istifadə edilən alət (ştap) poladları haqqında məlumatı dərsliyin dördüncü (metalların təzyiqlə emalı) bölməsində verilmişdir.

6. Metalkəsən dəzgahların təsnifatı

Metalkəsən dəzgahlar emal üsulunun texnologiyası, təyinatı, avtomatlaşma dərəcəsi, baş işçi orqanlarının sayı, hazırlanma dəqiqliyi və s. xüsusiyyətlər nəzərə alınmaqla təsnif olunur. Bunlarla yanaşı emal edilən pəstahların forma, ölçü, kimyəvi tərkibi və xassələri, həmçinin emalın xarakteri də nəzərə alınır. Buna əsasən dəzgahların təsnifatı aşağıdakı əlamətlər üzrə aparılır:

Emal üsulunun texnologiyası üzrə dəzgahlar kəsici alətin növünə uyğun, emal edilən səthlərin xarakteri və emal sxemi üzrə fərqlənir; bunlar torna, frezer və s. dəzgahlarıdır.

Təyinatları üzrə dəzgahlar universal (torna-yiv kəsən, şaquli-frezer və s.), geniş təyinatlı (çoxkəsikli, burğulu və s.), ixtisaslaşdırılmış (dirsəkli valların və başqa mürəkkəb konfigurasiyalı pəstahları emal etmək üçün) və xüsusi (toxucu dəzgahların baton mexanizminin yumruğunun profilini frezləmə ilə emalı üçün və s.) dəzgahlara ayrılır.

Avtomatlaşdırma dərəcəsi üzrə dəzgahlar əl ilə idarə olunan, yarımavtomat, avtomat və proqramla idarə olunan dəzgahlara ayrılır.

Baş işçi orqanların sayı üzrə dəzgahlar birşpindelli, çoxşpindelli, birsupportlu, çoxsupportlu və s. olmaları ilə fərqlənir.

Konstruksiya əlamətlərinə görə dəzgahlar şpindelinin üfüqi və ya şaquli yerləşməsi, karusel və s. üzrə fərqlənir.

Hazırlanma dəqiqliyi üzrə dəzgahlar beş sinfə ayrılır: H-normal, II-dəqiqliyi yüksəldilmiş, B-yüksək, A-xüsusi yüksək dəqiq və C-xüsusi dəqiq dəzgahlar.

Metalkəsən dəzgahların daha geniş təsnifatı kompleks əlamətlər üzrə aparılır. Sistemə doqquz qrup üzrə dəzgahlar daxildir; onlar 1-torna, 2-deşmə və içyonma, 3-pardaqlama, cilalama, tamamlama və itiləmə, 4-elektrik-fiziki və elektrik-kimyəvi, 5-diş və yivkəsən, 6-frezer, 7-düzyonuş, iskanə və dartı, 8-kəsici, 9-müxtəlif olmaqla ardıcıl sıra üzrə qruplara ayrılır. Dəzgahların hər bir qrupu on tipə (yarımqrupa) bölünür. Təyinatına uyğun olaraq hər bir metalkəsən dəzgaha müəyyən şifr və

rilir. Şifrın birinci rəqəmi dəzgahın qrupu, ikinci rəqəm onun tipini, üçüncü (bəzi hallarda həm də dördüncü) rəqəm dəzgahın ölçüsünü göstərir. Şifrdə göstərilən hərfi işarə eyni modeldən olan dəzhaqların müxtəlif modifikasiyalarına uyğun gəlir; məsələn, şaquli dəşmə dəzhaqları 2H150 şifrindəki – 2 rəqəmi dəzgahın qrupunu, 1-onun tipini, H-modernləşdirilmiş olduğunu və 50 mm-dəşmə diametrinin ən böyük şərti ölçüsünü göstərir.

Proqramla idarə olunan dəzgahlar hərfi işarələrlə indeksləşdirilmişdir: II-tsikl proqramı ilə idarə olunan; Φ-rəqəmli proqramı ilə idarə olunan (RPJO). Məsələn, 1725MΦ3 dəzgahının şifri onun torna patronla mərkəzləşən çoxkəskili yarımavtomat (1-ci qrup, 7-ci tip) mərkəzlərin hündürlüyü 250mm (25mm) və modernləşmiş (M) olduğunu, həmçinin RPJO (Φ 3) kontur sistemi ilə təchiz edildiyini göstərir.

7. Pəstahların torna dəzgahlarında emal edilməsi

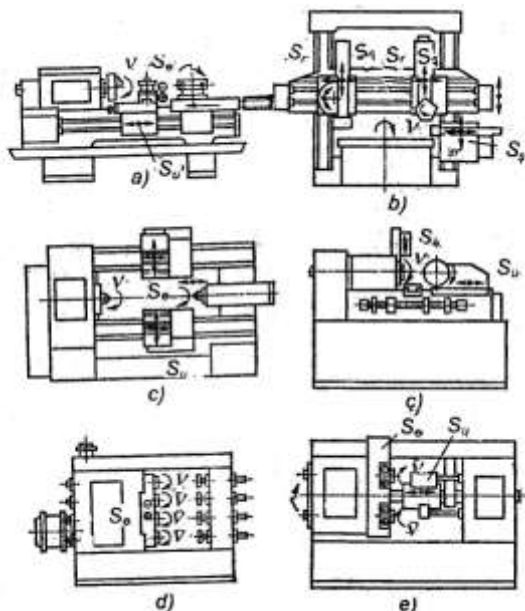
Pəstahların səthinə yonma üsulu ilə forma verilməsinin texnoloji metodu iki hərəkətlə xarakterizə olunur: pəstahın fırlanma hərəkəti (kəsmə sürəti) və kəsici alətin irəliləmə hərəkəti (kəskinin veriş hərəkəti). Veriş hərəkəti pəstahın fırlanma oxuna paralel olduqda uzununa veriş, bu oxa perpendikulyar olduqda eninə veriş, həmin oxla bucaq təşkil etdikdə isə maili veriş adlanır. Tokar dəzgahlarında pəstahların səthi kobud, yarım-təmiz və tam təmiz emal prosesinə uğradıla bilər.

Torna dəzgahlar qrupuna aşağıdakı dəzgah növləri daxildir: yivkəsən, revolver, çoxkəskili, karusel torna dəzgahları, torna avtomatları və yarımavtomatları, həmçinin xüsusi torna dəzgahları.

Torna – vint kəsən dəzgahlar fərdi istehsal şəraitində pəstahın kiçik partiyalarla emal etmək üçün istifadə olunur. Mürəkkəb pəstahların emalı çoxlu sayda kəsici alətlərinin istifadə edilməsini tələb edir. Alətlərin dəyişdirilməsinə vaxt itkisini azaltmaq üçün xüsusi qurğulardan – revolver başlığından istifa-

də olunur. (şəkil 6.8 a). Emal prosesində alətin tez dəyişdirilməsi, dəzgahın əvvəlcədən sazlanması ilə səthlərin emalının dərəcələri üzrə aparmağa imkan verməsi və eyni zamanda, bir neçə alətlə emalın mümkünlüyü torna – revolver dəzgahın məhsuldarlığını artırır və onu ortaseriyalı istehsal üçün yararlı edir. Torna – revolver dəzgahlarda ştuser, pilləli val, üzük, oymaq və s. tipli məmulat kəsmə ilə hazırlanır.

Uzunluğunun (hündürlüyünün) diametrinə nisbəti 0,3–0,7 olan iri və ağır pəstahlar bir və ya iki tağlı torna-karusel dəzgahlarında (şəkil 6.8 b) emal olunur. Su və qaz turbinlərinin işçi çarxları, dişli çarxlar, nazimi çarxlar və s. üçün pəstahlar torna karusel dəzgahlarında emal edilir. Stol-karusel ağır pəstahların dəzgahda yerləşdirilməsini, onların vəziyyətinin dəyişdirilməsini və bərkidilməsini asanlaşdırır. Kəsici alətləri üst və yan alət tutucularında, həmçinin revolver başlığında bərkidilir. Eyni zamanda, bir neçə alətlə aparılan emal nəticəsində bu dəzgahların məhsuldarlığı yüksək olur.



Şəkil 6.8. Torna qrupu dəzgahlarının ümumi görünüşü

Çoxalətli tona yarımavtomatlarında (şəkil 6.8 c) pilləli valların, dişli çarx bloklarının, şpindellərin və s. xarici səthləri emal edilir. Çoxalətli yarımavtomatda pəstahın bir neçə səthi eyni zamanda emal olunur.

Birşpindelli torna – revolver dəzgahlarda (şəkil 6.8 ç) kiçikölçülü (diametri 8–30 mm), lakin mürəkkəbşəkilli pəstahlar emal olunur işçi orqanların hərəkəti (işçi, yerləşdirmə, köməkçi) və bütövlükdə hərəkətlərin avtomatlaşdırılması məhsuldarlığın yüksək olmasını təmin edir. Avtomatlar pəstahların böyük partiyalarla emal edilməsi üçün şərait yaradır.

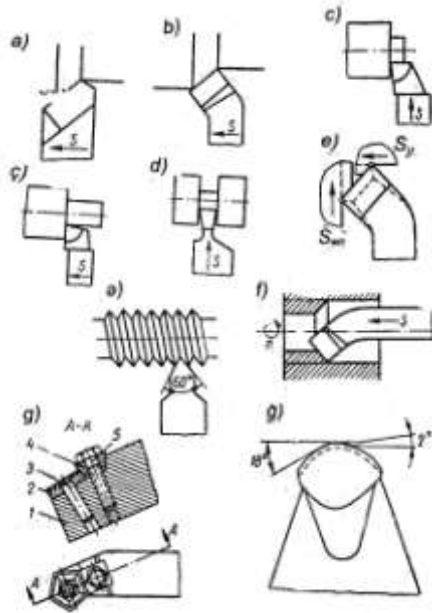
Kütləvi istehsalatda pəstahları paralel emal edən çoxşpindelli avtomatlardan (şəkil 6.8 d) istifadə olunur. Eyni zamanda, emal edilən pəstahların sayı avtomatın şpindellərinin sayına bərabər olur. Emal olunan pəstahlar eyni tip və ölçüdə götürülür. Ardıcıl emal edən çoxşpindelli avtomatlarda (şəkil 6.8 e) eyni zamanda bir neçə pəstah (şpindellərin sayına uyğun) emal edilir. Mövqelərin hər birində pəstahların emal mərhələsi müxtəlif olur. Avtomatın məhsuldarlığı yüksəkdir və kütləvi istehsalatda istifadə olunur.

Torna qrupu dəzgahları üçün əsas alətlər üst, yan və iç yonuş kəskiləri, doğrayıcı, yivəçən və girdəleyici kəskilər, burğular, zengərlər, rayberlər və s. istifadə edilir. Torna kəskiləri bir sıra əlamətlər üzrə qrupalara ayrılır.

Texnoloji əlamətləri üzrə kəskilər müxtəlif növlərə ayrılır. Üst yonuş kəskiləri (şəkil 6.9 a) pəstahlarda silindrik və konusvarı səthləri emal etmək üçün istifadə edilir, bu zaman kəsikiyə uzununa veriş hərəkəti verilir. Bu kəskilər sağ, sol, düz (şəkil 6.9 a) və əyilmiş (şəkil 6.9 b) ola bilər. Yan yonuş kəskiləri (şəkil 6.9 c və ç) pəstahların yan müstəvi səthlərini emal etmək üçün istifadə edilir, kəskilər eninə veriş hərəkətinə malik olur. Doğrayıcı kəskilər (şəkil 6.9 d) pəstahı hissələrə ayırmaq, halqavarı içyuva və kanal açmaq üçün istifadə olunur. Kəsikiyə eninə veriş hərəkəti verilir. Mürəkkəb konfigurasiyalı səthlərin

emalı fasonlu kəşkilər (şəkil 6.9 e) vasitəsilə aparılır, bu zaman kəskiyə eninə və ya uzununa veriş hərəkətləri verilir.

Yiv kəşkiləri (şəkil 6.9 ə) ilə uzununa verişlə pəstahların xarici və daxili səthlərində yiv açılır. İç yonuş kəşkiləri (şəkil 6.9 f) ilə daxili səthləri emal olunur. İç yonuşla iki tərəfdən deşiklər keçidli kəşkilərlə və bir tərəfi bağlı dərin deşiklər eninə verişlə dayaqli kəşkilərlə emal olunur. Kəsici hissəsi bərk ərintidən çoxtərəfli lövhəciklərlə təchiz olunmuş kəşkilərdə belə lövhəciklər alətin gövdəsinə mexaniki tərtibatlarla bərkidilə bilər. Bu halda şəkil 6.9 g-də göstərilədiyi kimi, lövhəcik 2 alətin gövdəsinə 1 dayaq 3 və taxma yonqarqırıcı 5 vasitəsilə mexaniki bərkidilir. Nazik yonma üçün, alətin işçi hissəsinə lehimlə və ya mexaniki bərkidilmiş almazlı kəşkilərdən (şəkil 6.9 ğ) istifadə olunur.

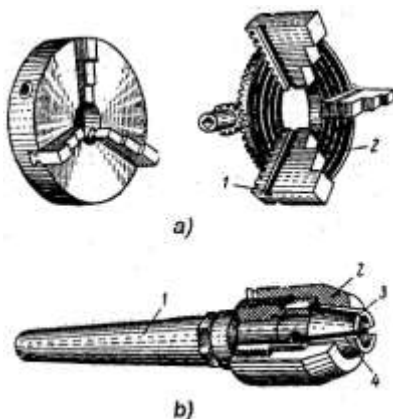


Şəkil 6.9. Torna kəşkilərinin növləri

Torna dəzgahlarında emal edilən pəstahların yerləşdirilmə üsulu və bərkidilməsi dəzgahın tipindən, emal edilən səthin növündən, pəstahın göstəricilərindən, emalın dəqiqliyindən və başqa amillərdən asılı olur.

Torna-vintkəsən dəzgahlarda pəstahların bərkidilməsi üçün üç yumruqlu özümərkəzləşdirən patronlardan (şəkil 6.10 a) geniş istifadə olunur. Patron, yivli birləşmə vasitəsilə dəzgahın qabaq aşığının şpindelində birləşdirilir. Emal prosesində şpindel patron və ona bərkidilmiş pəstah birlikdə fırlanır. Patronlar sadə və özləri mərkəzləşən olmaqla iki qrupa ayrılır. Sadə patronlar üç və dörd yumruqlu olur. Özümərkəzləşən üç yumruqlu patronun diskində 2 üç xüsusi radial qanovcuq yerləşib və yumruqluqlar 1 onlar üzrə hərəkət etdirilir (şəkil 6.10a); xüsusi qanovcuqlar 2 diski bu və ya digər tərəfə fırlatdıqda yumruqluqlar 1 radial istiqamətdə mərkəzə yaxınlaşır və ya uzaqlaşır, yəni pəstahı sıxmaqla tutur və ya onu sərbəst buraxır.

Kiçik diametrlı pəstahları bərkitmək üçün sanqalı patronlardan (şəkil 6.10 b) istifadə olunur. Patronun konusvarı quyruqluğu 1 şpindelə konusvari şpindelə bərkidilir. Emal ediləcək pəstah xarici səthi üzrə sanqanın şpindelində 3 yerləşdirilir. Sonra açar vasitəsilə daxili konusvarı səthli qayka 2 patronun gövdəsinə geydirilir. Qayka geydirildikdə, dörd yerdən uzununa kəsiyi olan elastiki sanqa 4 sıxılır və pəstahı patrona bərkidir.



Şəkil 6.10. Pəstahları bərkitmək üçün patronlar

Avtomatlaşdırılmış və RPJO təchizatlı dəzgahlarda yumruquqlarının mexaniki, pnevmatik və ya elektrik hərəkət mexanizmi olan patronlardan istifadə olunur.

8. Pəstahların deşmə və içyonuş dəzgahlarında emal edilməsi

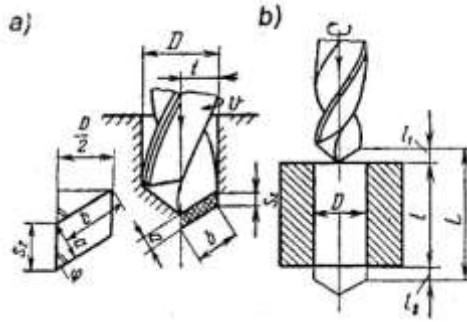
Bütöv pəstahda kəsmə yolu ilə deşik açmaq, yaxud mövcud deşiyi genəltmək məqsədilə aparılan texnoloji prosesə deşmə deyilir. Deşmə və mövcud deşiklərin emalı, müxtəlif tipli kəsici alətləri ilə, məsələn, burğu, zenker, genəldici (rayber), içyonuş kəsikləri, yivburğuları ilə aparılır. Bütöv pəstahda deşik açmaq üçün diametri 0,25-80mm-dək olan müxtəlif tipli burğular tətbiq edilir. Deşmə prosesində burğunun fırlanma hərəkəti onun baş hərəkətini, irəli hərəkəti isə veriş hərəkətini xarakterizə edir. Adi deşmə dəzgahında deşmə prosesi aparıldıqda burğuya, eyni zamanda iki hərəkət verilir. Bunlardan biri fırlanma, digəri isə irəli və ya veriş hərəkətidir. Bu halda pəstah hərəkətsiz qalır. Lakin dərin deşmə prosesi aparılan xüsusi deşmə dəzgahlarında, tokar dəzgahında olduğu kimi, pəstah fırlanır, burğuya isə irəli veriş hərəkəti verilir.

Deşmə zamanı kəsmə ilə emal yonma prosesindəkindən daha mürəkkəb və çətin şəraitdə gedir. Çünki deşmə prosesində yonqarın xaric edilməsi və soyuducu mayenin alətin kəsici tilinə verilməsi çətinləşir. Yonqar xaric edildikdə o, burğunun qanovcuqlarının səthinə, burğu isə deşiyin daxili divarına sürtünür. Nəticədə yonqarın deformasiyası və istilik ayrılması artır ki, bu da alətin işlək ucunun qızmasına səbəb olur.

Kəsmədə kəsmə dərinliyi burğunun fırlanma sürəti ilə xarakterizə edilir. Deşmənin kəsmə sürəti (v) kimi burğunun kəsici tilinin onun oxundan ən uzaq nöqtəsinin fırlanma sürəti götürülür (şəkil 6.11).

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ m/dəq,}$$

burada, D -burğunun diametri, mm; n -burğunun dəqiqə-dəki dövrləri sayıdır, dövr/dəq.



Şəkil 6.11. Deşmədə kəsmə rejiminin elementləri

Veriş (S) – burğunun bir dövründə uzununa oxu boyunca keçdiyi məsafə ilə təyin edilir. Burğu iki kəsici tilə malik olduğundan hər bir kəsici til üçün veriş (S_z) aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$S_z = \frac{S}{2} \text{ mm/dövr}$$

Kəsmə dərinliyi (t) – deşiyin emal olunan səthindən burğunun mərkəzinədək olan məsafə ilə xarakterizə edilir:

$$t = \frac{D}{2} \text{ mm}$$

Burğunun bir dövründə kəsdiyi yonqarın en kəsiyinin sahəsi (F) aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$F = 2ab, \text{ mm}^2$$

Burada, a və b – uyğun olaraq kəsilmənin qatın qalınlığı və enidir.

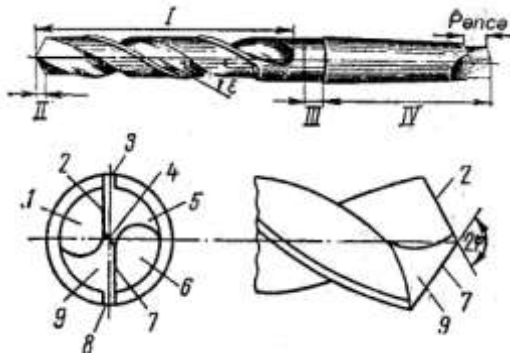
Genəltmə zamanı $t = \frac{(D-d)}{2}$ olur, burada d emal edilən deşiyin diametridir, mm.

Deşmə zamanı sərf olunan əsas vaxt (maşın vaxtı) alətin keçid uzunluğu L , veriş (S) və dövrlər sayı (n) nəzərə alınmaqla aşağıdakı düsturla təyin edilir.

$$T_m = \frac{L}{nS} = \frac{l + l_1 + l_2}{nS}, \text{ dəq}$$

Burada, l -deşmə dərinliyi, mm; l_1 – alətin pəstaha keçmə qiyməti (adətən, $l_1 = 1...3$), mm; l_2 – alətin deşib keçmə qiyməti ($l_2 = 0,3D$), mm.

Deşmədə kəsici alət kimi spiral burğular daha çox işlədilir. Burğu (şəkil 6.12) bir neçə hissədən ibarətdir: işlək hissə (I), boyuncuq (III) və quyruq (IV). Burğunun əsas hissəsi işlək hissəsidir. İşlək hissə kəsici (II) və istiqamətləndirici iki vintvarı qanovcuqdan (1 və 6) ibarətdir.



Şəkil 6.12. Spiral burğunun sxemi

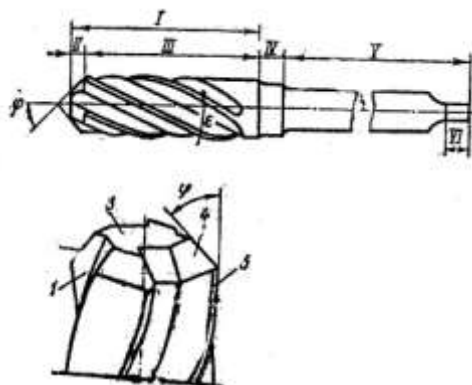
Bunlar kəsmə zamanı əmələ gələn yonqarın kənar edilməsini asanlaşdırır. Kəsmə zamanı burğuya verilən istiqamətin saxlanılmasını iki 3 və 8 lentciklərin köməyiylə təmin edilir. Burğunun kəsici hissəsi iki baş kəsici tillərə 2 və 7, eninə tilə 4 və iki dal səthə 5 və 9 malikdir.

Kəsici tillərlə əmələ gələn burğunun zirvə bucağı 2ψ -nin qiyməti emal edilən materialın bərklik və kövrəkliyindən asılı olur. Orta bərkliyə malik polad və çuqunu emal etmək üçün

zirvə bucağı $116-120^0$, mis üçün – $120-125^0$, alüminium, yumşaq tunc və bürünc üçün – $130-140^0$ -yə bərabər götürülür. Vintvarı qanovcuğun maillik bucağı ε -in qiyməti burğunun diametrindən asılı olaraq $18...30^0$ həddində dəyişir.

Deşmə, tökmə və ştamplama ilə alınmış deşiklər sonradan zenkerləmə və rayberləmə ilə emal edilir; bu zaman öncədən alınmış deşiklər genişləndirilir və deşiyin formasının dəqiqliyi artır.

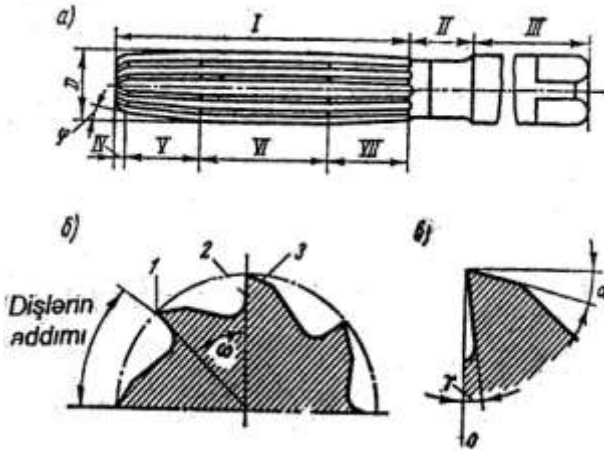
Zenkerləmə ilə emalda işlədilən kəsici alət zenker adlanır. Zenker (şəkil 6.13) işçi hissədən (I), boyuncuq (IV), konusvarı quyruq (V) və pəncədən (VI) ibarətdir. İşçi hissə kəsici (II) və kalibrleyici (III) (istiqamətləndirici) hissələrə ayrılır.



Şəkil 6.13. Silindrik zenkerin sxemi

Zenkerin kəsici hissəsi kəsikli yan hissədən – özək 3, üç və ya dörd kəsici tillərdən ibarətdir. Hər bir kəsici til, digər alətlərdə olduğu kimi, qabaq 1 və dal 4 üzərin kəsişməsi sayəsində əmələ gəlir. Baş plan bucağı $\psi = 45-60^0$ həddində seçilir. Zenkerin kalibrleyici hissəsi üç və ya dörd vintvari qanovcuq və lenteikdən 5 ibarət olur. Sonuncular zenkerin istiqamətləndirici elementləridir; onlar alətin kənara çıxmasının qarşısını almaqla emalın yüksək dəqiqliklə aparılmasını təmin edir. Vintvarı qanovcuqların maillik bucağı $\varepsilon = 10-30^0$ olur. Emal edilən

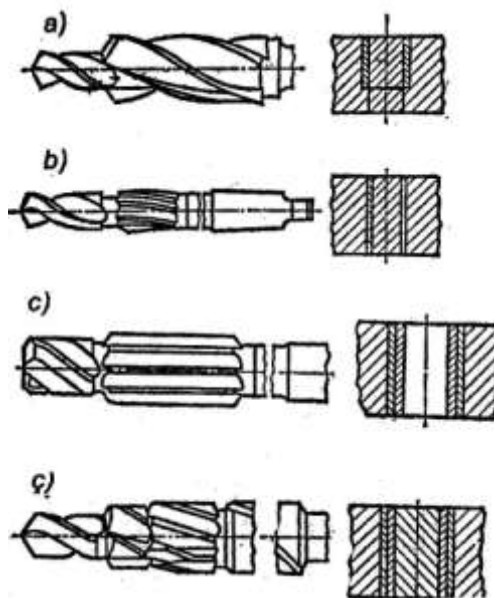
deşiklərin növləri üzrə zenkerlər silindrik, konusvarı və kombinəedilmiş olur.



Şəkil 6.14. Silindrik rayberin sxemi

Rayber (şəkil 6.14 a) işçi hissəyə (I), boyuncuğa (II) və quyruğa (III) malikdir. İşçi hissəyə istiqamətləndirici konus və ya hamarlayıcı hissə (IV), kəsici hissə (V), kalibrləyici sahə (IV) və əks konus daxildir. Əsas işi kəsici hissə görür, onun hər bir dişi baş kəsici tilə 1, qabaq 2 və dal 3 üzə malik olur (şəkil 6.14 b). Rayberin dişi qabaq γ və dal α bucaqlara malikdir (şəkil 6.14 c). Rayberin kəsici hissəsinin baş plan bucağı ψ -nin qiyməti, əl rayberləri üçün $\psi = 0,5-1,5^\circ$, maşın rayberləri üçün, poladı emal etdikdə $\psi = 12-15$, çuqun üçün $-\psi = 3-5^\circ$ olur.

Kütləvi istehsal şəraitindədeşiklərin emalının məhsuldarlığını yüksəltmək üçün müxtəlif kombinə edilmiş kəsici alətlərdən geniş istifadə olunur (şəkil 6.15). Bir neçə aləti kombinə edilmiş bir kəsici ilə əvəz etdikdə alətin dəyişdirilməsinə sərf edilən köməkçi vaxt xeyli azalır, emalın keyfiyyəti yaxşılaşır, alətin və dəşiyin oxları tam bir-birinin üstünə düşür.



Şəkil 6.15. Kombinəedilmiş kəsici alətlər.
a-burğu-zenger; b-burğu-rayber; c-zenker-rayber;
ç-burğu-zenker-rayber

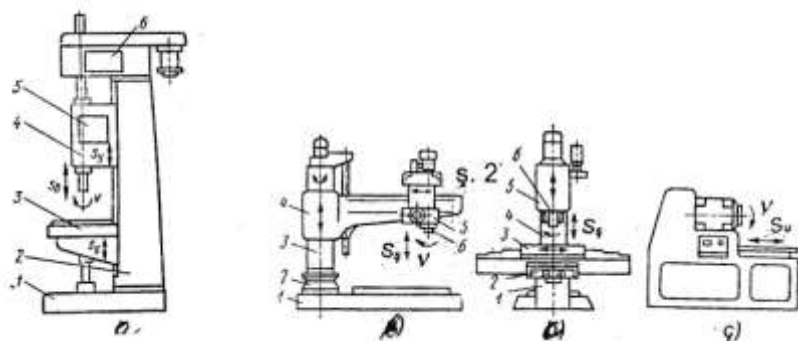
Deşmə və içyonuş dəzgahları aşağıdakı qruplara ayrılır:

1. bir və çoxşpindelli yarımavtomat;
2. koordinat – içyonma;
3. almaz – içyonma
4. üfüqi;
5. şaquli;
6. radial;
7. xüsusi deşmə dəzgahları.

Bunlardan şaquli şpindelli deşmə dəzgahları daha geniş istifadə olunur. Həmin dəzgahlar fərdi və kiçik seriyalı istehsal şəraitində kütləsi 25 kq-a və diametri 35 mm-ə qədər olan pəstahlarda deşik açmaq üçün istifadə edilir. Şəkil 6.16 a-da 2135 modeli (qrup 2, tip 1, 35-deşiyin ən böyük şərti diametri, mm)

bir şpindelli şaquli-deşmə dəzgahının ümumi görünüşünün sxemi verilmişdir.

Radial-deşmə dəzgahlarından (şəkil 6.16 b) ağır və böyük ölçülü pəstahlarda deşik açmaq və ya onların emalı üzrə digər əməliyyatları aparmaq üçün istifadə olunur.



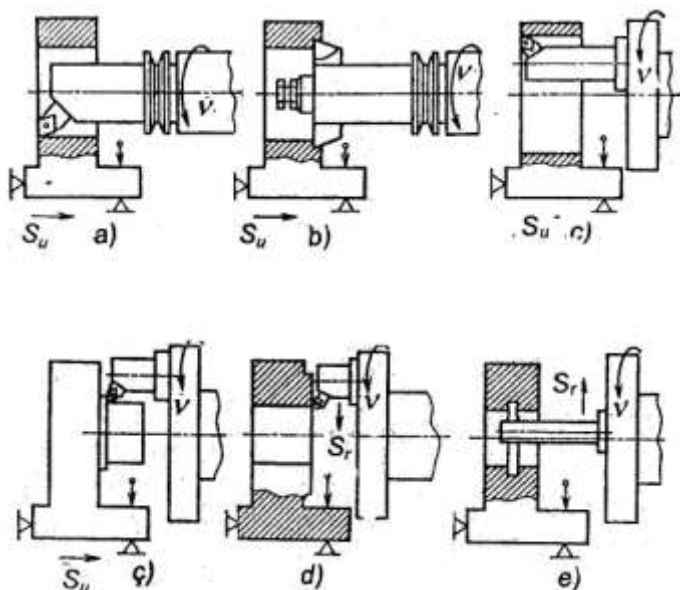
Şəkil 6.16. Deşmə və içyonma dəzgahlarının ümumi görünüşləri

Koordinat – içyonma dəzgahları yüksək dəqiqliyə malik silindrik deşiklərin kəsilməsi üçün istifadə olunur. Şəkil 6.16 c-də bir çatılı 2A450 modelli (qrup 2, A modifikasiyası, tip 4, deşiyin ən böyük şərti diametri 50, mm) koordinat – içyonma dəzgahının ümumi görünüşünün sxemi verilmişdir.

Almaz-çiyonma dəzgahları (şəkil 6.16 ç) kiçikölçülü pəstahlarda yüksək dəqiqliyə və yüksək təmiz səthə malik deşiklərin emalı üçün istifadə olunur.

İçyonma dəzgahlarında kəsmə rejimi əsasən kəsmə sürəti, kəsmə dərinliyi verişin qiyməti ilə xarakterizə olunur və yonmada olduğu kimi təyin edilir.

İçyonma kəşkiləri gövdəsinin ən kəsiyi dairəvi, kvadrat və düzbucaqlı şəkillərdə olur. Şəkil 6.17-də içyonma dəzgahlarında emal üçün alətlər və səthlərin emal sxemləri verilmişdir.



Şəkil 6.17. İcymma dəzgahlarında səthlərin emal sxemləri

9. Pəstahların frezer dəzgahlarında emal edilməsi

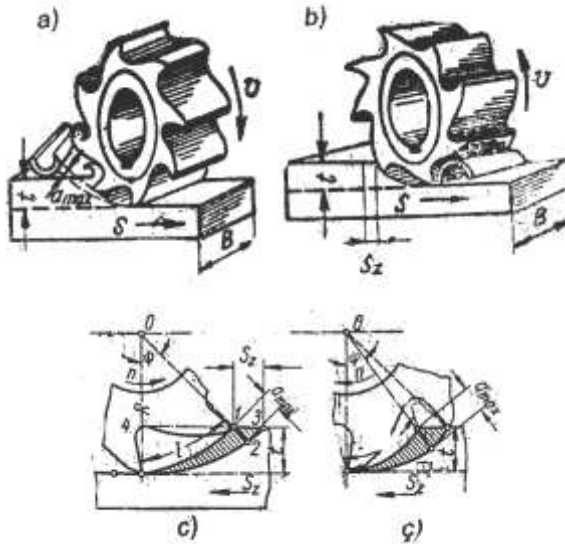
Frezləmə pəstahların kəsmə ilə emalının bir növüdür. Frezləmə əsasən müstəqil və fasonlu səthlərin emal edilməsində tətbiq olunur. Bu üsul ilə eyni zamanda yiv, işgil qanovu, yarıqaçma, dişkəsmə və s. əməliyyat da aparılır. Frezləmə prosesi frez adlanan çoxlu kəsici tilləri olan alət vasitəsilə aparılır. Kəsici tillər, yəni dişlər, dairə üzrə frezin səthində və ya yan üzündə yerləşir.

Frezlər üç qrupa ayrılır: bütöv, lehimlənmiş və yığma. Frezləmədə frezə (kəsici element) fasiləsiz baş fırlanma hərəkəti, pəstaha isə irəliləmə–veriş hərəkəti verilir.

Pəstahların frezləmə ilə kəsmə üsulunun (yonqar götürülməsinin) aşağıdakı spesifik xüsusiyyətləri vardır:

1. frezləmədə frezin hər bir dişi ilə kəsilən metal qatının qalınlığı sabit olmayıb, minimumdan maksimumadək dəyişir;
2. frezləmə ilə kəsmədə eyni zamanda bir neçə kəsici til işləyir;
3. frezləmə ilə kəsmədə kəsici tillər fasilə ilə işləyir.

Frezin fırlanma istiqaməti və pəstahın veriş istiqaməti emal metodunu təyin edir. Baş hərəkət, yaxud frezin fırlanma və veriş hərəkəti istiqamətləri bir-birinə yönəldilmişdirsə, buna qarşılıqlı frezləmə və ya verişin əksinə frezləmə deyilir (şəkil 6.18 a və c). Baş hərəkət və veriş hərəkəti eyni istiqamətdə yönəlmişdirsə buna eyni səmtli frezləmə, yaxud veriş üzrə frezləmə deyilir (şəkil 6.18 b və ç).



Şəkil 6.18. Frezləmədə əsas kəsmə sxemləri

Qarşılıqlı frezləmədə frezin hər bir dişi ilə kəsilən yonqarın qalınlığı sıfırdan maksimum həddə qədər böyüyür və buna uyğun olaraq dişə təsir edən yük də artır, frez emal edilən pəstahı dəzgahın stolundan yuxarı qaldırmağa çalışır. Nəticədə texnologiyada titrəyişin, bu isə öz növbəsində, emal edilən sə-

hin kələ-kötürlüyünün artmasına səbəb olur. Eyni səmtli frezləmədə əvvəlcə frezin diş pəstaha nüfuz etdikdə çox qalın qatı kəsir və dişə düşən yük maksimumdan sıfıra qədər azalır. Yaranan qüvvə pəstahı stola sıxır və proses daha sakit şəraitdə gedir. Nəticədə birinci sxem üzrə emala nisbətən daha yüksəkkeyfiyyətli səth alınır və alətin yeyilməsini azaldır.

Şəkil 6.19-da müxtəlif konfigurasiya və təyinatlı frezlərin ümumi görünüşü verilmişdir:

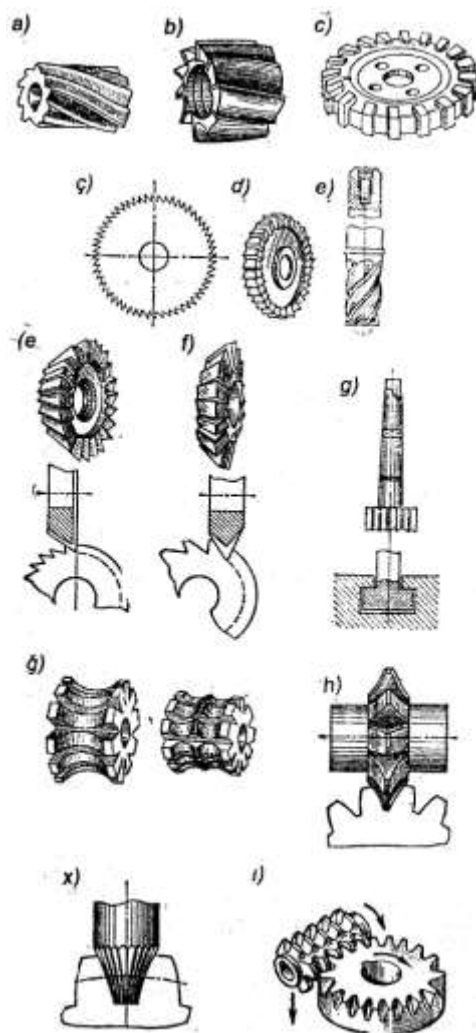
Silindrik və yan frezləri (şəkil 6.19 a,b,c) müstəvi səthlərin emalında tətbiq edilir. Onlar bütöv və yığma kəsici dişli şəklində hazırlanır.

Dairəvi (şəkil 6.19 ç və d), uc (şəkil 6.19 e) və bucaq (şəkil 6.19 ə,f) pəstahlarda, yarıq, qanov və şlis açmaq məqsədilə işlədilir.

T-şəkilli frezlər (şəkil 6.19 g) əsasən metalkəsən dəzgahların stollarında yarıqlar kəsmək üçün işlədilir.

Fasonlu frezlər (şəkil 6.19 ğ) vasitəsilə fasonlu səthlər emal olunur.

Modul frezlərdən (dairəvi modullu şəkil 6.19 h və barmaq modullu şəkil 6.19 x) pəstahda diş kəsmək üçün istifadə olunur. Sonsuz vint frezləri (şəkil 6.19 i) adətən, silindrik və sonsuz vint çarxı pəstahlarında diş kəsmək məqsədilə tətbiq edilir.



Şəkil 6.19. Frezlərin əsas növləri

Frezin hər bir dişli adi kəski rolunu oynayır. Bu dişlər müəyyən elementlərlə xarakterizə edilir (şəkil 6.20). Dişin işçi hissəsinin elementləri tiyənin qabaq üzü (1), tiyənin dal üzü (4), baş kəsici til (5) və lentcikdən 2 ibarətdir. Vintvarı dişli silindrik frezin dişli üç bucaqla xarakterizə olunur: qabaq bucaq γ , baş dal bucaq α və vintvarı xəttin mailik bucağı φ . Vintvarı dişlər frezin daha sakit işləməsini təmin edir: frezin dişli pəstah metalına girdikdən sonra ondan tədricən çıxır. Standart frezlərin bucaqlarının qiymətləri: $\gamma=15^0$; $\alpha=16^0$; $\varphi=30...40^0$.

Frezləmədə kəsmə elementləri: kəsmə sürəti (V), frezləmə eni (B), frezin bir dişinə veriş (Z_z), kəsilən qatın dərinliyi (t), kəsilən qatın qalınlığı (a) ilə təyin olunur.

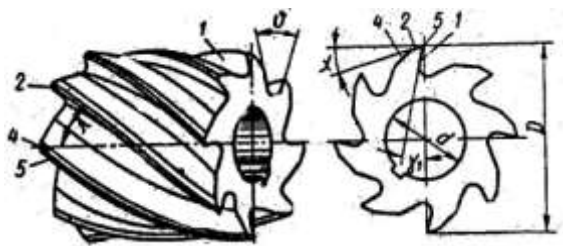
Frezləmədə kəsmə sürəti (V) – frezin kəsici dişlərinin ilkin vəziyyətdən ən çox uzaqlaşan nöqtələrinin fırlanma sürətinə deyilir.

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ m / deq .}$$

burada, D -frezin diametri, mm; n -frezin fırlanma tezliyi, dövr/dəq.

Frezləmədə kəsmə dərinliyi (t), frezin bir gedişində pəstahın səthindən kəsilən metal qatının qalınlığına (mm) deyilir.

Praktiki olaraq ilkin frezləmədə kəsmə dərinliyi 3–8 mm götürülür. Təmiz frezləmə üçün kəsmə dərinliyi 0,5–1,5 mm həddində olur.



Şəkil 6.20. Silindrik frezin kəsici hissəsinin elementləri

Əsas vaxtı azaltmaq üçün texnoloji buraxıla bilən veriş maksimum qiymətdə olmalıdır. Praktiki olaraq işlədilən verişlər:

a) tezkəsən poladdan silindrik frezlər üçün, poladların emalında $S_z=0,04...0,15\text{mm}$ və çuqunların emalında $S_z = 0,06...0,3\text{mm}$;

b) tezkəsən poladdan yan frezlər üçün, poladların kəsilməsində $S_z = 0,04...0,3 \text{ mm}$ və çuqunların emalında $S_z = 0,06...0,5 \text{ mm}$;

c) bərk ərintilərlə təchiz olunmuş yan və silindrik frezlərlə polad və çuqun pəstahların emalında $S_t = 0,08...0,3\text{mm}$.

Kəsmə qövsünün uzunluğu üzrə kəsilən qatın qalınlığı dəyişən qiymətə malikdir. Kəsilən qatın maksimum qalınlığı $a_{\max}$ şəkil 6.18c-də verilmiş sxem üzrə təyin edilir; 1-2-3 üçbucağından:

$$a_{\max} = S_z \sin \psi,$$

burada ψ – frezin dişinin kəsmə səthi ilə kontakt bucağıdır. 0-1-4 üçbucağından:

$$\psi = \frac{\arccos(R - t)}{R},$$

burada, t -kəsilmə qatın dərinliyi; R -frezin radiusu. Frezin yeyilmə şəraiti və onun tiyəsinin möhkəmliyinə uyğun olaraq kəsilmə qatın qalınlıq həddi $a_{\max}$ aşağıdakı kimi götürülə bilər:

a) tezkəsən poladdan frezlər üçün $a_{\max} \approx 0,3...0,35 \text{ mm}$;

b) bərk ərintilərlə təchiz edilmiş frezlər üçün $a_{\max} \approx 0,25 \text{ mm}$.

Frezləmə eni (B), frezləmə ilə emal olunan səthin eninə (mm) deyilir. B eni silindrik frezləmədə frezin oxuna paralel, yan frezləmədə verişə perpendikulyar istiqamətdə ölçülür.

Frezin davamlılığı onun diametri və eninə ölçülərindən asılı olur. Frezin davamlılığı təxmini olaraq aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$T \approx (1,5...3,0) D, \text{ dəq.}$$

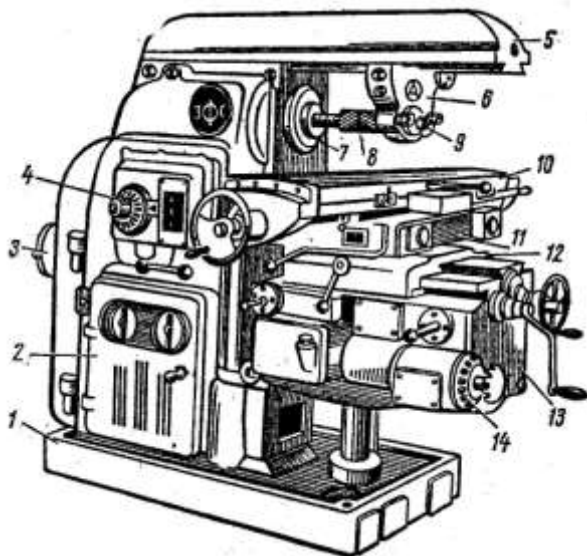
Burada, D -frezin diametri, mm.

Yumşaq və orta bərkliyə malik poladları emal etmək üçün Y12A markalı karbonlu poladdan, nisbətən bərk materialları emal etmək üçün legirlənmiş 9XC, XBГ, XB5 və s. markalı

poladlardan, qəlpəyə və odadavamlı poladları emal etdikdə tez-kəsən P9, P18Φ2, P18K5 Φ2 markalı poladlardan, kövrək materialları, məsələn, müxtəlif tərkibli boz çuqunları emal etmək üçün işlək dişləri BK6, BK8, T15K10, T15K6 markalı bərk orintilərdən hazırlanmış frez işlədilir.

Frezer dəzgahları konstruksiya və emal prosesinin xarakterinə görə ümumi və xüsusi təyinatlı frezer dəzgahlarına ayrılır.

Ümumi təyinatlı frezer dəzgahları, öz növbəsində, üfüqi frezer, şaquli frezer və uzununa frezer dəzgahlarına, xüsusi təyinatlı frezer dəzgahları yan frezləyici konsulsuz frezer, fırlanan stollu karusel-frezer, fırlanan barabanlı frezer, sürətçıxaran frezer, yivəçan frezer, işgilaçan frezer, aqreqat frezer dəzgahlarına ayrılır.



Şəkil 6.21. 6H82 modelli universal-frezer dəzgahının ümumi görünüşü

Üfüqi və şaquli dəzgahlarının təkmilləşmiş tipi universal frezer dəzgahıdır. Universal frezer dəzgahında xüsusi mexanizm vasitəsilə dəzgah stolunu şaquli ox ətrafında bucaq altında döndərmək mümkün olur. Bununla əlaqədar olaraq pəstah bir vəziyyətdən digər vəziyyətə gətirilir. Bu dəzgahın ümumi görünüşü şəkil 6.21-də göstərilmişdir.

Universal üfüqi-frezer dəzgahlarından (6H82, 6B82, H82III və b.) müstəvi səthləri, yarıqları, fasonlu səthləri, dişli çarxların dişlərini, vintvarı qanovcuqları və s. frezləmək üçün istifadə edilir.

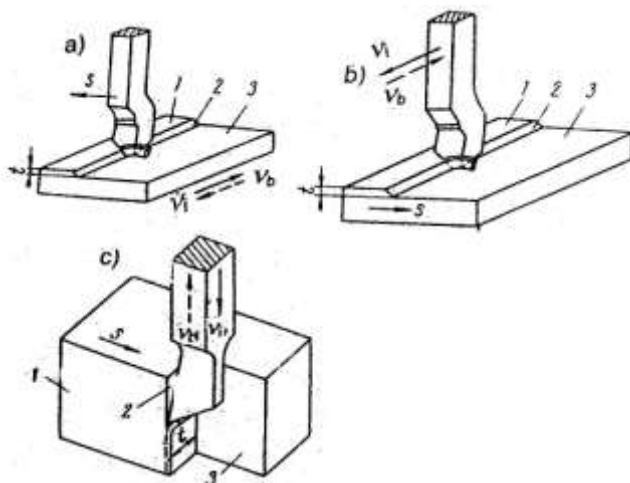
10. Pəstahların düzyonma, iskanə və dartma dəzgahlarında emal edilməsi

Düzyonuş və iskanələmə emal sxemləri baş düzxətli irəli və boş geri hərəkətli gedişli, həmçinin fasiləli düzxətli veriş hərəkəti ilə xarakterizə edilir. Baş və veriş hərəkətləri kəsici alətə və yaxud pəstaha verilə bilər. Emal üç əsas sxem üzrə aparılır.

1. Uzununa-düzyonuş dəzgahında emal sxemi (şəkil 6.22a) psıtahın baş irəli-geri hərəkəti və alətin eninə, şaquli və yaxud maili istiqamətlərdə fasiləli veriş hərəkəti ilə xarakterizə olunur.

2. Eninə-düzyonuş dəzgahında emal sxemi (şəkil 6.22 b) alətin baş irəli-geri hərəkəti ilə xarakterizə olunur; bu sxem üzrə emalda eninə istiqamətdə veriş hərəkəti pəstaha, şaquli və maili istiqamətli emalda isə bu hərəkət kəsikiyə verilir.

3. İskanə dəzgahında emal sxemi (şəkil 6.22 c) eninə-düzyonuş dəzgahında aparılan emal sxemi ilə eynidir, lakin kəsikiyə şaquli müstəvi üzrə baş hərəkət, pəstaha isə yalnız veriş hərəkəti verilir.



Şəkil 6.22. Düzyonuş (a,b) və iskənələmə (c) sxemləri

Kəskinin yonqar götürdükdə, yəni işlək gedişi zamanı malik olduğu sürətə kəsmə sürəti (v) deyilir və uzununa düzyonma dəzgahlarında kəsmə sürəti aşağıdakı düstur ilə ifadə edilir:

$$v = \frac{Ln(1+m)}{1000} m / \text{dəq.}$$

Burada, n – stolun bir dəqiqə müddətində işlək və boşuna gedişlərinin sayı;

L – stolun gedişinin uzunluğu, mm;

m – stolun işlək gedişinin sürətinin, boşuna gedişinin sürətinə nisbəti olub, $m = 0,60 \dots 0,75$ arasında dəyişir.

Kəsmə dərinliyi (t) işlək gediş zamanı kəskinin pəstahın içərisinə nüfuz etdiyi dərinliyə deyilir (şəkil 6.22).

Veriş (S), pəstahın və ya kəskinin eninə istiqamətdə irəli və geri gedişləri zamanı keçdiyi məsafəyə deyilir. Verişi tapmaq üçün kəski ilə götürülən yonqarın en kəsiyi sahəsinin (f) kəsmə dərinliyinə nisbətindən də istifadə edirlər:

$$f = ab = st; \quad s = \frac{f}{t} \text{ mm}$$

Düzyonma dəzgahlarında müstəvi səthli pəstahları, iskənə dəzgahlarında yarıqlar, iskənə qanovcuqları, çökəkliklər, şaquli səthlər emal olunur.

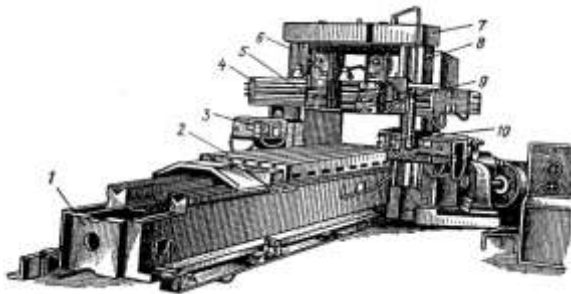
Düzyonuşla emal frezləmə, iskənə dəzgahlarında emal isə dartma ilə emala nisbətən aşağı məhsuldarlığa malikdir.

Düzyonma dəzgahlarında yonma prosesi pəstah ilə kəski arasında zərbələrin baş verməsi ilə müşayiət edilir. Zərbələrin güc və intensivliyini azaltmaq üçün düzyonma kəsكىlərinin ölçüsü tokar kəsكىlərinə nisbətən artıq götürülür və kəsmə sürəti xeyli azaldılır.

Düzyonma dəzgahlarında işlədilən kəsكىlər konstruksiya cəhətdən torna kəsكىlərindən fərqlənir. Lakin torna kəsكىlərinə nisbətən iri kütləli olur. Bu, zərbə şəraitində işləyən kəsكىlərin tez sınımmasına və sıradan çıxmmasına imkan verir.

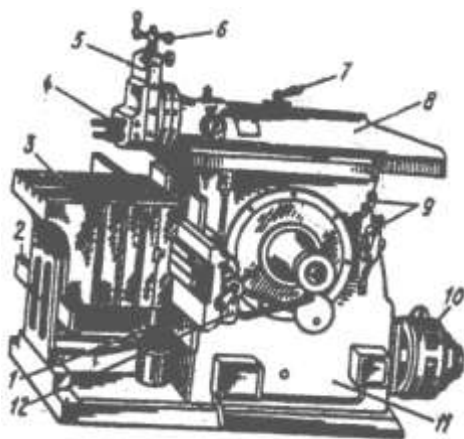
Düzyonuş və iskənə dəzgahları əsasən fərdi və kiçikseriyalı istehsalda, həmçinin təmir sexlərində tətbiq olunur. Düzyonuş dəzgahlar qrupuna uzununa-düzyonuş, eninə-düzyonuş, iskənə dəzgahları və xüsusi dəzgahlar daxildir.

Uzununa düzyonuş dəzgahları (şəkil 6.23) ilə orta və iri pəstahların yastı səthləri, eninə-düzyonuş dəzgahları (şəkil 6.24) ilə kiçikölçülü pəstahların müstəvi və fasonlu səthləri emal olunur. Uzununa-düzyonuş dəzgahları, öz növbəsində, bir və iki çatılı olur.



Şəkil 6.23. 7231A modelli uzununa-düzyonuş dəzgahının ümumi görünüşü

İskənəlmə prosesi iş mahiyyətinə görə düzyonma prosesindən az fərqlənir. Bu proses başlıca olaraq şaquli müstəvi üzrə yerləşən səthlərin (dairəvi) və s. fasonlu profillərin emalında qanovların və yarıqların açılmasında tətbiq edilir. İskənəlmə zamanı kəsici aləti baş hərəkət, emal edilən pəstah isə veriş hərəkəti alır. Veriş hərəkəti uzununa, eninə və ya dairəvi hərəkətdən ibarət olur. İskənəlmə kəsikləri torna dəzgahlarında işlədilərək kəsiklərə bənzəyir. Kəsici yuxarı qalxdıqda boş gedir, aşağı hərəkət etdikdə isə işlək gedir.

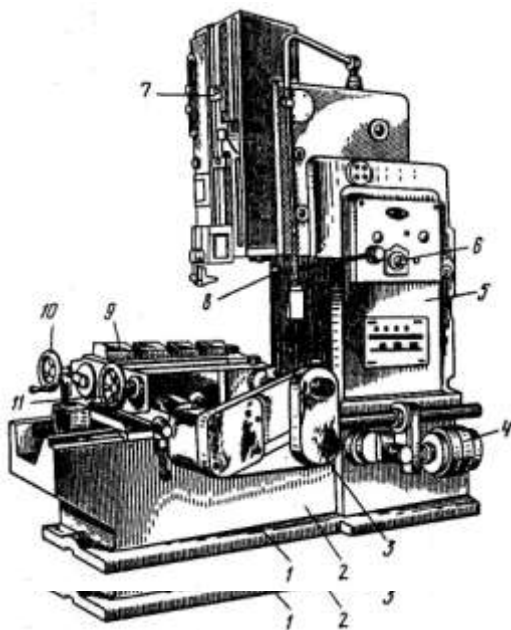


Şəkil 6.24. Eninə-düzyonuş dəzgahının ümumi görünüşü

İskənə dəzgahları fərdi və kiçik seriyalı istehsalatda tətbiq edilir. Şəkil 6.25-də 7430 modelli iskenə dəzgahının ümumi görünüşü göstərilmişdir.

Dartma-daxili və xarici səthləri tamamlayıcı emal etmək üçün tətbiq olunan yüksək məhsuldarlıqlı üsuldur. Bu, emal olunan səthin forma və ölçülərinin yüksək dəqiqliklə alınmasını təmin edir. Dartma prosesi çoxtiyəli kəsici alətlə xüsusi konstruksiyalı dartma dəzgahlarında aparılır. Emal ediləcək səthlərin

növündən asılı olaraq bunları daxili və xarici dartma, baş hərəkətin istiqamətinə görə isə üfüqi və şaquli dəzgahlara ayrılır.



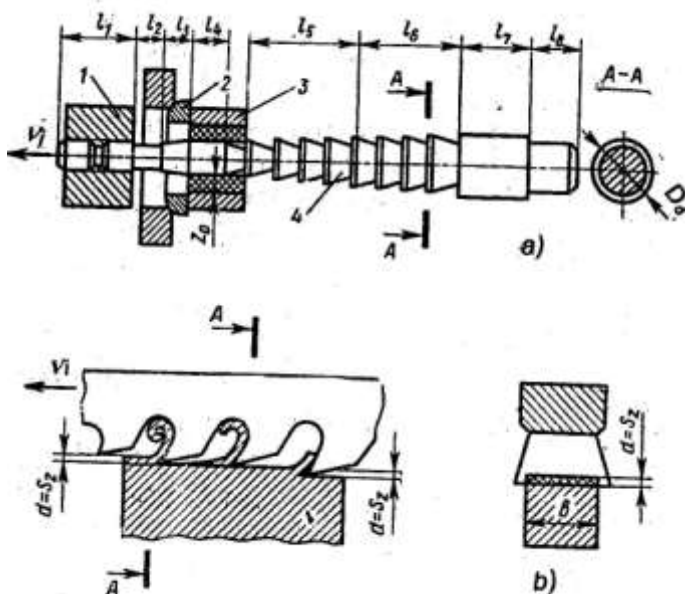
Şəkil 6.25. 7430 modelli iskənə dəzgahının ümumi görünüşü

Şəkil 6.26-da daxili və xarici dartıların iş sxemləri verilmişdir. Seriyalı istehsalatda daxili dartma proses üçün ən çox üfüqi dartma dəzgahlarından istifadə olunur. Şaquli dartma dəzgahları isə nisbətən məhdud tətbiq edilir. Daxili dartma ilə emal ediləcək dəşiklər əvvəlcədən burğu ilə kəşilir. Daxili dartma ilə müxtəlifşəkilli dəşiklərin səthləri emal olunur, məsələn, silindrik, üç üzlü, kvadrat, fasonlu, həmçinin daxilində müxtəlif profilli qanovcuq və yarıqları olan dəşiklərin səthləri. Xarici səthləri birbaşa, yəni onları qabaqcadan kəsib hazırlamadan, kobud şəkildə dartı ilə emal olunur. Dartma zamanı kəsmə sü-

rəti başlıca olaraq pəstah və dartının materialından, kəsmə rejimindən və başqa amillərin təsirindən asılı olaraq 1–20 m/dəq arasında dəyişir. Dartılar bütöv halda, yığılma və ya quraşdırılma ilə hazırlanır. Onlar legirlənmiş alət poladlarından, tezkəsən poladlardan hazırlanır və yaxud bərk ərintilərdən hazırlanmış lövhəciklərlə təchiz olunur.

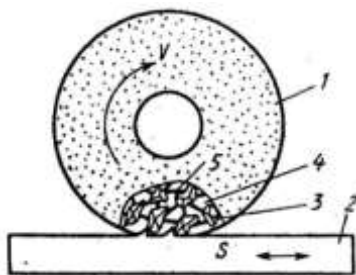
11. Metalların cilalama dəzgahlarında emal edilməsi

Bu prosesin maliyyəti metal və qeyri-metal pəstahların kəsici elementləri abraziv material dənələrindən hazırlanmış abraziv alətlə emalından ibarətdir. Cilalamaqla pəstahın səthini maksimum hamarlayır, sığallayır və səthin dəqiqliyini təmin edirlər.



Şəkil 6.26. Dartı dəzgahlarında emalın sxemi: a-daxili dartma;
1-patron; 2-sferik dayaq şaybası; 3-emal edilən pəstah;
b-xarici dartma

Şəkil 6.27-də cilalama ilə aparılan kəsmə prosesinin sxemi göstərilmişdir. Abraziv dairəsi (1) öz aralarında xüsusi əlaqələndirici (5) ilə bitişdirilmiş çoxlu sayda abraziv dənələrin (3) ibarət məsaməli bir monolit cisimdir. Burada məsamələr (4) əlaqələndirici və abraziv dənələrin arasında yerləşir. Dairənin kəsici səthlərində abraziv dənələri bir-birindən müxtəlif məsafələrdə olmaqla nizamsız şəkildə yerləşən müxtəlif hündürlükdə çıxışlara malik olur. Buna görə də bütün dənələr eyni cür işləmir. Pəstahın (2) yerdəyişməsi zamanı abraziv dənələrinin təpələri vasitəsilə metaldan nazik bir qat (yonqar) çıxarır. Bu zaman yonqarın çıxarılmasında iştirak edən abraziv dənələrinin nizamsız yerləşməsi, eyni zamanda, sayca həddən çox olması çıxarılan yonqarın sonsuz kiçik doğranması ilə nəticələnir.

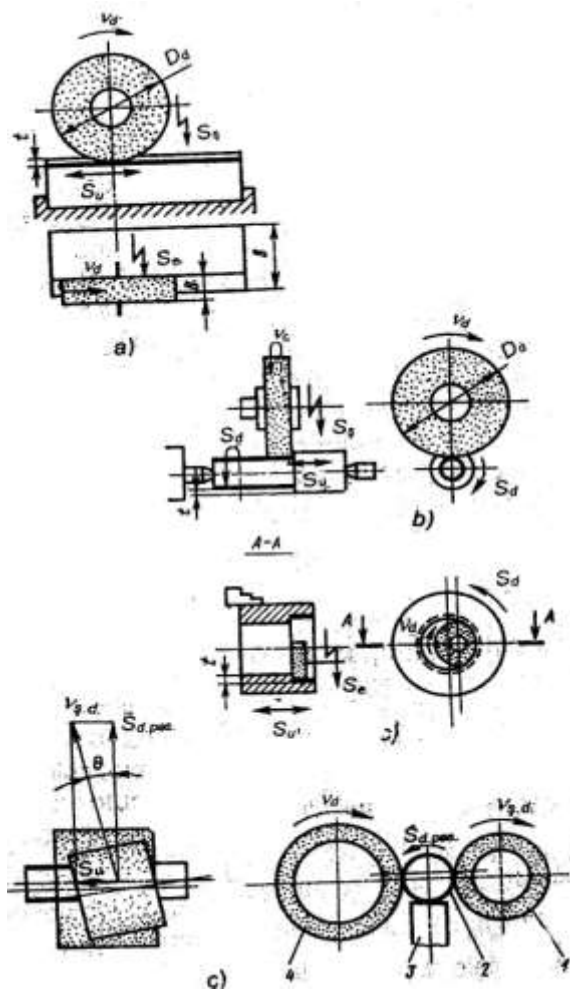


Şəkil 6.27. Müstəvi cilalamanın sxemi

Abraziv dənələri kəsici tilləri, frez və dartıların kəsici dişlərinin rolunu oynayır. Abraziv materiallar başlıca olaraq ovuntu, toz, dairələr, seqmentlər şəklində tətbiq edilir. Cilalama yolu ilə nazik metal qatı kəsməklə yanaşı, məmulatın tələb olunan forma və ölçüyə çatdırılması, yəni tamamlama əməliyyatı, habelə kəsici alətlərin itilənməsi kimi işlər də görülür.

Cilalama sxemləri şəkil 6.28-də verilmişdir. Müstəvi cilalamada pəstah uzununa verişlə irəli-geri hərəkət edir (şəkil 6.28 a). Dairə və ya pəstah eninə fasiləli verişlə hərəkət etməlidir. Kəsmə dərinliyi üzrə şaquli veriş hərəkəti də fasilələrlə verilir.

Dairəvi cilalamada (şəkil 6.28 b) pəstahın irəli-geri yerdəyişməsi uzununa veriş hərəkətini, onun fırlanması isə dairəvi verişi təşkil edir. Kəsmə dərinliyi üzrə eninə veriş pəstahın kənar vəziyyətlərində verilir.



Şəkil 6.28. Cilalamanın əsas sxemləri: a- müstəvi; b-dairəvi; c-daxili; ç-mərkəzsiz

Abraziv daxili cilalama (şəkil 6.28 c) cilalama dairəsinin diametrinin pəstahın diametrindən kiçik olan hallarda tətbiq edilir və bu aşağıdakı iki üsulla aparılır:

- a) fırlanan pəstahdakı deşiyi cilalamaqla;
- b) fırlanmayan pəstahdakı deşiyi cilalamaqla.

Fırlanan pəstahdakı deşiyi cilalama üsulundan kiçik ölçülü deşiklərin cilalanmasında, fırlanmayan pəstahdakı deşiyi cilalama üsulundan isə pəstah dəzgah patronunda bağlanması mümkün olmayan iri pəstahların deşiyinin cilalamasında istifadə edilir. Bu üsulla cilalamada kəsmə hərəkətləri yuxarıda göstərilmiş sxemlərdəki hərəkətlərə uyğundur.

Mərkəzsiz xarici dairəvi cilalamada (şəkil 6.28 ç) kəsmə-də baş hərəkət V_d işlək dairə 4 ilə yerinə yetirilir. Pəstah 2 dayaq bıçağı 3 üzərinə qoyulur, pəstahdan sağda $V_{s.d.}$ sürətlə fırlanan aparıcı dairə 1 yerləşir. Aparıcı dairə ilə pəstahın arasında sürtünmə işlək dairə ilə pəstah arasındakı sürtünmədən böyük olduğu üçün, pəstah $V_{s.d.}$ sürətinə yaxın sürətlə fırlanır. Emaldan öncə aparıcı dairə $\theta = 1 \dots 70$ bucaq altında yerləşdirilir; bunun sayəsində $V_{s.d.}$ vektoru $S_{d.pəs.}$ və S_e toplananlarına ayrılır. Eninə veriş hərəkəti pəstahın bütün uzunluğu üzrə cilalanmasını təmin edir.

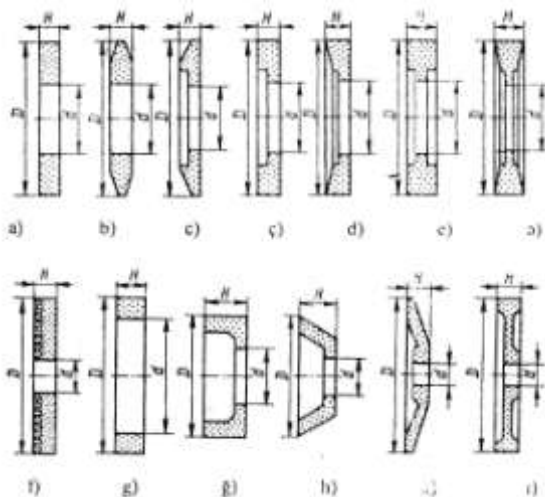
Şəkil 6.29-da müxtəlif formalı abraziv alətlər göstərilmişdir. Abrasiv dairələrin keyfiyyətini və tətbiq sahəsini xarakterizə edən amillərdən biri də onların bərkliyidir. Abrasiv dairəyə təsir edən xarici qüvvələr onun səthindəki abraziv dənəcikləri qoparmaya çalışır. Əlaqələndirici maddə isə dağıdıcı qüvvələrə müqavimət göstərir. Bərklik artdıqca bu müqavimət də artır.

Abrasiv alətlərin bərklik dərəcəsinin şkalası və onların şərti işarəsi cədvəl 6.1-də verilmişdir.

Abraziv alətlərin bərkliyi

Bərklik dərəcəsi	İşarəsi		
	Ümumi	Əlaqələndiricidən asılı olaraq	
		Keramik və bakelit	Vulkanit
Çox yumşaq (весьма мягкий)	VM	VM 1, VM 2	
Yumşaq (мягкий)	M	M 1, M 2, M 3	
Orta yumşaq (средне мягкий)	SM	SM 1, SM 2	
Orta (средний)	S	S 1, S 2	S
Orta bərk (средне твердый)	ST	ST 1, ST 2, ST 3	ST
Bərk (твердый)	T	T 1, T 2	T
Çox bərk (весьма твердый)	VT	VT 1, VT 2	
İfrat bərk (чрезвычайно твердый)	ÇT	GT 1, ÇT 2	

Qeyd: İşarədəki hərfdən sonra gələn 1, 2, 3 rəqəmləri verilmiş bərklik dərəcəsi daxilində abraziv alətin bərkliyinin artmasını göstərir.



Şəkil 6.29. Cilalama dairələrin en kəsiyinin formaları

Abraziv dairələri forma və ölçülərindən başqa, abraziv materialın növü, bərklik, kəsici dənənin böyüklüyü (dənəvərlik), əlaqələndiricinin növü və daxili struktura üzrə də xarakterizə olunur. Dairələri fərqləndirmək üçün onlar markalanır: III-düzprofilli yastı dairə; AIII-düzprofilli yastı almaz dairə; IIIdüzprofilli yastı elbor dairə və s. Dairənin forma və ölçü göstəricilərindən sonra onun markası qeyd olunur. Məsələn, 24A40CM17K5 markalı dairədə: 24A-abraziv materialın – ağ elektrik-korund; 40-dənəvərlik ədədini, yəni dənənin şərti ölçüsünün 400 mkm olduğunu göstərir; CM 1 (orta yumşaq) – dairənin bərkliyini, yəni onun əlaqələndiricisinin abraziv dənələri saxlamaq qabiliyyətini; 7 (orta) –dairənin strukturunda abrazivin miqdarı 46...52%; K5-dairənin əlaqələndiricisinin keramika 5 (gil, çöl şpatı, kvars və s. qatışığı) olduğunu göstərir. Almaz dairələrinin markalanma qaydası başqadır. Məsələn, ACO 125/100TO2100% markalı dairədə: ACO – abraziv dənəsinin materialını, 100...125–abrazivin dənəvərliyini, mkm; TO2–əlaqələndiricini və 100%-işlək qatın həcmində almazın konsentrasiyasını göstərir. İş prosesində abraziv dairələrində öz-özünə itilənmək qabiliyyəti vardır; belə ki, iş prosesində tədriclə dənələrin qopması və yaxud kütləşmiş dənələrin kənarlaşması sayəsində dairədə itilənmə gedir. Çünki kütləşən abraziv dənələr asanlıqla qopub düşərək üstdəki sivri kəsici tilli dənələrin çılpqlaşmasına və işə düşməsinə səbəb olur. Buna öz-özünə itilənmə prosesi deyilir.

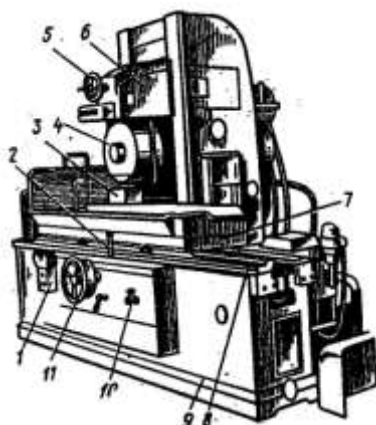
Pəstahların emal xarakterindən asılı olaraq dairəvi, daxili, müstəvi, fasonlu, cilalanma, itiləmə, tamamlama və çatdırma dəzgahları tətbiq edilir. Konstruksiya və texnoloji xüsusiyyətlərinə görə dairəvi cilalama dəzgahları, öz növbəsində, mərkəzli, mərkəzsiz və xüsusi dairəvi dəzgahlara ayrılır. Bu dəzgahlarda xarici səthi silindrik və konus şəklində olan pəstahları, pəstahın bir hissəsini, dairəvi formasına malik pəstahları dəzgahda bərkitməkdən emal olunur.

Daxili cilalama dəzgahlar vasitəsilə pəstahların daxili boşluqlarındakı müxtəlif formaya malik səthlər, müstəvi cilalama dəzgahlarda müstəvi və düzxətli fasonlu səthlər emal edilir.

Fasonlu və ixtisaslaşdırılmış cilalama dəzgahlarda mürəkkəb konfigurasiyalı fasonlu səthi olan hissələr emal edilir. Emal xarakterindən asılı olaraq ixtisaslaşdırılmış yiv, şlis və diş cilalayıcı dəzgahlar tətbiq olunur.

Göstərilən dəzgahlardan başqa, maşınqayırma zavodlarında müxtəlif kəski alətlərini itiləmək və emal olunan məmulatı tələb olunan ölçüyə çatdırmaq üçün çatdırma dəzgahları da işlədilir.

Şəkil 6.30-da 3Б722 modelli universal müstəvi-cilalama dəzgahının ümumi görünüşü verilmişdir. Emal edilən pəstah 3 dəzgahın stolunda 7 bərkidilir. Hidravlik mexanizm vasitəsilə stol çatının 9 istiqamətləndiriciləri 8 üzrə irəli-geri hərəkət edir. Stolun hərəkət istiqaməti ling 2 vasitəsilə dəyişdirilir. Cilalayıcı aşığın 4 eninə veriş hərəkəti ilə nazimçarxı 5 və ya avtomatik idarəetmə paneli 10 vasitəsilə aparılır. Kəsmə dərinliyi nazimçarxı 11 vasitəsilə əl ilə və yaxud hidravlik hərəkət mexanizmi ilə avtomatik təyin olunur. Kəsmə dərinliyi şaquli istiqamətləndirici sütuncuq üzrə cilalayıcı aşıqla birlikdə karetkanın 6 yerini dəyişməklə təyin edilir. Cilalayıcı aşığın şpindeli fırlanma hərəkətini düymə 1 ilə işə elektrik dövrəsinə qoşulan elektrik mühərrikindən alır.



Şəkil 6.30. 3Б722 modelli universal müstəvi-cilalama dəzgahının ümumi görünüşü

Cilalanma prosesindən sonra yüksək dərəcədə təmiz və dəqiq səthlər almaq üçün tamamlama-çatdırma emal üsullarından istifadə olunur.

Tamamlama əməliyyatı başlıca olaraq almazla zərif yonma, zərif cilalama, superfiniş, honunqləmə, paradaqlama üsulları ilə aparılır. Tamamlama və çatdırma əməliyyatları müxtəlif almaz abraziv dairələri, kəskiləri, bülövləri və başqa abraziv kəsici alətləri, lent və tozlardan istifadə etməklə aparılır.

Emal olunmuş səthin, ancaq təmizlik sinfinin yüksəldilməsinə xidmət göstərən abraziv əməliyyatı paradaqlama adlanır. Tiyəli kəsici alətlərin işçi hissələrinin cilalanmasına isə itiləmə deyilir.

Müasir texnikada yüksək mexaniki, texnoloji, xüsusi fiziki-kimyəvi xassələrə malik yeni materiallar tətbiq edilir. Bu materiallardan adi üsullarla məmulat alınması çox çətin və ya mümkün deyildir. Ona görə də, son zamanlar texnikada yeni məhsuldar və təkmilləşdirilmiş texnoloji proseslər və səmərəli emal metodları, məsələn, elektrik-fiziki və elektrik-kimyəvi (EΦEK) və s. üsullar tətbiq edilməkdədir.

EΦEK emal üsulları kəsmə ilə emalı tamamlayır, bəzi hallarda isə həmin emala nisbətən bir çox üstünlüklərə malikdir. EΦEK üsulları tətbiq edildikdə ya təzyiq qüvvəsindən istifadə edilmir, ya da elə kiçik təzyiq qüvvəsi tətbiq edilir ki, bu qüvvə ümumi emal dəqiqliyi xətasına heç bir təsir göstərmir.

Həmin üsulların tətbiqi nəinki səthi emal olunacaq pəstahların formasının dəyişdirilməsinə imkan verir, eyni zamanda, səth qatının vəziyyətinə də müəyyən təsir göstərir. Belə ki, emal olunan səth möhkəmlənir, qüsurlu qat çox cüzi olur, cilalama və s. zamanı əmələ gələn səth yanıqları kənar edilir. Bununla yanaşı metalın yeyilməyə, korroziyaya davamlılığı, möhkəmliyi və başqa istismar xassələri artır.

Y E D D İ N C İ B Ö L M Ə

METAL OVUNTULARINDAN DETALLAR

HAZIRLANMASI

Maşınqayırmanın inkişafı, eləcə də buraxılan məmulatların keyfiyyətinin yüksəldilməsi və etibarlılığının artırılması məsələləri yeni konstruksiya materialları yaradılmasını tələb edir. Ovuntu materialları sənayenin bütün sahələrində tətbiq edilir. Ovuntu metallurgiyası iqtisadi cəhətdən sərfəli və keyfiyyətli materialların, yüksək temperaturda işləməyə qadir olan ovuntu örtüklərinin və xüsusi xassəli məmulatların alınması üçün böyük potensial imkanlara malikdir.

Ovuntu metallurgiyası təkcə yeni xassəli konstruksiya və xüsusi təyinatlı detalların alınması ilə məhdudlaşmır. O, həm də metal tullantılarından istifadə edərək, yüksək xassəli materiallar hazırlamağa imkan verir.

Ovuntu metallurgiyası–yüksək odadavamlılığa, yeyilməyə-davamlılığa, sabit maqnit və başqa xüsusi xassəli kompozisiya materialları və onlardan maşın detalları istehsalına imkan verir.

Konstruksiya materiallarının seçilməsi onların fiziki-mexaniki və istismar xassələrindən asılıdır. Bu xassələr konstruksiya materiallarının özlərinin və onlardan maşın detalları istehsalatında tətbiq edilən texnoloji proseslərə təsir göstərir. Belə materiallardan maşın detallarının istehsalı prosesi materiallardan istifadə əmsalının yüksək (0,85-0,95) olması, az əmək sərf edilməsi, yüksək mexanikləşdirmə və avtomatlaşdırma ilə xarakterizə olunur.

Ovuntu metallurgiyası – metal ovuntuları və onlardan maşın detallarının istehsalı ilə məşğul olan texnoloji sahədir. Metal ovuntusundan və ya ovuntular qarışığından əvvəlcə məmulat preslənir. Sonra isə onu termiki emala uğradaraq bişirirlər. Sənayedə müxtəlif ovuntular buraxılır: dəmir, mis, kobalt, volfram və s. Ovuntuların alınma üsulları şərti olaraq iki əsas qrupa bölünür: mexaniki və fiziki-kimyəvi.

Adi üsullara nisbətən ovuntu metallurgiya üsulları ilə məmulatın hazırlanması bir sıra üstünlüklərə malikdir:

1. ovuntunun tərkibindən və onun alınma üsulundan asılı olaraq məmulat xüsusi xassələrə malik və dəqiq ölçüdə alınır;

2. məmulata metal sərfi azalır; adi texnologiyada tullantı 30–40%, ovuntu metallurgiya üsulunda – 3–4% olur;

3. istehsalın tullantı metalından (yonqar, sıçrantı, axıntı-lar) istifadə edilmə imkanı yaranır;

4. məmulatın hazırlanmasında ümumi əmək tutumu azalır;

5. metal və qeyri-metal qatışığından məmulat hazırlamaq imkanı yaranır;

6. mexaniki emalın həcmi xeyli azalır;

7. məmulatın ömürüzunluğu (məsaməli yastıqlar, oksidləşdirici mühitlərdə işlədilən məmulatlar) artır.

Kiçikölçülü məmulatın böyük miqyasda istehsalında ovuntu metallurgiya üsulunun iqtisadi səmərəsi daha əlverişli olur.

1. Ovuntu materiallarının istehsalı və xassələri

İlkin materiallar və ovuntuların alınma üsulları alınan ovuntuların kimyəvi tərkibinə, ölçülərinə və şəklinə təsir göstərir. Metal ovuntuları iki üsul ilə alınır: mexaniki və fiziki-kimyəvi. Mexaniki üsul ilə ovuntuların alınmasında xırdalanma prosesində ilkin materialın kimyəvi tərkibi dəyişməz qalır; lakin mexaniki üyüdlümə zamanı alınan ovuntu zibillənə bilər. Fiziki-kimyəvi üsullarla metal ovuntularını aldıqda ilkin materialların kimyəvi tərkibi, həmçinin aqreqat halı dəyişir. Metal ovuntularının oksidlərdən bərpa yolu ilə alınma üsulu geniş yayılmışdır, yüksək məhsuldarlığa malikdir və iqtisadi əlverişlidir.

Ovuntu metallurgiyasında kompakt metalların mexaniki üsulla xırdalanması ən qədim üsullardan biridir. Bu üsulla istənilən metalı ovuntu halına çevirmək olar.

Xırdalanma verilmiş materialın ölçülərinin əvvəlkinə nisbətən kiçildilməsindən ibarətdir ki, bu da, əsasən xarici qüvvə tətbiq etməklə həyata keçirilir. Sonuncunun təsiri altında metal

üyüdüldür və sürtülüb yeyilmə nəticəsində xırda hissələrə parçalanır. Mexaniki xırdalanma üsulu ilə nisbətən kövrək materialları — silisium, berillium, sürmə, xrom, manqan, ferroərintilər, alüminium ərintilərini və s. ovuntu halına salmaq daha asandır. Plastik metalların üyüdülməsi (Zn, Cu, Al və b.) çətindir və məqsədəuyğun deyildir. Belə ki, həmin materiallar tez əzilərək yastılanır və dağılmaya məruz qalmır. Mexaniki xırdalama üsulunu metalların emalı zamanı yaranan tullantıları xırdalamağa tətbiq etdikdə daha çox iqtisadi mənfəət əldə edilir.

Mexaniki üsulla ovuntu almanın əsasən aşağıdakı iki üsulu geniş yayılmışdır:

1. metalları kəsmə ilə emal etməklə kiçik yonqar və qırıntılarının alınması;

2. metalın kürəşəkili, çəkiçvarı və digər dəyirmanlarda xırdalanması.

Birinci üsul sərfəli olmadığına görə az-az tətbiq olunur.

Metalların emalı zamanı alınan yonqar və qırıntıların yenidən müxtəlif növ dəyirmanlarda ovuntu halına salınması daha məqbul sayılır.

Fiziki-kimyəvi üsullarla ovuntunun alınması elə texnoloji prosesdir ki, alınan ovuntunun tərkibi müxtəlif fiziki-kimyəvi çevirmələr hesabına ilkin materialın kimyəvi tərkibindən kəskin fərqlənir.

Mexaniki üsuldən fərqli olaraq bu üsul daha universaldır. Belə ki, bəzən ovuntunun, xüsusilə kimyəvi tərkib və strukturuна aid olan xüsusiyyətlərini ancaq bu metodla təmin etmək mümkündür.

Müxtəlif birləşmələrin reduksiya edilməsi yolu ilə praktik olaraq, bütün materialların ovuntularını almaq olar. Bu metodda iqtisadi-texniki göstəricilər baxımından ilkin material kimi tullantılardan istifadə etmək daha məqsədəuyğundur. Sənayedə reduksiyaedici kimi oksidlərdən, halogenlərdən və daha aktiv materiallardan geniş istifadə edilir.

Dəmir ovuntusu metallurgiyanın əsas materiallarındanır. Son illər dəmir ovuntusundan alınan bişirilmiş məmulatların istehsalı xeyli artmışdır. Lakin ovuntunun özünün alınma xərcinin nisbətən çox olması onun kütləvi şəkildə sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiq olunmasını məhdudlaşdırır.

Dəmir ovuntusunu müxtəlif metodlarla alırlar və çalışırlar ki, onun xassələri kifayət qədər tələblərə cavab versin və təmiz tərkibli olsun.

Dəmir ovuntusunun istehsalında nisbətən ucuz xammal kimi əsasən metallurgiya zavodlarında tökmə zamanı alınan tullantılar, dəmir yanığı, polad, çuqun qırıntıları (qızdırma və soyutma zamanı alınan) istifadə edilir. Dəmir yanığın tərkibi Fe_3O_4 -dən və çox da böyük miqdarda olmayan Fe_2O_3 -dən ibarətdir və bu qarışıqda da dəmirin miqdarı 72%-dir. Bundan başqa dəmir ovuntusunun alınmasında digər ucuz xammal kimi konsentratla zəngin olan təbii dəmir filizləri istifadə olunur ki, onun da tərkibində 71% dəmir vardır. Belə konsentratlarda dəmir hematit Fe_2O_3 , maqnetit Fe_3O_4 , limonit HFeO_2 , siderit FeCO_3 və başqa kimyəvi birləşmələr şəklində mövcud olur.

Metal ovuntuları kimyəvi tərkibi, fiziki və texnoloji xassələri ilə səciyyələndirilir. Ovuntunun kimyəvi tərkibi əsas metalın, qatışıq və qazların miqdarından asılıdır. Ovuntuların fiziki xassələri aşağıdakı faktorlarla təyin olunur: hissəciyin forması, ölçüsü və iriliyinə görə bölünməsi, xüsusi səth, sıxlıq, mikrobərklik. Ovuntuların texnoloji xassələri səpilmə sıxlığı, axıcılıq, preslənmə və qəliblənmə qabiliyyətləri ilə səciyyələndirilir.

Bundan başqa, bəzi hallarda ovuntuların xüsusi xassələri ni öyrənmək lazım gəlir. Belə xassələrdən korroziyaya davamlılığı, kimyəvi aktivliyi, adsorbsiya olunma qabiliyyətini, rəngini, parıltılığını və s. göstərmək olar. Ovuntunun xassələrini bilmək məhsulun istehsalı zamanı texnoloji prosesi düzgün təşkil etməkdən ötrüdür. Lazımı xassəli bişmiş məmulatların alınmasını təmin etmək üçün ovuntunun əsas xassələri Dövlət Standartına və ya texniki şərtə uyğun olmalıdır.

Ovuntunun digər xüsusiyyətlərindən biri də onun zəhərli-
liyidir. Belə ki, istənilən metalın tozu (kompakt vəziyyətdə ta-
mamilə zərərsiz olduğu halda) insan bədəninə çox güclü təsir
göstərir və orqanizmdə patoloji dəyişikliklər yarada bilər. Bu-
nunla əlaqədar olaraq metal tozlarının mümkün konsentrasiya
həddi kifayət qədər kiçik olmalıdır

2. Ovuntunun qəliblənməsi və preslənməsi

Ovuntunun qəliblənmə və preslənmə qabiliyyəti onun ən
vacib texnoloji xassələrindən biridir. Ovuntunun sıxıla bilmə
qabiliyyətinə baxdıqda, bir tərəfdən preslənmə prosesində sıxıl-
ma qabiliyyətini (preslənmə qabiliyyətini), digər tərəfdən pres-
lənmədən sonra onun formasını saxlayabilmə qabiliyyətini
(qəliblənmə qabiliyyəti) nəzərə almaq lazımdır. Yaxşı preslə-
nən ovuntu qəliblənmə prosesini asanlaşdırır, daha az təzyiq la-
zım olur. Yaxşı qəliblənmə qabiliyyətli ovuntu möhkəmliyi nis-
bətən böyük dağılmaya qarşı davamlı presləmə verir. Preslə-
mə əsasən ovuntu hissəciklərinin plastikliyindən, az miqdarda
isə hissəciklərin formasından asılıdır. Qəliblənmə isə, əksinə,
əsasən ovuntunun forma və səthinin vəziyyətindən asılıdır: den-
drit formalı, kələ-kötürlüyü böyük olan hissəciklər güclü qə-
liblənmə qabiliyyətinə malik olur.

Presləmənin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi zamanı ovun-
tudan lazımi sıxıqlı briketlərin alınması üçün tətbiq olunan təz-
yiqi, ya da presləmənin müəyyən xüsusi təzyiqində olan ovun-
tunun sıxılma dərəcəsi təyin edilir.

Qəliblənmə, adətən, preslənmə təcrübəsi zamanı alınan
briketlərə görə təyin edilir. Qəliblənmənin keyfiyyətə qiymət-
ləndirilməsi briketlərin xarici görünüşünə əsasən – çatların
olub-olmaması, səthin (parlaq, hamar, kələ-kötür və s.) və kə-
narların vəziyyəti – təyin olunur.

Yaxşı qəliblənən ovuntular, hətta çox da böyük olmayan
preslənmə təzyiqilə nisbətən möhkəm, dağılmayan briketlər
əmələ gətirir. Qəliblənmənin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi

briketin möhkəmliyinin təyini ilə xarakterizə edilə bilər. Briketi yavaş-yavaş və müntəzəm yüklə sıxmaqla sınaqdan keçirirlər.

Ümumi halda qəlibləmə ovuntu məhsuluna sonrakı məmulatların hazırlanması üçün lazımi forma, ölçü, sıxlıq və mexaniki möhkəmliyin verilməsindən ibarətdir. Dənəvər olan materialın ilkin həcmi sıxma nəticəsində azalır və ovuntunun konsolidasiyası baş verir ki, bunun da nəticəsində ovuntu lazımi briket forması alır. Burada müşahidə olunan deformasiya zamanı dənəvər cismin ilkin həcmindən dəyişməsi kompakt cismin deformasiya olunmasından tamamilə fərqlənir. Ovuntunun sıxılması metal pres-qəliblərdə yerinə yetirilir.

Ovuntu metallurgiyasında qəlibləmə bütün digər əməliyyatlardan daha çox texnoloji imkanları məhdudlaşdırır. Bu əməliyyatın yerinə yetirilməsi zamanı müəyyən çətinlik yarandığına görə sıxılmaya qədər ovuntunu xüsusi hazırlıq əməliyyatına uğradırlar.

Ovuntunun preslənməyə hazırlanmasında əsas əməliyyatlar bunlardır: 1) tabalma; 2) ələmə və ya siniflərə ayırma; 3) qatışdırma.

Tabalma ovuntunun plastiklik xassəsini yüksəltmək, presləmə və qəlibləmə qabiliyyətini yaxşılaşdırmaq məqsədilə tətbiq olunur. Tabalma zamanı qızdırma qoruyucu mühitdə (reduksiyaedici, inert və ya vakuum) metal ovuntusunun 0,4-0,6_{t_{ar}} temperatur intervalında yerinə yetirilir. Məsələn, oksidləşmiş mis ovuntusunu 350-400⁰C temperaturda, oksidləşmiş dəmir ovuntusu isə 650-750⁰C-də tabalmaya uğradırlar.

Siniflərə ayırma dedikdə ovuntunun hissəciklərinin ölçüsünə görə fraksiyalara ayrılması başa düşülür. Çünki elə ölçüyə malik hissəciklər ola bilər ki, ondan müəyyən məqsədlər üçün istifadə etmək faydasız olardı. Odur ki, onu əlavə emal növlərinə uğradaraq lazımi xassə və xarakteristikalar yaradırlar.

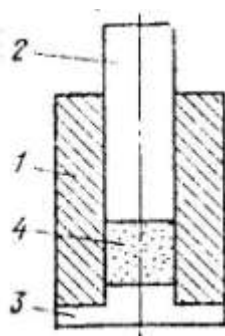
Ovuntu metallurgiyasında ən çox ələk qurğusu ilə siniflərə ayırma növündən istifadə edirlər.

Bişmiş məmulatların hazırlanmasında ən vacib əməliyyatlardan biri də ovuntunun qarışdırılması prosesidir. Verilmiş tərkibli şıxtəni xüsusi qarışdırıcı qurğularda hazırlayırlar. Qarışıqın bircinsliyini təmin etmək çox vacibdir, çünki qatışıqın bu xassəsindən son məhsulun xassəsi əsaslı dərəcədə asılıdır.

Presləmə - hər hansı bağlı formada ovuntuya təzyiqlə təsir etməklə kompakt cismnin formalaşdırılmasından ibarətdir. Sadə pres-qəlibin sxemi şəkil 7.1-də göstərilmişdir. Ovuntu kompakt bərk cisimdən hissəciklərin yüksək mütəhərrikliyi və formasını yalnız müəyyən şəraitdə saxlaya bilməsi ilə fərqlənir.

Presləmə prosesinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, müəyyən həcmə malik dənəvər ovuntu deformasiya edilərək sıxılır. İlkən həcmnin azalması və verilmiş formalı, ölçülü və xassəli briketin qəliblənməsi baş verir. Bu zaman dənəvər cismnin ilkən həcmnin dəyişməsi – deformasiyası kompakt materialın deformasiya olunmasından kəskin sürətdə fərqlənir (ikinci halda həcm sabit qalır, ancaq həndəsi ölçüləri dəyişir).

Ovuntu cismnin həcmnin dəyişməsi, presləmə zamanı ayrı-ayrı hissəciklərin qarışdırılması ilə onlar arasında boşluqların tutulması nəticəsində və hissəciklərin deformasiyası hesabına baş verir.



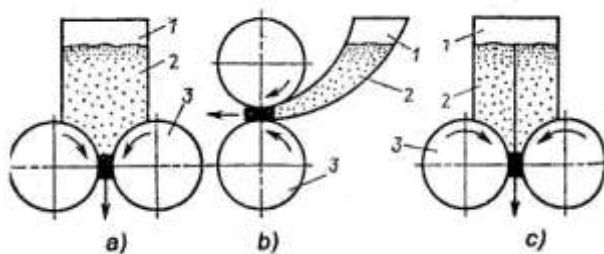
Şəkil 7.1. Pres-qəlib: 1-matrisa; 2-yuxarı puanson; 3- aşağı puanson; 4- ovuntu

Ovuntunun kimyəvi tərkibi presləmə zamanı aşağıdakı amillərə təsir göstərir: a) hissəciklərin plastikliyinə; b) briketin möhkəmlik və sıxlığına; c) metalın səthi aktivliyinə; ç) pres-qəlibin divarının yeyilməsinə; d) ovuntunun qiymətinə.

3. Yayma və ovuntudan hazırlanan məmulatın bişirilmə prosesi

Metal ovuntularından məhsulun yayma ilə alınması çoxdan məlum olmasına baxmayaraq, onu əsasən son 45-50 il müddətində geniş tətbiq etməyə başlamışlar. Prosesin mahiyyəti ovuntudan fasiləsiz yayma ilə məmulatların alınmasından ibarətdir. Yayma bir sıra konstruksiya materiallarının, elektrotexniki, friksion, antifriksion məmulatların (vərəqlər, lentlər və s.), müxtəlif məhsulların təmizlənməsi üçün filtrlərin və digər məsaməli məmulatların alınmasında daha çox tətbiq edilir. Bir qayda olaraq, ovuntudan yayma ilə alınan lentlərin alınmasına çəkilən xərc, həmin lentin tökmə ilə alınma üsulundan 2 dəfə ucuz başa gəlir, həm də burada texnoloji əməliyyatların sayı kəskin sürətdə azalır. Preslənmiş ovuntuların səpilmə sıxlığı $2-3\text{q/sm}^3$ (Fe, Cu, Ni, paslanmayan polad) olur və onların hissəciklərinin ölçüləri 100 mkm-ə qədər götürülür.

Yayma üsulu ilə metal ovuntularından preslənmiş lentşəkilli pəstahlar alınır və sonra bişirilməyə uğradılır; yayma şaquli və üfüqi istiqamətlərdə aparılır. Şaquli istiqamətdə yaymada (şəkil 7.2 a) valcıqların 3 üstündə bunker 1 yerləşir və bu ovuntunun, 2 ətrafa səpələnməsinə imkan vermir. Bunkerdə ovuntu sütunu yaradılır və bu ovuntu, öz kütləsinin ağırlığı hesabına tədricən fasiləsiz deformasiya zonasına daxil olur. Deformasiya zonası tutma bucağı ilə formalaşdırılır. Üfüqi vəziyyətdə yaymada (şəkil 7.2 b) maili novçadan və ya qidalandırıcı şnek mexanizmindən istifadə edilir.



Şəkil 7.2. Metal ovuntularının yayılma sxemi

Yayma zamanı ovuntunun həcmi bir neçə dəfə azalır. Alınan lentin sıxlığı valcıqların diametrinin ölçüsündən, tutma bucağı və yayılan lentin qalınlığından asılı olur. Yayma üçün əsasən iki valcıqlı dəzgahdan istifadə edilir. Yayma ilə iki və üçqatlı lentlər almaq mümkündür. Hazırda metal ovuntuları yayma üsulları ilə qalınlığı 0,025–3 mm və eni 300 mm olan lentlər hazırlanır. Ovuntudan metal-keramik materialların yayma üsulu ilə alınmasının bir sıra üstünlükləri vardır: baha başa gələn pres-qəliblərdən istifadə olunmur; kütlə üzrə nisbətən bərabər sıxlığa malik, nazik qalınlıqda və böyük ölçüdə məmulatı almaq mümkün olur; məhsuldarlıq daha yüksəkdir; eyni sahəyə malik məmulatın istehsalı üçün yayma dəzgahının gücü preslərin gücündən xeyli aşağıdır.

Metallik ovuntuların qızdırılması zamanı hissəciklərin qarşılıqlı sürətdə bir-birinə yapışması (birləşməsi) baş verir. Qızdırma müddətinin və temperaturun artması ilə onların bir-biriləri ilə əlaqələri daha da artır. Beləliklə də, ilkin halda bütöv cisim olmayan ovuntu hər hansı mexaniki möhkəmliyə malik olan məsaməli cismə çevrilir. Əksər hallarda bu zaman ovuntunun sıxlığı da böyüyür; optimal şəraitdə, yəni uyğun temperatur və qızdırma müddətində son halda sıxlıq kompakt metalın sıxlığına çox yaxın da ola bilər.

Yuxarıda göstərilən proses "bişirmə" prosesi adlanır. Bu prosesi həm fiziki proses, həm də texnoloji əməliyyat kimi qəbul etmək olar.

Bişirmə prosesi ovuntu metallurgiyasında əsas texnoloji əməliyyatlardan biri kimi mühüm əhəmiyyət kəsb etməklə, eyni zamanda, bu prosesləri nəzəri cəhətdən araşdırmaq nöqtəyi-nəzərindən böyük əhəmiyyəti vardır.

Bir çox nəzəri məsələlər bu günə kimi həll edilməmiş qalmaqdadır. Belə zənn etmək olardı ki, metalın ərimə temperaturu nə qədər aşağı olarsa onun bişirmə temperaturu da bir o qədər aşağı olar. Lakin bir çox materiallar üçün bu şərt ödənilmir. Məsələn, təmiz dəmirin bişirmə temperaturu $1000-1050^{\circ}\text{C}$ intervalında olduğu halda, paslanmayan poladların bişirmə temperaturu $1250-1300^{\circ}\text{C}$ həddindədir. Halbuki dəmirin ərimə temperaturu 1539°C olduğu halda, paslanmayan poladların ərimə temperaturu bundan da aşağıdır;

Deməli bu, onunla izah oluna bilər ki, bişirmə temperaturu bir tərəfdən rekristallizasiya temperaturlarının fərqi ilə bağlıdırsa, digər tərəfdən kristal qəfəsin mürəkkəb quruluşu ilə əlaqədardır.

Beləliklə, bişirmə - soyuq presləmə, yayma və b. üsullarla alınmış pres-pəstahların möhkəmlik xassələrini yüksəltmək üçün aparılan *termiki əməliyyat* prosesidir. Bişirmə temperaturu bir komponentli sistem üçün ovuntu metalının $2/3$ ərimə temperaturuna və ya çoxkomponentli struktura üçün əsas metalın ərimə temperaturundan aşağı götürülür. Bişirmə zamanı mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslər - səthdə oksidlər bərpa olur, diffuziya, yenidən kristallaşma və s. baş verir. Bişirmə texnologiyası məmulatın möhkəmlik və sıxlığına təsir göstərir. Müəyyən həddə qədər bişmə müddətini və temperaturu artırıqda kontakt səthinin əmələgəlmə prosesləri aktivləşir və bunun sayəsində materialın möhkəmlik və sıxlığı yüksəlir. Lakin temperaturun yüksəlməsi və saxlama müddətinin uzadılması dənələrin böyüməsi ilə nəticələnir və bu məmulatın mexaniki xassələrini pisləşdirə bilər. Bişmədə ölçü dəyişməsi baş verir; bunun qiyməti ovuntu-

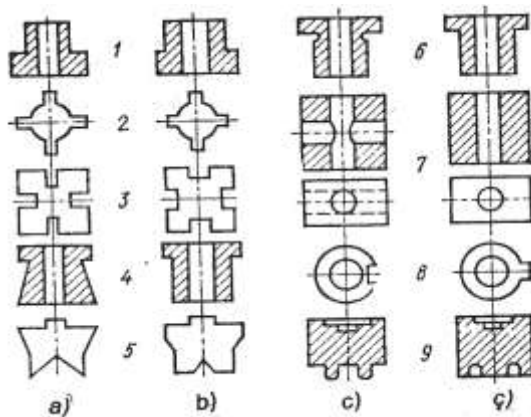
nun disperslik dərəcəsindən, bişirmə temperaturu və müddətindən asılı olaraq dəyişir. Bişirmə qalıq gərginliyi götürür, fiziki xassələri dəyişdirir və məmulatın mexaniki xassələrini yaxşılaşdırır.

Bişirmə üçün alovlu və ya elektrik sobalarından istifadə olunur.

4. Ovuntudan hazırlanan hissələrə texnoloji tələblər

Ovuntu materiallarından alınan hissələrin konstruktiv xüsusiyyətləri onların fiziki-mexaniki və texnoloji xassələrindən, habelə tətbiq ediləcək emal üsulundan asılı olaraq müəyyənləşdirilir. Bununla yanaşı hazırlanacaq hissənin istismar şəraiti və iqtisadi əlverişli olması nəzərə alınır.

Ovuntu materiallarından hazırlanacaq hissələrin konstruksiyalarına xüsusi tələblər qoyulur. Bütün hallarda hissələrin konstruksiyalarını sadələşdirmək lazımdır. Belə ki, hissələrin konstruksiyasında presləmə oxuna perpendikulyar çıxıntılar 2, dar və dərin çökmələr 3, əks konusluluq 4, iti bucaq 5, deşik və çökməliklər 7 daha əlverişli elementlərlə əvəz olunmalı və ya onları presləmə istiqamətində yerləşdirmək lazımdır (şəkil 3,4, 8 və 9).



Şəkil 7.3. Məmulatın qeyri-texnoloji (a,c) və texnoloji (b, ç) konstruksiyalarına aid misallar

Ovuntu materiallarından yarımfabrikat presləndikdə onların formalaşma prosesi böyük oturma ilə müşahidə olunur. Buna görə də, ovuntu materialından hazırlanan hissələrin konstruksiyasında divarın müxtəlif qalınlıqda olmasına yol vermək olmaz (şəkil 3, 4, 1). Əks halda presləmə prosesində yarımfabrikatda əyilmə və çatlama baş verir. Yarımfabrikatın divarının qalınlıq ölçüləri arasındakı nisbət 1:3-dən böyük olmamalıdır (şəkil 3, 4, 6). Yarımfabrikatların ölçülərindən və işlədilən ovuntu materialından asılı olaraq onların divarının qalınlığı 0,5-5mm, divarın ortasındakı keçidlərin radiusu isə 0,5-2 mm götürülür.

Presləmə ilə hazırlanan yarımfabrikatlarda deşiklərin formalaşması şamp boşluğuna qoyulmuş içliklər vasitəsilə yerinə yetirilir. Lakin içliyin olması yarımfabrikatda oturmaı çətinləşdirir və onun daxili gərginliyini artırır.

SƏKKİZİNCİ BÖLMƏ

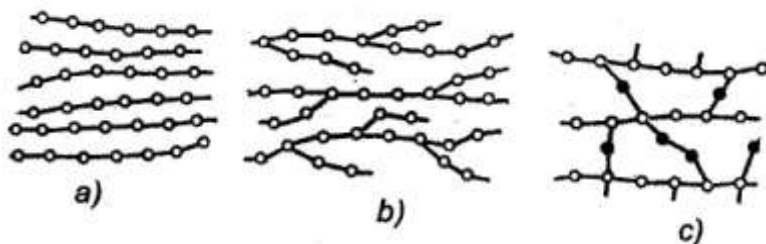
QEYRİ-METAL MATERIALLAR VƏ ONLARDAN MƏMULAT HAZIRLANMA ÜSULLARI

Sənayenin müxtəlif sahələrində metal materiallarla yanaşı qeyri-metal (plastik kütlələr, rezin, şüşə, ağac və s.) materiallar da tətbiq edilir. Qeyri-metal materiallar fiziki, kimyəvi, mexaniki, texnoloji və s. kimi bir sıra dəyərli xassələrə malikdir. Onlar konstruksiya materialı kimi müxtəlif təyinatlı məmulatın hazırlanmasında qara və əlvan metal ərintilərini müvəffəqiyyətlə əvəz edə bilər və yaxud da metallarla kombinəedilmiş şəkildə istifadə olunur.

1. Plastik kütlələr

Süni, yaxud təbii qatranlar əsasında alınmış və yüksək molekulyar üzvi maddələrlə (əlaqələndiricilərlə) plastifikatorların, doldurucu, yağlayıcı və boya materialının qarışığından əmələ gəlmiş mürəkkəb maddələrə plastik kütlə deyilir.

Yüksəkmolekulyar birləşmələr çoxlu sayda aşağımolekulyar birləşmələrdən (monomerlərdən) təşkil olunmuşdur. Monomerlər bir-birilə baş valent əlaqələrinin qüvvələri ilə birləşir. Eyni strukturlu halqalardan təşkil olunmuş birləşmələr- böyük molekullar (makromolekullar) polimerlər adlanır. Polimerlərin makromolekulları xətti, şaxələnmiş və fəza (“hörülmüş”) strukturları formasında ola bilər (şəkil 8.1).



Şəkil 8.1. Polimer molekullarının quruluş sxemi: a – xətti; b – şaxələnmiş; c – fəza

Xətti makro molekullar (şəkil 8.1,a) zəncirvari formada olur və bu zəncirlərdə atomlar öz aralarında kovalent əlaqə ilə birləşmiş olur ki, bu da polimerin xassələrinə təsir edir.

Makromolekulların yerləşməsindən və qarşılıqlı əlaqəsindən asılı olaraq polimerlər amorf (molekulların nizamsız yerləşməsi) və ya kristal (molekulların nizamlı yerləşməsi) halında ola bilər. Polimerlər amorf halından kristal halına keçdikdə onların möhkəmliyi və istiliyədavamlılığı artır.

Plastik kütlələr bir sıra qiymətli mexaniki, fiziki və kimyəvi xassələrə malikdir;

1. sıxlıqları çox azdır. Plastik kütlələr alüminiumdan 2 dəfə, mis və qurğuşundan 5-8 dəfə yüngüldür;

2. nisbətən yüksək möhkəmliyə malikdir;

3. səsi, elektriki yaxşı izolyasiya edir;

4. friksion və antifiriksion xassələri ilə xarakterizə edilir;

5. aqressiv mühitlərin dağıdıcı təsirinə çox davamlıdır;

6. yüksək yanışma qabiliyyətinə malik olduğundan möhkəm birləşmə alınmasına imkan verir;

7. asanlıqla emal olunur.

Bununla yanaşı plastik kütlələrin nöqsanları da vardır.

1. istiliyə davamsızdır;

2. səthi bərklikləri çox aşağıdır;

3. termiki genişlənmə əmsalları yüksəkdir;

4. alışıqandır.

Plastik kütlələr adi temperaturda plastiklik xassələrinə malik deyildir, lakin qızdırıldıqda müəyyən temperatur və təzyiq şəraitində həmin xassələri kəsb edir. Belə ki, yumşaldıqda istənilən formanı alır, adi temperaturadək soyuduqda isə plastikliyini itirib yenidən bərkiyir.

Plastik kütlələr termoreaktiv və termoplastik növlərə ayrılır. Termoreaktiv plastik kütlələr qızdırıldıqda əvvəlcə yumşalır, qismən əriyir, sonradan həllolma qabiliyyətini itirərək bərkiyir. O, təkrar qızdırıldıqda yumşalmadığından və yenidən

plastik hala keçmədiyindən çox çətin deformasiya olunur və ya həmin xassəsini tamamilə itirir.

Termoplastik kütlələr qızdırıldıqda əvvəlcə elastik, sonra yumşalaraq plastik vəziyyətə keçir və əriyir. Soyuduqda isə bərkiyir və təkrar qızdırıldıqda yenidən elastiklik, plastiklik, ərimə və üzvi məhlullarda həll olma xassələri kəsb edir. Termoplastik kütlələr bir neçə dəfə işlədilərək yenidən başqa məmullara çevrilə bilər.

Plastik kütlələrin tərkibi əsasən süni qatranlardan ibarətdir. Süni qatranlar sadə üzvi maddələrin qarşılıqlı təsiri nəticəsində alınır. Süni qatranlar kondensləşmə və polimerləşmə qatranlarına ayrılır. Kondensləşmə qatranlar (fenol-aldehidli, karbomidli, silisium-üzvi və poliefirli, epoksidli) termoreaktiv və polimerləşmə qatranları (polivinilxlorid, polimetilmetakrilat) termoplastik kütlələr qrupuna daxildir.

Mürəkkəb plastik kütlələr, adətən, əlaqələndirici, doldurucu, plastifikator, boya, katalizator, yağlayıcı və başqa maddələrin qatışıqlarından alınır.

Əlaqələndiricilər təbii və süni qatranlar, asfalt, sellüloz efirlərindən ibarətdir. Plastik kütlələrdəki əlaqələndirici maddələrin miqdarı 30-50%-ə bərabərdir.

Doldurucular plastik kütlələrə mexaniki və bir sıra texnoloji xassələr verir. Doldurucular üzvi (ağac unu, pambıq lifləri, kağız və s.) və mineral (azbest, mika, kaolin, talk və s.) maddələrdən hazırlanır. Plastik kütlələrə 40-70%-ə qədər maddələr verilir.

Kağız, pambıq kətan, plastik kütlələrin mexaniki xassələrini, azbest turşuya və istiliyin təsirinə müqavimətini artırır. Qum tozu, mika (slüda) verilməklə plastik kütlələrin elektiriki zolyasiya xassəsini yaxşılaşdırır.

Plastifikatorlar (dibutilftalat, trikrizilfosfat) plastik kütlənin plastikliyini, sıyıqlığını, elastikliyini artırır, sərtlik və kövrəkliyini isə azaldır.

Boya maddələri üzvi mineral mənşəli olmaqla iki qrupa ayrılır və kütləyə müxtəlif rənglər verməkdən ibarətdir.

Müxtəlif qatışıqlar, yağlayıcılardan və bunlara qatışdırılan materiallardan təşkil edilir.

Katalizatorlar, maqnezium oksid və əhəng kimi qatışıqlardan ibarətdir.

Plastik kütlədən hissələr və ya məmulat hazırlanması üsulları onun təbiətindən, kimyəvi tərkibindən, hazırlanacaq məmulatın formasından və başqa amillərdən asılıdır. Sənayedə plastik kütlədən məmulat alma üsulları müxtəlifdir və əsas emal üsulları aşağıdakılardan ibarətdir: Presləmə, təzyiq altında tökmə, ekstruziya və mərkəzdənqaçma.

Presləmə ilə məmulat almaq üçün hissələri lahiyələndirmədə aşağıdakı texnoloji tələblər nəzərə alınmalıdır: məmulatın divarının normal qalınlığı 2-5 mm, ən azı 0.5-1 mm, maksimum 15-20 mm həddində ola bilər; bu halda preslənmədə divarın qalınlığının müxtəlifliyi 1:3, tökmə üsulunda isə 1:6 müsbətində ola bilər.

Presləmə və tökmə üsulları ilə hazırlanan məmulatın pres-qəlibdən çıxarılmasını asanlaşdırmaq üçün onların daxili və xarici səthlərinə mailliklər verilməlidir. Pres-materiallarının emalında iki qızmar presləmə üsulundan daha geniş istifadə olunur:

1. düzünə və ya kompression ;

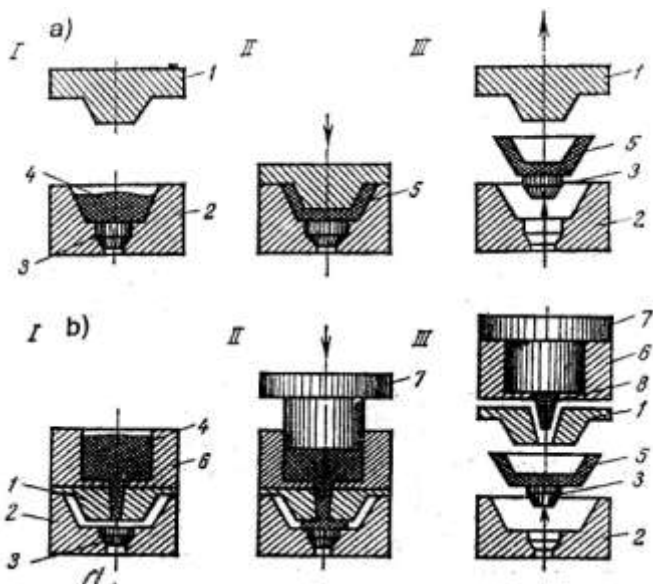
2. presləmə ilə tökmə.

Plastik kütlədən məmulat almaq üçün hidravlik və yaxud mexaniki preslərdən istifadə olunur. Pres-qəliblər yüksəkkeyfiyyətli legirlənmiş və ya karbonlu alət poladlardan hazırlanır. Plastik kütlənin preslənməsinin texnoloji prosesi, əsasən iki mərhələ ilə aparılır; 1) ilkin materialın preslənmə üçün hazırlanması ; 2) bilavasitə preslənmə.

Düzünə presləmədə həblər, dənəvarı və yaxud ovuntu şəklində hazırlanmış və dozalanmış pres-material bilavasitə pres-qəlib boşluğuna yüklənir. İstiliyin və presləyici təzyiqin təsiri ilə pres-material əvvəlcə plastik hala düşür və sonra isə pres-qəlibin boşluğuna uyğun forma alır. Presləmə prosesində qızmış termoreaktiv materialda polikondensasiya (polimerizasi-

ya) reaksiyaları gedir, bunun sayəsində material özlülüaxma halına keçir, pres-qəlibi doldurur, verilmiş şəkil alır və sonra bərkilərək stabil hala keçir.

Düzünə presləmə (şəkil 8.2 a) əksər hallarda qapalı pres-qəliblərdə hidravlik preslər vasitəsilə aparılır; təzyiq presin plunjerindən puanson 1 vasitəsilə preslənən materiala ötürülür. Presləmə zamanı aparılan əməliyyatlar: I- qabaqcadan qızdırılmış pres-qəlibin matrisasının boşluğuna 2 dozalanmış həbşəkilli pres-material 4 yüklənir; II-puansonun 1 aşağı hərəkəti ilə pres-qəlib qapanır; bu zaman presləyici təzyiq altında preslənmə prosesi gedir; bərkimə və alınan məmulun mexaniki xassələrinin və başqa göstəricilərinin yaxşılaşması üçün formalaşmış termoreaktiv kütlə 5, bir müddət pres-qəlibdə təzyiq təsiri altında saxlanılır; III- puansonun yuxarı hərəkəti ilə pres-qəlib açılır və itəliyi 3 vasitəsilə hazırlanmış məmul matrisadan çıxarılır.

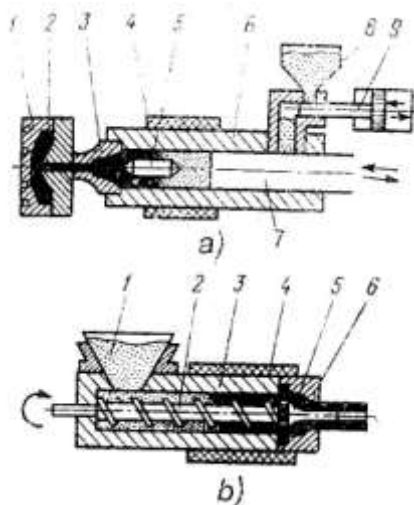


Şəkil 8.2. Düzünə presləmə (a) və presləmə ilə tökmə (b) üsulları ilə məmulatın sxemləri

Presləmə üzrə tökmə zamanı aşağıdakı əməliyyatlar yerinə yetirilir (şəkil 8.2 b): I- puansonu 1 matrisanın 2 üstünə endirməklə pres-qəlib qapanır, pres-material 4 ilə doldurulmuş yükləmə kamerası 6 pres-qəlibin üstündə yerləşdirilir və qapalı yükləmə kamerasında material qızdırılır; II-yükləmə kamerasının puansonu 7 aşağı endirməklə kamerada lazımı təzyiq yaranması hesabına presləmə ilə tökmə prosesi aparılır; bu zaman yüksək temperatur və təzyiq təsiri ilə pres- material maye hala keçir və pres-qəlibin matrisası 2 və puansonunun 1 əmələ gətirdiyi formalaşdırıcı boşluğu doldurur; bundan sonra pres-materialın bərkiməsinə qədər məhlul bir müddət təzyiq altında saxlanılır; III-puanson 7 yüklənmə kamerası 6 yuxarı qaldırılır, bununla yükləmə kamerası pres-qəlibdən və pres-qəlibin tökmə kanalında bərkimiş pres-material qalığı 8 məmuldan 5 ayrılır, həmçinin puansonu 1 qaldırmaqla pres-qəlib hissələrə ayrılır və itəliyəci 3 vasitəsilə məmul matrisadan çıxarılır.

Təzyiq altında tökmə yaxşı özlülüaxma xassəli termoplastdan məmulat alınmasında istifadə olunur və presləmə üsulundan on dəfələrlə yüksək məhsuldarlığa malikdir. Bu proses mürəkkəb kanfiquyasiyalı müxtəlif divarlı yüksək dəqiq hissələrin istehsalı üçün yararlıdır.

Təzyiq altında tökmə maşının əsas üstünlüyü elektirikqızdırıcısı 4 olan işçi silindrdən 6 (şəkil 8.3 a) ibarətdir. Emal olunan material işçi silindrdə əridilir. Prosesin əvvəlində ikin material yükləmə bunkerinə 8 daxil olur və sonra dozalayıcı 9 vasitəsilə material işçi silindrə verilir. Pistonun 7 işçi gedişində material payını işçi silindrin qızdırılan zonasına itəliyəci. Eyni zamanda, materialın ərimiş hissəsi bölücü 5, çıxış borucuğu 3 və tökmə kanalı vasitəsilə məmulatı 2 formalaşdırır, pres-qəlib 1 boşluğuna daxil olur. Pres-qəlib su ilə soyudulur. Pres-qəlibin ayrılma-müstəvisinin vəziyyətindən asılı olaraq tökmə maşınları üfüqi, şaquli və bucaqvarı; hərəkət mexaizminə görə mexaniki, hidrovlik və pnevmatik olur.



Şəkil 8.3. Plastik kütlənin emal üsullarının sxemi

Mərkəzdənqaçma üsulda maye halındakı termoplastik material üfüqi və ya şaquli ox ətrafında 800....1500 dövr/dəq sürətlə fırlanan qəlibə tökülür, proses vakuum şəraitində aparılır. Tökük tam bərkidikdən sonra qəlibin fırlanması dayandırılır. Bu üsul ilə sıx, keyfiyyətli, dəqiq ölçülü məmulat alınır.

Termoplastlardan hazırlanan məmulatın böyük hissəsi ekstruziya (basıb formalaşdırma) üsulu ilə alınır. Ekstruziya maşının əsas hissəsi, xüsusi sonsuz vint (şnek) 2 tipli basıcı hərəkət mexanizminə malik ekstruderdən ibarətdir (şəkil 8.3 b). Dənəvər və ya ovuntu şəklində olan termoplastik material qidalandırıcı bunkerdən 1 işçi silindrə 3 daxil olur və fırlanan sonsuz vintlə hərəkətə gətirilir. Material sıxlaşır, qızdırıcı elementin 4 istiliyi hesabına özlülüaxma halına keçir, bundan sonra material fasiləsiz olaraq, basılaraq kalibrleyici alətdən 6 keçirilir. Boruşəkilli məmulat hazırladıqda sağanaqdan 5 istifadə olunur. Ekstruderlərin əsas parametrləri sonsuz vintin diametri, uzunluğun diametrinə nisbəti, sonsuz vintin fırlanma sürəti və

onun profilindən ibarətdir. Maşınlar bir və ya iki sonsuz vintlə təmin oluna bilər.

Plastik kütlələrdən ayrılmaz birləşmələr qaynaq və yapışdırma üsulları ilə alınır. Ayrılmaz birləşmə kontakt səthlərində polimerin molekulalarının qarışılıqlı diffuziyası və yaxud kimyəvi reaksiyası nəticəsində əmələ gəlir.

2. Ağac materialları

Ağac materialları əsasən şam, küknar, qızılağac, çökə, polid, fıstıq, qayınağacı və s. ağac növlərinin oduncaq hissəsindən hazırlanır. Ağacın oduncağının əlverişli texnoloji xassələri ondan keyfiyyətli məmulatın hazırlanmasını təmin edir: o yaxşı əyilir və kəsmə ilə emal olunur, həmçinin onun örtük götürmə (lak, boyaq və b.) qabiliyyəti yüksəkdir.

Ağac materiallarının ucuz olmaqla yanaşı, mexaniki, fiziki və kimyəvi xassələrinin kifayət qədər yüksək olması sayəsində konstruksiya materialı kimi tətbiq sahəsi genişdir; məsələn, onlardan, tökükc istehsalında model dəstləri, avtomobillərin banları, həmçinin toxuculuq və gəmiçilikdə, kənd təsərrüfatında, kimya sənayəsi və başqa sahələrdə işlədilən müxtəlif cihaz, maşın hissələri hazırlamaq üçün istifadə edilir.

Oduncağın mənfi xüsusiyyətləri də vardır: kütlə ilə xassələri (anizotropiya) istiqamətdən asılı olaraq dəyişir, hiqroskopikdir və 120-130⁰C-dən yüksək temperaturlarda xassələri pisləşir. Bunlara baxmayaraq mexaniki, kimyəvi və yaxud termiki emala əsaslanan xüsusi üsullar ilə onun xassələrini xeyli yaxşılaşdırmaq mümkündür.

Ağac materialı, kapilyar məsaməli maddələrdən təşkil edildiyindən onun içərisi hava, nəm və başqa yüngül maddələrlə doludur. Ağac materialı uzun müddət saxladığıda içərisindəki nəmin miqdarı azalır. Nəticədə ağacın mexaniki xassələri və ölçüsü dəyişir, istilik və elektrik keçirməsi azalır. Məmulat hazırlanacaq ağac materialın nəmliyi 15%-ə qədər olmalıdır. Buna normal nəmlik deyilir. Oduncaq hissəsinin həcmi çəkisi ki-

çik (0,35-0,75, bəzi hallarda 1,0-1,25q/sm³), lakin bərkliyi, möhkəmliyi, elastikliyi nisbətən yüksəkdir;

O, üzvü turşularda, spirtdə, bitgi yağlarında və mineral yağların bir çoxunda yüksək dözümlü olması ilə fərqlənir.

Ağac məmulatı istehsalında mişarlanmış və ya mişarlanmış oduncaqlardan istifadə edilir. Onlardan şponlar, fanerlər, tavalar, preslənmiş və ya əyilmiş yarımfabrikatlar və s. məmulatlar hazırlanır.

Ağac materialları sənayenin, xüsusilə maşınqayırmanın müxtəlif sahələrində uğurla tətbiq edilir.

3. Rezin materialları

Rezin, kauçuku kükürdlə vulkanizasiya etmək və ona dolurucu (qurum, təbaşir, kaolin və s.), həmçinin yumşaldıcı maddələr (qatran, karbohidrogen və s.) qatmaq yolu ilə alınır.

Rezin almaq üçün təbii və sintetik kauçuklardan istifadə edilir. Təbii kauçuk bitkilərin südəbənzər şirələrindən alınır. Sintetik kauçuk bəsit üzvü maddələrindən sintez yolu ilə alınır. Sintetik kauçuk, xam neft məhsulları, təbii qaz, asetilen, oduncaq və s. maddələrdən alınan kauçukgen (kauçuk törədən) adlanan – butadien, striol, xloropen, izobutilen və s. kimi araməhsulları polimerləşdirməklə alınır. Polimerləşmə prosesində kauçugen kiçikmolekullu maddələr birləşir və irimolekullara çevrilir; alınmış birləşmələrdə kauçuk üçün xarakterik olan fiziki-kimyəvi və texnoloji xassələr əmələ gəlir.

Rezin məmulatların hazırlanma texnoloji prosesi əsas üç mərhələdən ibarət olur: kauçuku təşkiledicilərlə qarışdırmaqla xam rezinin alınması; yarımfabrikatların formalaşdırılması və onların vulkanizasiya edilməsi ilə məmulat alınması.

Rezin qatışığının komponentlərini yaxşı qarışdırmaq üçün kauçuk bir neçə dəfə qızdırılmış vallar arasından keçirilir və plastik hala gətirilir.

Rezin məmulatın formalaşdırılma metodunun seçilməsi rezin qatışığının tipindən, istehsal şəraitindən və onlara olan texniki tələbdən və başqa amillərdən asılıdır.

Vulkanlaşdırılma prosesində kauçukla kükürd arasında qarşılıqlı kimyəvi əlaqə yaranır. Yumşaq rezin almaq üçün kauçuka 1-3% kükürd daxil edilir; kükürdün miqdarı bundan çox olduqda rezinin bərkliyi artır, məsələn, ebonit almaq üçün kauçuka 45%-ə yaxın kükürd verilir.

Rezindən məmulat alma üsullarının plastik kütlələrin emal üsullarına oxşarlığı vardır. Əsasən onlar kalandrlama, basıb keçirmə, presləmə, təzyiq altında tökmə və başqa üsullardan ibarətdir.

Kalandrlama prosesində xam rezini üç və ya dördvəllı kalandrlama maşınlarında emal etməklə məmulat alırlar. Bu maşınlar vasitəsilə rezindən üstü sığallı müxtəlif profillər, təbəqələr, zolaqlar, lentlər istehsal edilir.

Basıb keçirmə (şprisləmə) prosesi xüsusi şprisləmə maşınlarında aparılır. Bunların vasitəsilə qaytanlar, borular, velosiped, motosikl, avtomobil şinləri, çubuqlar və s. alınır. Bu maşınların iş prinsipi ekstruderlərin iş prinsipinə oxşayır.

Rezindən texniki rezin təbəqələr və borular, rezin qaytanlar, rezin şlanqlar, yastı qayıqlar, ebonitlər, məsaməli rezin növləri və s. istehsal edilir.

4. Boyalar və laklar

Boyalar və laklar gəmi, traktor, aviasiya, lokomotiv inşaatında, habelə xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində metal və qeyri-metal avadanlıq hissələrinin səthində örtük qatı yaratmaq məqsədilə geniş tətbiq edilir. Metal və qeyri-metal hissələr üzərinə boya və lak çəkməklə onları korroziyadan, maye, qaz və hava axınının dağıdıcı təsirindən qoruyur və ya məmullata bəzək vururlar. Boya və laklardan elektrik izolyasiya və səthinin şüanı əksətdirmə qabiliyyətini artırmaq məqsədilə də istifadə edilir.

Yağlı boyalar başlıca olaraq örtük əmələgətirici maddələrlə (yağlar, əliflər) pigmentlərin (sink oksidi, qurğuşun ağardıcısı), doldurucuların (talk, kaolin) və həlledicilərin (benzin, uayt spirt, skipidar) qarışığından hazırlanır. Yağ sürətlə quruma qabiliyyətinə malik olmalıdır. Yağlı boya təbəqəsi quruduqdan sonra möhkəm, nazik və sıx qoruyucu örtük yaratmalıdır. Yağların rəngi, qatılan pigmentlərin rəngindən asılıdır. Doldurucular əlavə etməklə yağlı boyaların möhkəmlik və davamlılığını artırırırlar.

Həlledicilər qatılmaqla nazik örtük əmələgətirici maddələrin həll edilməsi və müəyyən qatılıq alınması üçün əlverişli şərait yaradılır. Yağlı boyaların tətbiq sahəsi məhdudlaşır, sintetik örtük materiallarının tətbiq sahəsi isə sürətlə genişlənir. Buna baxmayaraq, boyalar antikorroziya materialı kimi sintetik materiallardan daha üstündür.

Dəniz neft mədənlərində su altındakı metal dayaqları, boruları və başqa hissələri korroziyadan qorumaq üçün bitumlar (məsələn, neftdən və ya asfaltdan alınmış “kuzbas” mineral qatranı) çəkilir. Daş kömürdən alınan “kuzbaslak” daha çox yayılmışdır.

Laklar qoruyucu örtük əmələ gətirən maddələrin, məsələn, qatranların, müxtəlif həlledicilərdə həll olunması nəticəsində alınır. Məmulatın səthində yaradılan lak örtüyü yüksək adgeziya qabiliyyətinə malik olmalıdır.

Laklar mənşələrinə görə təbii və süni olur. Təbii laklar kətan yağı və şellak əsasında, süni laklar isə süni qatranlar sel-lülozun qarşılıqlı təsiri nəticəsində alınır. Həlledici maddə olaraq efir yağları, spirtlər, benzin, yağlar, skipidar və s. işlədilir.

Son zamanlar metal məmulatın səthində qoruyucu örtük yaratmaq üçün onu qızdıraraq polistirol, polipropilen və ya polietilendən hazırlanmış ovuntunun içərisinə salır və 3-10 san. saxlayırlar. Metal məmulat polimer ovuntusunun ərimə temperaturundan bir qədər yuxara temperaturadək qızdırıldığından ovuntu əriyərək məmulatın səthində maye halında nazik örtük əmələ gətirir. Tədricən soyudulan məmulatın səthindəki maye

polimer örtüyü bərkiyərək ona yapışır. Bu üsul ilə alınan qoruyucu örtüyün qalınlığı 0,15 - 1,5 mm arasında dəyişir.

5. Azbest və azbest məmulatları

Azbest əsasən maqnezium oksidlərindən ibarət olub, lifli materiallar qrupuna aiddir. Azbestin tərkibində kalsium və dəmir oksidlərinə də təsadüf edilir. Azbestin keyfiyyəti onun liflərinin uzunluğu ilə xarakterizə edilir. Uzun lifli azbestlər yüksək keyfiyyətli, qısa liflər alçaq keyfiyyətlidir. Azbest yüksək temperaturun, turşu və qələvilərin təsirinə davamlı materialdır. Azbestlər xrizotil-azbest və amfibol-azbest olmaqla 2 qrupa ayrılır. Amfibol-azbest amfibol qrupuna aid mineraldır. Xrizotol-azbest isə serpantin qrupuna aid mineraldır. Xrizotol-azbestin odadavamlılığı 1400°C , otaq temperaturunda möhkəmlik həddi 31,2MPa-dır; qələvilərin dağıdıcı təsirinə dözümlüdür. Amfibol-azbest turşuların təsirinə daha yüksək davamlılığa malikdir. Odadavamlılığı $1100\text{-}1200^{\circ}\text{C}$ -dir. Azbest lifləri başlıca olaraq sap, qaytan, təbəqə, müxtəlif toxumular, kartonlar, kağızlar, friksion materiallar almaq üçün dəyərli xammal rolunu oynayır. Göstərilən azbest liflərindən rütubət və elektrik keçirməyən lentlər, örtüklər, tıxaclar, turşu və qələvilərə davamlı hissələr, xüsusi geyim və s. hazırlayırlar.

6. Şüşə materialları

Şüşələr kimyəvi tərkiblərə görə qeyri-üzvü olur. Qeyri-üzvü şüşələr termoplastik amorf materiallar qrupuna daxildir. Qeyri-üzvü şüşənin tərkibində başlıca olaraq silisium 4-oksidi vardır. Bundan əlavə, şüşə növlərində bu və ya digər miqdarda TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , BaO , Na_2O , K_2O və s. olur. Qeyri-üzvü şüşə istehsal etmək üçün xammal kimi əsasən qum, təbaşir, soda, dolomitdən ibarət şixtə götürülür. Şixtəyə, eyni zamanda, şüşə qırıntıları da əlavə edilir. Şixtənin şüşəbişirən sobada qızdırırlar. Sobanın temperaturu 1500°C -yə çatdıqda şixtə yumşalaraq

əriyir. Maye şüşə sobadan buraxılaraq tökmə, yayma, üfürmə, presləmə və uzatma üsulları ilə hazır məmulata çevrilir.

Şüşələrin istilikkeçirmə qabiliyyəti çox aşağıdır (misin-kindən 400 dəfə azdır). Köpük-şüşə, şüşə yunu və şüşə mahlıcı istiliyi çox yaxşı izolyasiya etdiklərindən istilik texnikasında və tikinti işlərində geniş tətbiq edilir. Şüşələrdən eyni zamanda buxar qazanları, buxar maşınları, şüşə gözlüklər, təzyiqi ölçmək üçün manometrin hissələri, avtobus, təyyarə, dəmiryol vaqonları üçün sınımayan (çiliklənməyən) şüşə hazırlandıqda və s. istifadə edilir. Şüşələrin tərkibləri müxtəlif olduğu kimi fiziki-mexaniki xassələri və tətbiq sahələri də müxtəlifdir.

Kvars şüşə. Bunun tərkibi başlıca olaraq silisium 4-ok-siddən (99,95 %) ibarətdir. Kvars şüşə yaxşı odadavamlılığa malik material olduğundan ondan yüksək temperatur şəraitində işləyən termocütlər üçün ucluq, laboratoriya sobalar üçün borular, mufel və unduksion soba putaları hazırlayırlar. Kvars şüşə dielektirik olduğundan yüksək gərginliyə davamlı izolyasiya vasitələri kimi istifadə edilir.

Çiliklənməyən şüşə. Buna bəzən “sınımayan” şüşə və ya tripleks adlandırırlar. Çiliklənməyən şüşə bir neçə qatdan ibarət olur. Belə şüşə almaq üçün iki və ya çox sənaye şüşəsi qatlarını yüksək şəffaflıq və elastikliyə malik olan polimer yapışqanları ilə yapışdırırlar. Şüşə qatları yüksək temperatur ($100-110^{\circ}\text{C}$) və təzyiq şəraitində (1,8 MPa) yaradılır. Bu üsul ilə alınmış şüşəni sındırdıqda əmələ gələn kiçik şüşə çilikləri aralıq qatı olan yapışqanın içərisində qalır.

Dielektirik şüşə. Tabı artırılmış halda tətbiq edilən şüşə növlərində az miqdarda qələvi metal oksidi olur. Bu şüşələr yüksək statik və dinamik qüvvələrin təsirinə qarşı dözümlülü-yü və elektrik izolyasiya qabiliyyəti ilə fərqlənir. Odur ki, bu növ şüşədən yüksək gərginlik izolyasiyaediciləri istehsal edilir.

Köpük şüşə. Başqa növlərindən fərqli olaraq bu şüşə çox yüngül və böyük məsaməliliyə malikdir (0,1-6mm diametrli məsamələr köpük şüşənin həcm kütləsini aşağı salır). Köpük

şüşə almaq üçün sənaye şüşə ovuntusunun yüksək temperaturda (700-800 °C- də) qazəmələgətirici maddələrlə (ovuntu halında təbaşir, koks, kömür, qurum və s) bişirərək köpükləndirirlər. Köpük-şüşə almaq üçün əsas xammal olan sənaye şüşəsi əvəzinə bir sıra dağ süxurları və ya nefelin də götürmək olar. Köpük şüşə yaxşı dielektrik olub, aşağı istilikkeçirmə əmsalına, yüksək mexaniki möhkəmliyə, şaxtayadavamlılığa malikdir. Kömük şüşənin bərkliyi və möhkəmliyi yüksək olduğundan güllə onu deşmir. Köpük şüşədən elektriki, istiliyi keçirməyən və səsuducu, habelə bəzək materialı kimi istifadə edilir.

Ядъбийят

1. Новрузов Н.Д. Конструсийа материалларынын технолоэийасы вя материалщнаслыг. Бакі: Маариф, 1998. 352 с.
2. Новрузов Н.Д. Конструсийа материалларынын технолоэийасы. Бакі: Тящсил, 2005, 282 с.
3. Novruzov N.D., Nəcəfzadə F.Ə., Rəsulov F.R., Tökmə istehsalatı Bakı: Çarşıoğlu, 1999. 146 s.
4. Иманов Х.Ж. Конструсийа материалларынын технолоэийасы. Бакі: Маариф, 1975. 529 с.
5. Гасымзадя Н.Щ. Металлар вя башга конструсийа материаллары технолоэийасы. Бакі: Маариф, 1975ş 447 с.
6. Məmmədov A.T., Namazov S.N., Şərifov Z.Z., Babayev A.İ. Ovuntu metallurgiyasının əsasları. Bakı: Çarşıoğlu, 1999. 206 s.
7. Şükürov R.İ., Rəhimov M.M. Metallurgiya, Bakı: Maarif, 1985. 343 s.
8. Mustafayev S.M., Qasimov S.E. Materialşünaslıq. Bakı: 2005. 292 s.
9. Mövlazadə V.Z. Maşınqayırma texnologiyası. Bakı: Çarşıoğlu, 1995. 350 s.
10. Kərimov C.E., Maşınqayırma. Bakı: Çarşıoğlu, 2007. 507 s.
11. Kərimov C.Ə., Əsgərov İ.X. Müsəidə və oturtmalar. Bakı: Çarşıoğlu, 2006. 379 s.
12. Ağayev M.N. Metalkəsmə. Bakı: Maarif 1974, 332 s.
13. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. М.: Машиностроение, 1977. 664 с.
14. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. М.: Машинастроение, 1990. 352 с.
15. Гаджибалаев Г.А. и др. Центробежная отливка шарошек по выплавляемым моделям. "Литейное производство." М. 1968. №4
16. Курдюмов А.В. и др. Литейное производство цветных и редких металлов. М.: Metallurgiya, 1982. 392 с.

17. Полухин П.И. и др. Технология металлов и сварка. М.: Высшая школа, 1987. 464 с.
18. Степанов Ю.А. и др. Специальные виды литья. М.: Машиностроение, 1975. 223 с.
19. Воскобойников В.М. и др. Общая металлургия. М.: Металлургия, 1980. 463 с.
20. Роменец В.А. Дуговые сталеплавильные печи М.: Металлургия, 1974. 214 с.
21. Строганов А.И. Рысе М.А, Производство стали и ферросплаво М.: Металлургия, 1974. 399 с.
22. Смирягин А.П. и др. Промышленные цветные металлы и сплавов. М.: Металлургия, 1974. 488 с.
23. Гольдин Н.М. и др. Цветные литье. Справочник. М.: Металлургия, 1989. 528 с.
24. Розенберг Б.Е. и др. Машины для литья под давлением. М.: Машиностроения 1973. 286 с.
25. Дубинин Н.П. и др. Технология металлов и других конструкционных материалов. М.: Высшая школа. 1989, 700 с.
26. Гуляев А.П. Металловедения, М.: Металлургия, 1978. 647 с.
27. Мозберг Р.К. Материаловедение. Т.: Валгус, 1976. 554 с.
28. Мастеров В.А., Берковский В.С. Теория пластической деформации и обработка металлов давлением М.: Металлургия, 1976. 352 с.
29. Суворов И.К. Обработка металлов давлением. М.: Высшая школа, 1980. 368 с.
30. Хоникомб Р. Пластическая деформация металлов. М.: Мир, 1972. 392 с.
31. Миркин Л.И. Физические основы прочности и пластичности. М.: МГУ, 1968. 538 с.
32. Гинберг А.М. Технология важнейших отраслей производства. М.: Высшая школа, 1985. 496 с.

33. Патон Б.Е. и др. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. М.: Машиностроение, 1974. 767 с.

34. Орлов Б.Д. и др. Технология и оборудования и контактной сварки. М.: Машиностроение, 1975. 536 с.

35. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, 1986. 496 с.

36. Прогрессивные методы производства точных литых заготовых. Сб. трудов. М. 1968. 195 с.

Mündəricat

Ön söz	3
BİRİNCİ BÖLMƏ. Maşınqayırmada tətbiq olunan metal və ərintilərin xassələri.....	7
1. Metallar haqqında ümumi məlumat	7
2. Metalların kristal quruluşu	9
3. Metal kristalların həqiqi quruluşu	13
4. Ərintilərin kristal quruluşu.....	24
5. Metalların kristallaşması	27
6. Metal və ərintilərin xassələri	38
6.1. Fiziki xassələr	38
6.2. Kimyəvi xassələr	42
6.3. Texnoloji xassələr	42
6.4. Mexaniki xassələr	44
7. Ərintilərin hal diaqramlarının qurulması. Fe-C ərintilərinin struktur təşkil ediciləri. Fe-C hal diaqramı	67
İKİNCİ BÖLMƏ. Qara və əlvan metalların istehsal edilməsi.....	75
1. Metal və ərintilərin istehsalında tətbiq edilən materiallar.....	75
2. Çuqunun istehsal edilməsi	79
3. Domna sobasında gedən fiziki-kimyəvi proseslər.....	84
4. Domna sobasında alınan məhsullar	87
5. Poladın istehsal edilməsi	88
5.1. Prosesin mahiyyəti	88
5.2. Oksigen konvertorlarında polad istehsalı	92
5.3. Marten sobalarında polad istehsalı	95
5.4. Elektrik sobalarında polad istehsalı	100
5.5. İnduksiya sobalarında polad əritmə	105

5.6. Poladın sobalardan boşaldılması və qəliblərə tökülməsi	107
5.7. Metalın keyfiyyətinin artırılması üsulları	112
6. Əlvan metalların istehsalı	112
6.1. Mis istehsalı	113
6.2. Mis ərintiləri	117
6.3. Alüminium istehsalı	118
6.4. Alüminium ərintiləri	122

ÜÇÜNCÜ BÖLMƏ. Tökmə istehsalatı..... 127

1. Tökmə istehsalatının mahiyyəti	127
2. Töküklərin torpaq qəliblərdə hazırlanması	127
3. Töküklərin hazırlanmasında tətbiq edilən başqa üsullar.....	136
3.1. Qabıqlı qəliblərə tökmə	136
3.2. Əriyən modellər üzrə tökük istehsalı	138
3.3. Kokil vasitəsilə tökük istehsalı	141
3.4. Mərkəzdənqaçma üsulu ilə tökmə	144
3.5. Təzyiq altında tökmə	148
4. Tökmə ərintiləri və onların əridilməsi	151

DÖRDÜNCÜ BÖLMƏ. Metalların təzyiqlə emalı..... 162

1. Metalların təzyiqlə emalının mahiyyəti	162
2. Metalların təzyiqlə emal üsullarının təsnifatı	164
3. Təzyiqlə emalın metalın strukturu və xassələrinə təsiri	165
4. Təzyiqlə emalda metalın qızdırılması və qızdırıcı qurğular	169
5. Yayma istehsalatı	176
5.1. Yayma prosesinin mahiyyəti	176
5.2. Yayıqların əsas növlərinin istehsalı	181
6. Metalların preslənməsi və çəkilməsi	184
6.1. Metalların preslənməsi	184
6.2. Metalların çəkilməsi	187

7. Sərbəst döymə	192
8. Qızmar həcmi şamplama	197
9. Soyuq şamplama	202
10. Metalların təzyiqlə emalının yeni istiqamətləri..	208

BEŞİNCİ BÖLMƏ. Metalların qaynaq edilməsi, odlu kəsilməsi və lehimlənməsi.....

1. Qaynaq birləşmələri alınmasının fiziki əsasları ...	210
2. Termiki qaynaq	213
2.1. Qövslü qaynağın mahiyyəti və təsnifatı	213
2.2. Elektrik qövsü və onun xassələri	215
2.3. Əl ilə elektrik qövs qaynağında tətbiq edilən qidalandırıcı mənbələr və elektrodlar	217
2.4. Qaynaq birləşmələrinin əsas növləri və qaynağın metallurji prosesləri	221
2.5. Əl ilə elektrik-qövs qaynağı	226
2.6. Avtomatik-flüsaltı elektirk-qövs qaynağı	228
2.7. Qoruyucu qaz mühitində elektrik-qövs qaynağı ..	230
3. Kontaktlı qaynaq	233
3.1. Kontaktlı qaynağın mahiyyəti	233
3.2. Uc-uca qanaq	234
3.3. Nöqtəvi qaynaq	236
3.4. Diyircəkli qaynaq	237
3.5. Relyefli qaynaq	238
4. Qaz qaynağı.....	239
5. Müxtəlif metal və ərintilərinin qaynaq texnologiyası	242
6. Metal və ərintilərin lehimlənməsi	247
7. Metal və ərintilərin odla kəsilməsi	248
8. Qaynaq birləşmələrinin keyfiyyətinə nəzarət.....	253

ALTINCI BÖLMƏ. Metalların kəsmə ilə emal edilməsi.....

1. Kəsmə ilə metalların emal üsulları və metalkəsən dəzgahlarda hərəkətlərin təsnifatı.....	255
---	-----

2. Kəsmə prosesinin əsas parametrləri	258
3. Kəskinin kəsən hissəsinin həndəsi parametrləri...	260
4. Yonmada kəsmə qüvvələri və metalların kəsilmə prosesi	262
5. Alət materialları	267
6. Metalkəsən dəzgahların təsnifatı	271
7. Pəstahların torna dəzgahlarında emal edilməsi	272
8. Pəstahların deşmə və içyonuş dəzgahlarında emal edilməsi	277
9. Pəstahların frezer dəzgahlarında emal edilməsi .	284
10. Pəstahların düzyonma, iskənə və dartma dəzgahlarında emal edilməsi	291
11. Metalların cilalama dəzgahlarında emal edilməsi	296

YEDDİNCİ BÖLMƏ. Metal ovuntularından detallar hazırlanması

1. Ovuntu materialların istehsalı və xassələri	305
2. Ovuntunun qəliblənməsi və preslənməsi	308
3. Yayma və ovuntudan hazırlanan məmulatın bişirilmə prosesi	311
4. Ovuntudan hazırlanan hissələrə texnoloji tələblər..	314

SƏKKİZİNCİ BÖLMƏ. Qeyri-metal materiallar və onlardan məmulat hazırlama üsulları

1. Plastik kütlələr	316
2. Ağac materialları	323
3. Rezin materialları	324
4. Boyalar və laklar	325
5. Azbest və azbest məmulatları	327
6. Şüşə materialları	327

Ədəbiyyat

