

**A. Annageldiýew, E. Annataganow**

# **KEBŞIRLEMEGIŇ ESASLARY WE KEBŞIRLEÝIŞ IŞLERI**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi  
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat  
Türkmen döwlet neşirýat gullugy  
2019

UOK 378:621

A 63

**Annageldiyew A., Annataganow E.**

A 63      **Kebşirlemegiň esaslary we kebşirleýiş işleri.** Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2019.

TDKP № 52, 2019

KBK 34.64 ýa 73

© A. Annageldiyew, E. Annataganow, 2019



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI  
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**





TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

## TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,  
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.  
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,  
Baýdagyň belentdir dünýäň önünde.

*Gaýtalama:*

Halkyň guran Baky beýik binasy,  
Berkarar döwletim, jigerim-janym.  
Başlaryň täji sen, diller senasy,  
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,  
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.  
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,  
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

*Gaýtalama:*

Halkyň guran Baky beýik binasy,  
Berkarar döwletim, jigerim-janym.  
Başlaryň täji sen, diller senasy,  
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

## GIRIŞ

Berkarar döwletimiziň bagtyýarlyk döwründe hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakyndaky Permanyny, şeýle hem içeri we daşary syýasatyny durmuşa geçirmek boýunça ýurt derejesinde ägirt uly işler alnyp barylýar.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow ýurdu-myzy gün-günden bedew bady bilen öňe alyp barýar. Senagat we raýat jaý gurluşyklary halk hojalygyny düýpli özgertmekde uly ähmiýete eýedir. Jaý gurluşygynyň dürli usullaryny öwrenmek, olary durmuşa ornaşdyrmak, has kämil gurluşyk guramalarynyň taslamasyny işläp düzmek milli Maksatnamamyzyň esasy wezipeleriniň biridir.

Gurluşyk işlerinde metal konstruksiýalary we metallary kebşirmek işleri bolsa esasy meseleleriň biri hasaplanylýar.

Türkmenistanda kebşirlemäni ulanmak arkaly öndebaryjy desgalar: megazawodlar, giň göwrümlü rezerwuarlar, teleminara, köprüler, ýükleyji kranlar we beýlekiler gurulýar. Dürli kebşirleme işleri bilen dürli metal konstruksiýanyň görnüşleri: fermalar we direkler işlenilip taýýarlanylýdy. Bular bolsa önüm görnüşleriniň mukdaryny azaltmaga mümkinçilik döretdi.

Kebşirlemeden alnýan önümler ýokary mehaniki häsiýetlilik, az metal sarp edilip, az zähmet talap edilýänligi we özüne düşýän gymmatynyň arzanlygy bilen häsiýetlendirilýär. Kebşirleme bilen ýerine ýetirilen önümleriň ygtybarlylygy ony iň bir jogapkärli konstruksiýalary ýygnamakda ulanmaga mümkinçilik berýär.

Kebşirlemäniň we galaýynyň ýönekeý usullarynyň önümçilikde ulanylyşy özüniň başlangyjyny has gadym döwürlerden alyp gaýdýar.

Kebşirleme usullary örän haýal ösüşi başdan geçirýär. Ýüzýyllygyň dowamynda tehniki bazanyň ýoklugy sebäpli, onuň tehnikasyn-da, tehnologiýasyn-da düýpli özgeriş bolmady.

Kebşirleme ylmynyň, tehnikasynyň ösüşi we ulanylyşy üçin möhüm döwür XX asyr, esasan hem, onuň I ýarymy boldy. Soňky ýigirmi ýylda kebşirleme önümçiligi mese-mälim kämilleşdi, ilkinji nobatda onuň enjamlary has-da ösdi.

XXI asyryň başlarynda kebşirleme döwrebap medeniýetiň maddy esaslaryny döretmekde öndebaryjy tehnologik prosesleriň birine öwrüldi.

Metallaryň we metal däl önümleriň ählisi diýen ýaly islendik şertlerde, ýerde, howada, kosmosda kebşirlenip bilýär.

Kebşirlenilýän detallaryň galyňlygy mikronlardan metrlere çenli bolup, konstruksiýanyň agramy gramdan başlap ýüzlerçe tonna aralygyndadyr.

Kebşirleme, köplenç, gurluş materiallary döretmek we taýýar detalyň ýa-da gurluşyň forma we ölçegine maksimal ýakyn bolan önümleri almak üçin ýeke-täk mümkin bolan usuldyr.

Senagat taýdan ösen ýurtlaryň içerki dolanyşygyndaky önümleriň ýarysyndan gowragy kebşirleme we şoňa ýakyn tehnologiýalary ulanmak bilen öndürilýär.

Dünýäde polat sarp edilişiniň 70%-i kebşirleme konstruksiýasynyň we desgalarynyň önümçiligine gidýär.



# I BAP

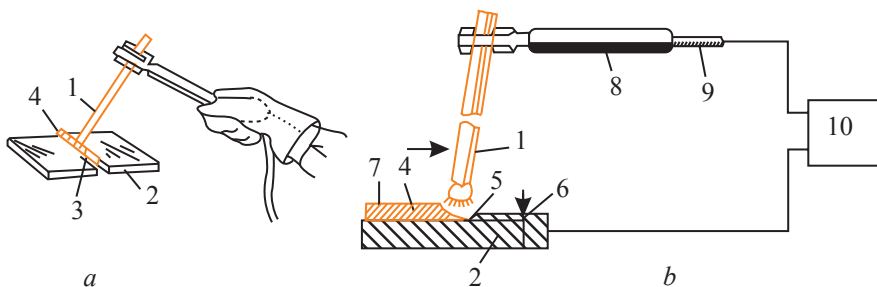
## KEBŞIRLEMEGİŇ WE METALLARY KESMEGİŇ ESASY NAZARYÝETLERI

### 1.1. Kebşirleme barada umumy düşüňjeler

Kebşirleme diýlip elektrod metaly bilen gyzdyrylyp önümi ergin hala getirip, mehaniki sökülmeýän birleşmeleri almagyň tehnologik prosesine aýdylýar. Ol özüniň gurluşy bilen häsiýetlendirilýär.

Bu tehnologik proses arkaly gidrotehniki desgalaryň, bug we atom elektrostansiýalaryň, awtoýol, şäher we demir ýol köprüleriniň ähli esasy konstruksiýalary, wagonlar, suwüsti we suwasty gämiler, gurluşyk metal gurluşlar, mümkin bolan ähli göteriji kranlar we köp-sanly beýleki önümler taýýarlanylýar.

Gurluşykda duga we gaz bilen kebşirleme ulanylýar. Ýanýan gaz akymynda elektrod metalyny eretmek arkaly edilýän gaz kebşirmesi, esasan, kiçi diametrli turbalary kebşirmek üçin ulanylýar. Elektrik dugasy kebşirleme gurluşyk konstruksiýalarynda ulanylýan esasy kebşirmäniň görnüşi bolup, elektrod metaly (1) we önümiň ernegi (2) gyzdyrylyp we eredilip, (1-nji a surat) elektrodyň we kebşirlenilýän detalyň arasynda döredilýän elektrik dugasy arkaly amala aşyrylýar.



1-nji surat.

(a) dugaly el bilen edilýän kebşirleme, (b) kebşirmäniň shemasy

- 1-kebşirleme elektrody; 2-önüm; 3-kebşirleme ojagy; 4-eredilen metal (kebşirleme sepi);  
5-duganyň ýanýan ýeri; 6-ereme çuňlugy; 7-metal ergininden galan galyndy (şlak);  
8-elektrody gysyp saklaýjy tutawaç; 9-elektrik toguny geçiriji sim; 10-energiýa çeşmesi

Elektrik dugasynyň temperaturasy  $6000^{\circ}\text{C}$ -ä çenli bolup, elektrodyň we önümiň metalyny eredýär. Sowandan soňra eredilen metalyň (4) gatlagyny (kebşirleme sepini) emele getirýär.

Duganyň ýanma zolagyndaky elektromagnit güýjüniň täsiri astynda (*1-nji b surat*) elektrodalaryň uýy ýananda emele gelýän gazlaryň bir elektrodan (1) önüme (2) gönükdirilen hereketi başlanýar. Gazlaryň bu hereketi duganyň önümiň eredilen metalyna edýän basyşyny döredýär we duganyň ýanma zolagyndan kebşirleme ojakdaky suwuk metaly gysyp çykarmak bilen önümiň has köp eretjek çuňlugyny–krateri (5) emele getirýär. Erän hala geçen esasy metal gatlagynyň galyňlygyna ereme çuňlugy (6) diýilýär. El dugasy kebşirinde ereme çuňlugy 1....2 mm-e çenli baryp ýetýär. Awtomatik ýa-da has çuň eretme usullary ulanylýan ýörite kebşirleme görnüşlerinde bolsa çuňluk has artyp bilýär.

Eger-de önümiň esasy metalynyň gyrgyznlygy kebşirleme üçin ýeterlik bolmasa, onda onuň suwuk hala asla geçmezligi hem mümkin. Çöken metal (elektrod metaly) önümde doňup galýar we metallaryň bitewi bir ergindäki molekulýar birleşmesi amala aşmaýar. Şeýle hadysa doly *eremezlik hadysasy* diýilýär.

Önüm çendenaşa gyzdyrylanda kebşirlenilýän önümiň poladynyň içine howadaky kislorodyň düşmegi we onuň oksidler bilen hapalanmagy, şeýle hem poladyň uglerod, marganes ýaly beýleki zerur önümleriniň ýanmagy mümkin. Bu hadysa *çendenaşa ýanma hadysasy* diýilýär. Ol poladyň hilini peseldýär we ony düzetmek hem mümkin bolmaýar. Çendenaşa ýanan metaly kebşirlenjek birleşmesinden aýyrmaly. Suwuk halda elektrod we kebşirleme ojağynyň metaly howadan kislorody we azoty sorup alýar. Olar bolsa metala siňmek bilen eredilen metalyň düzüminiň port we birmeňzeş bolmazlygyna, tiz könelmegine getirýär. Bu ýaramaz täsirleri belli bir derejede aradan aýyrmak üçin örtükli elektrod bilen we elektrik dugada kebşirlenilmelidir. Duganyň uzynlygy kebşirleme ojağynyň krateriniň düýbi we elektrodyň ujunyň arasyndaky uzaklyk bilen kesgitlenilýär.

Kebşirleme prosesiniň dowamynda kebşirleme sepiniň metalyny daşky howanyň ýaramaz täsirinden goraýjy gaz gurşawyny emele getirmek üçin elektrod örtügi goýulýar. Örtük duganyň ýanyşyny kadalaşdyrýar, kebşirleme sepiniň metalynyň hilini we düzümini

gowulandyrýar, şeýle hem kebşirleme prosesini aňsatlaşdyrýar. Iki görnüşli örtük ulanylýar: inçe ýa-da kadalaşdyryjy (ionlaşdyryjy) we ýogyn ýa-da ýokary hilli kadalaşdyryjy. Inçe örtükler (suwuk çüýşe garyndysy bilen garylan hekden ýasalýar) duganyň durnuklylygyny artdyrýar, emma erän metaly howadaky azot we kisloroddan pes go-raýar. Ýogyn örtüklü elektrodлары esasy metalyň mehaniki häsiýetleri-ne meňzeş bolan erän metaly almak üçin ulanylýar.

Örtügiň düzümine metallaryň oksidi, izwest, şpatlar, ferroergin-ler, suwuk çüýşe garyndysy ýa-da beýleki baglaýjy maddalar girýär.

Montažda duga kebşirlemäniň dürli usullary: el, awtomat, ýarym awtomat, flýus astynda, şeýle hem gorag gazynyň gurşawynda dürli kebşirleme usullary ulanylýar.

### **1.1.1. Kebşirlenen konstruksiýalaryň önümçiliginde kebşirlemäniň döreýşi**

Häzirki döwürde bar bolan kebşirlemäniň dürli usullary we görnüşleri bir wagtyň özünde ýüze çykmandyr, olaryň käbirleri adam-zada gadym döwürlerde mälum bolan bolsa, käbirleri ýaňy-ýakynlarda peýda boldy.

Heniz бүрүнч асырында адамзат галаýýlamagy we eretme arkaly kebşirlemegi öwrenipdir. Şeýle usul bilen kebşirlenen altyn, kümüş we бүрүнч önümleriniň nusgalary 5000-5500 ýyla barabardyr.

Demriň peýda bolmagy körükde kebşirleme diýilýän gaty kebşirleme ýa-da basyşly kebşirleme ýokary depginde ösüp ugraýar. Şu usul bilen kebşirlenen önümlere 3500 ýyl bolupdyr.

Kebşirlemäniň ösüşindäki ýokary öňegidişlik elektrik togy, kis-lorodly gaz ody, termit reaksiýasy ýaly metaly gyzdymak üçin ýyly-lygyň täze çeşmeleriniň ýüze çykmagy bilen gazanyldy. Ilkibaşda elektrik energiýasy bilen gyzdymaklyk ulanylypdyr.

Kebşirlemede metaly gyzdymak üçin ulanylýan elektrik toguny dürli usullar arkaly peýdalanmak bolýar. Ulanylyş möhleti we senagat ähmiýeti boýunça elektroduga bilen kebşirlemek kebşirlemäniň iň bir ähmiýetli görnüşi bolup durýar. Ony kämilleşdirmekte ýurdumyzyň alymlarynyň we inženerleriniň hyzmaty uludyr.

Duga bilen kebşirleme usullaryny tapanlar we ony kebşirleme üçin ulanmakda meşhurlyk gazanan rus alymlary we inženerleri W.W. Petrow, N.N. Benardos we N.G. Slawýanowdyr.

Ilkinji gezek 1802-nji ýylda professor W.W. Petrow tarapyndan tapylan elektrik dugasy uzak wagtyň dowamynda zerur bolan elektrik togunyň çeşmesiniň ýoklugy sebäpli, tejribede ulanylyp bilinmedi. Diňe 1849-njy ýylda Petrowyň dugasy Peterburgyň köçelerini ýagtyldyp şöhle saçýar. 1876-njy ýylda meşhur elektrotehnik N.N.Ýabloçkow duganyň awtomatik dolandyрма meselesini çözmek bilen, Parižin we Londonyň köçelerini öz «Çyrasy» bilen ýagtyldýar.

Zehinli oýlap tapyjy N.N. Benardos duga kebşirlemesiniň bar bolan ähli usullarynyň, şol sanda elektrik kontaktly kebşirlemäniň hem başyny başlaýjydyr. 1882-nji ýylda ol dünýäde ilkinji bolup duga razrýadyny elektrik togunyň gös-göni gatnaşmagynda metallary birleşdirmek we arasyňy kesmek üçin peýdalandy, ýagny ol duga bilen kebşirlemäni we metallary kesmegi (önümiň we burç elektrodynyň arasyndaky duga ýörite gurnalan akkumulýator batareýasyndan ýymitlenýär) başaýar.

N.N. Benardos häzirki günde giňden ýaýran elektroduga kebşirlemesiniň esasy görnüşleriniň ählisiniň we tehnikanyň dürli pudaklaryndaky oýlap tapyşlaryň: metal elektrod bilen flýusdan peýdalanyň kebşirlemegiň; iki ýa-da birnäçe elektrodyň arasynda ýanýan, gytaklaýyn hereket edýän, duga kebşirlemäniň; dugany magnit bilen dolandyrmagyň; gaz akymynda kebşirlemegiň; elektrik kontaktly nokatlaýyn we sepleşdirýän kebşirlemäniň awtorydyr.

N.N. Benardos burç elektrodly we metal kebşirleme üçin awtomatlary oýlap tapýar. Duga kebşirlemesiniň soňraky kämilleşdirilişi russiýaly inžener N.G. Slawýanowyň ady bilen baglanyşyklydyr. Ol 1888-nji ýylda metal elektrod bilen kebşirlemek usulyňy teklip edýär, ilkinji bolup ýörite kebşirleýiş generatorlarynyň taslamasyny işläp düzýär we gurýar. Onuň işleri kebşirleme prosesleriniň nazaryýetini, şeýlelikde, elektroduga bilen kebşirlemeklige demir önümleriniň esaslaryny ösdürmegiň başlangyjyny goýýar.

Kebşirlemäniň taryhyndaky täze tapgyr Zähmet we goranyş geňeşiniň kebşirleme tehnikasyny ösdürmek hakyndaky kararyň kabul edilmegi bilen 1929-njy ýyldan başlanýar. Bu karar kebşirlemäniň öňdebaryjy usullaryny işläp taýýarlamak we durmuşa ornaşdyrmak üçin material-tehniki bazany döretmäge we kebşirleme boýunça hünärmenleri taýýarlamaga mümkinçilik döredýär.

Otuzyňjy ýyllaryň ahyrlarynda kebsirlemäniň taryhynda uly öwrülişik bolup geçýär. Akademik Ý.O. Patonyň öňdebaryjy hyzmatlarynyň netijesinde flýusly awtomatik kebsirlemäniň döwrebap görnüşi işlenilip taýýarlanylýar. 1940-njy ýyldan kebsirlemäniň bu görnüşi senagatda ulanylyp başlanýar we ýokary tehnik-ykdysady görkezijileri üçin kebsirlemegiň esasy mehanizmlaşdirilen usullarynyň birine öwrülýär.

Elektroşlak bilen kebsirlemäniň işlenilip taýýarlanylmagy uly galyňlykdaky metallardan konstruksiya taýýaramagyň tehnologik prosesini ähmiýetli derejede özgerdýär.

1940-njy ýyllaryň ahyrlarynda gorag gazlarynyň, 1950-nji ýyllaryň başlarynda bolsa kömürturşy gazynyň gurşawynda kebsirleme usuly senagata ornaşdyrylýar. Galyberse-de, kebsirlemäniň beýleki usullarynyň dürli görnüşleri kämilleşdirilýär.

Atom energetikasynyň we raketa gurluşynyň ösmegi kebsirleme konstruksiýalarynda ýörite poladyň we erginleriň täze markalaryny ulanmaklygy talap edýär. Kebsirlemäniň täze usullary ýüze çykarylýp durmuşa ornaşdyrylýar: elektron şöhleli, ultrasesli, wakuumda, gözegçilik edilýän atmosferada diffuzionly, sürtülme, ýokary ýygýlykly toklar arkaly kebsirleme we ş.m.

Metallary kesmegiň progressiw usullary: kislorodly, gaz-elektrik, gaz-flýusly, plazmaly we ş.m. ýokary depgin bilen ösýär.

1962-nji ýylda kebsirleýiş enjamlarynyň öndürilişi 1958-nji ýyldaka garanda 3 esse artdy we ABŞ hem Germaniýanyň ösüş depgininden öňe geçdi. 1963-nji ýylda gurluşykdaky kebsirleýiş işleriniň mehanizmlaşdirilen derejesi 22%-e, gurluşyk senagatynda bolsa 62,4%-e baryp ýetdi. 1970-nji ýyllaryň ahyrlarynda gurluşykdaky kebsirleýiş işleriniň mehanizasiya derejesi 40%-e ýetirildi.

## **1.2. Metallary kebsirlemegiň usullary we görnüşleri**

Häzirki günde kebsirlemäniň juda köp görnüşi bardyr, olaryň sany 100-e ýakynlaýar. Kebsirlemäniň bize mälim bolan ähli görnüşleri esasy fiziki, tehniki we tehnologik alamatlary boýunça toparlara bölünýär. Ulanylýan energiýanyň görnüşine baglylykda fiziki alamatlara kebsirlemäniň üç görnüşi degişli edilýär:

- metallaryň termiki kebsirlemesi;
- metallaryň termomehaniki kebsirlemesi;
- metallaryň mehaniki kebsirlemesi.

Termiki görnüş ýylylyk energiýasyny ulanýan kebsirlemäniň görnüşlerini öz içine alýar (duga kebsirleme, gaz kebsirleme, otly kebsirleme we ş.m.).

Termomehaniki görnüş basyş we ýylylyk energiýasy ulanylýan kebsirlemäniň görnüşlerini (kontaktly kebsirleme, diffuzion kebsirleme) öz içine alýar.

Mehaniki görnüş mehaniki energiýa bilen amala aşyrylýan kebsirlemeleri (sowuk kebsirleme, sürtülmeli kebsirleme, ultrases kebsirlemesi, partlamaly kebsirleme) öz içine alýar.

Kebsirlemäniň görnüşleri aşadaky tehniki alamatlary boýunça toparlara bölünýär:

- kebsirlenen meýdançadaky metaly goraýyş usuly boýunça (howada, wakuumda, flýusda, köpükde, gorag gazda, kombinirlenen goragly);

- prosesiniň üznüksizligi boýunça (üznüksiz, arasy kesilýän);

- mehanizasiýa derejesi boýunça (el, mehanizmlaşdirilen, awtomatlaşdyrylan, awtomatik);

- gorag gazynyň görnüşi boýunça (işjeň gazlarda, inert gazlarda);

- kebsirlenen meýdançadaky metaly goraýyş häsiýeti boýunça (gözegçilik edilýän atmosferada akymlaýyn gorag).

Tehnologik alamatlar kebsirlemäniň her bir görnüşi üçin aýratynlykda kesgitlenilýär. Has köp ulanylýan kebsirlemäniň görnüşi we degişli enjamlary bilen tanşalyň.

### **1.2.1. Metalyň duga kebsirlemesi**

Metalyň duga kebsirlemesi – bu kebsirlenilýän erňekleri elektrik dugasynyň ýylylygy bilen gyzdyrylýan, eretme arkaly kebsirlemekdir. Duga kebsirlemesiniň dört görnüşi has giňden ulanylýar.

Metalyň el duga kebsirlemesi iki usul arkaly amala aşyrylýar:

- eremeýän elektrod arkaly;
- ereýän elektrod arkaly.

### **1.2.1.1. Eremeýän elektrodly metalyň el duga arkaly kebşirlenilişi**

Eremeýän elektrodly metalyň el duga bilen kebşirlenilişi şulary göz önünde tutýar: önümiň kebşirlenilýän erňekleri galtaşdyrylýar. Eremeýän (kömürli, grafitli) elektrodларыň we önümiň arasynda duga emele getirilýär. Önümiň erňekleri we duganyň zolagyna girizilen, oturdylyan material eremä çenli gyzdyrylýar we şol ýerde kebşirleme ojagy emele gelýär. Ojakdaky metal gatandan soňra kebşirleme sepi emele gelýär. Bu usul reňkli metallar kebşirlenilende, şeýle hem gaty metallar eredilende ulanylýar.

### **1.2.1.2. Ereýän elektrodly metalyň el duga arkaly kebşirlenilişi**

Kebşirlemegiň ähli usullarynyň arasynda Türkmenistan döwletimiziniň yssy howaly çöl şertlerinde adaty energiýa çeşmelerinden uzakda ýerleşen zolaklarda berk hili, ykdysady taýdan düşewüntililigi üpjün edýän duga kebşirlemesiniň ereýän elektrodly kebşirlemesini ulanmaklyk maksada laýykdyr.

Ereýän elektrodly metalyň el duga kebşirlemesinde ereýän metal sterženli elektrod ulanylýar, bu usul el bilen duga kebşirlemesiniň esasy usuly bolup durýar. Elektrik duga birinji usuldaky ýaly döredilýär, elektrod we önümiň erňekleri eredilýär. Erän metalyň umumy ojagy alynýar we ol sowandan soňra kebşirleme sepi emele getirýär.

### **1.2.2. Metalyň flýus astyndaky awtomat we ýarym awtomat kebşirlemesi**

Metalyň flýus astyndaky awtomat we ýarym awtomat kebşirlenilişi kebşirleýjiniň metaly elde kebşirlenilende ýerine ýetirýän esasy hereketlerini mehanizmleşdirilen ýoly bilen (duganyň zolagyna elektrod bermek we ony kebşirlenilýän önümiň erňeginiň uza-boýuna süýşürilmesi) amala aşyrylýar.

Ýarym awtomat usul bilen kebşirlenende elektrody duga zolagyna goýbermeklik mehanizmleşdirilendir we elektrody kebşirlenilýän erňekleriň uzaboýuna süýşürilmegini kebşirleýji elde amala aşyrýar. Metal awtomat usuly bilen kebşirlenilende bu proses üçin zerur bolan ähli operasiýalar mehanizmleşdirilendir. Duganyň zolagyna

goýberilýän flýusyň eremeginden emele gelyän metal ergininden galan galyndy ojakdaky suwuk metal howadaky kislorodyň we azotyň täsirinden goraýar. Metalyň şeýle kebşirlenilmegi ýokary netijeliligi we kebşirleme sepiniň oňat hilini üpjün edýär.

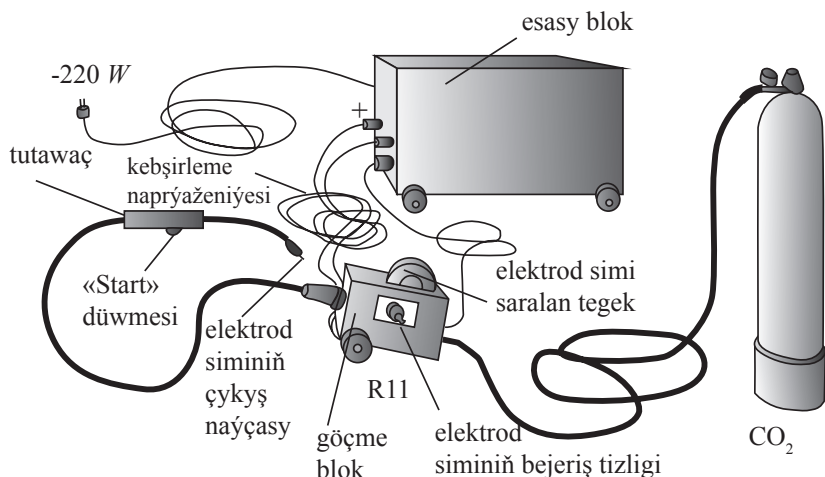
### 1.2.3. Metalyň gorag gazyndaky duga bilen kebşirlemesi

Gorag gazlaryndaky duga kebşirlenmesi diýlip metalyň kebşirlenilýän ýerleri atmosfera gazlarynyň täsirinden goramak üçin gaz ulanylýan duga kebşirlenmesine aýdylýar.

Kebşirlemäniň bu görnüşi el, ýarym awtomat, awtomat kebşirlemeleri bilen dürli giňişlik ýagdaýlarynda, gara we reňkli metallary hem-de erginleri kebşirlemek bolýar. Gorag gazlaryndaky duga kebşirlemesinde duganyň zolagyna gorag gazy barýar. Dugadan bölünip çykyan ýylylyk esasy metaly we elektrody eredýär. Sowanda kebşirleme ojagyndaky metal kebşirleme sepini emele getirýär. Gorag gazy erän metaly howadaky gazlardan goraýar we olar bilen täsirleşmeginiň önüni alýar.

Ulanylýan gorag gazlarynyň görnüşi boýunça kebşirlemegiň bu görnüşi aşakdaky toparlara bölünýär:

- inert gazyndaky;
- işjeň gazyndaky;
- inert we işjeň gazyndaky;
- akymlaýyn goragly kebşirleme.



2-nji surat. Gorag gazyndaky ýarym awtomat kebşirlemesi



Gorag gazlary hökmünde inert (argon we geliý), işjeň (kömür-turşy gazy, wodorod, kislorod, azot) gazlary, gaz garyndylary ( $\text{Ar} + \text{He}$ ,  $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ,  $\text{Ar} + \text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$  we ş.m.) ulanylýar.

Işjeň gazlar kebşirlenilýän metallaryň sepiniň zerur bolan aýratynlygyny üpjün etmekde ulanylýar. Gaz garyndylary ulanylyp, duganyň durnuklylygy, sepiň şekilini gowulandyrmak, kebşirlenilýän metalyň syçramazlygy üpjün edilýär.

**Gorag gazlaryndaky duga arkaly kebşirleniş aşakdaky toparlara bölünýär:**

- hemişelik dugadaky kebşirleme;
- impulsly dugadaky kebşirleme.

Elektrodyň görnüşine baglylykda gorag gazlaryndaky kebşirleme ereýän we eremeýän elektrodly kebşirleme diýen topara bölünýär. Eremeýän elektrodly kebşirlemede inert gazlary bolan argon we geliý ýa-da olaryň garyndysy ulanylýar.

### **Kemçilikleri**

Gorag gazynda kebşirlemegiň flýus astyndaky kebşirlenişiniň ýetmezçilik taraplary bu duganyň reňk we ýylylyk radiasiýasyna garşy gorag çärelerini geçirmek zerurlygy ýüze çykýar.

### **Artykmaçlyklary**

- dürli metallar we erginler bilen işlände detalyň giňişlik ýagdaýyna garamazdan, ýokary hilli birleşmeler alynýar;
- kebşirlenilýän metallaryň galyňlygy dürli bolup biler;
- termiki täsiriň az täsir ediş zolagy;
- iş ýokary öndürjilige eýe;
- flýusy ýa-da şlagy aýyrmak, sepi arassalamak gerek däl.

### **Enjamlar**

Gorag gazlarynda kebşirlemek üçin enjamlaryň toplumyna kebşirleme enjamlary (transformatorlar, inwertorlar, tok bloklary, gorelkalar, nikaplar), gaz enjamlary (ballonlar, şlangalar, ölçeýjiler) girýär.

## **1.2.4. Metalyň elektroşlak bilen kebşirlenilişi**

Metalyň elektroşlak arkaly kebşirlenilişi wertikal ýa-da  $45^\circ$  burçda ýerleşýän kebşirlenilýän önümiň erňegindäki metalyny we elektrody erän şlagyň üstünden geçende bölüp çykarylýan toguň ýylylygy bilen eretmek ýoly arkaly amala aşyrylýar. Mundan başga-da

şlak erän metaly howanyň täsirinden goraýar. Önümiň aralygyndaky jaýrygyň iki tarapyna hem sepi emele getirýän suwly sowadylan mis polzunlar gysdyrylýar. Soňra aşagyna goýulýan enjama ýörite flýus sepilýär, onuň üstünde bir ýa-da iki elektrod simi ýerleşýär. Duga flýusyň astynda elektrodalaryň we aşagyna goýulýan enjamyň arasynda döreýär. Duganyň ýanma zolagynda elektrod simi ýörite mehanizm bilen goýberilýär. Duganyň ýylylygynyň hasabyna elektrod simi we flýus ereýär, netijede, erän metally kebşirleme ojagy hem-de onuň üstünde şlak ojagy emele gelýär. Soňra ýokary garşylygy bolan (Lenn-Joulyň kanunyna laýyklykda) erän şlagyň üstünden toguň geçmeginiň hasabyna zerur bolan ýylylyk alynýar. Ojakdaky suwuk metalyň we metal ergininden galan galyndy ýygnanyş möçberine laýyklykda mis polzunlar elektrod simini we flýusy goýberýän mehanizm bilen birlikde, awtomatik ýagdaýda, aşakdan ýokarlygyna, suwuk metalyň ýokary galyş tizliginde süýşýär.

### **1.2.5. Metaly kebşirlemegiň aýratyn görnüşleri**

Senagatda we gurluşykda eremesi kyn we himiki taýdan işjeň metallar we erginler barha giňden ýaýbaňlanýar. Ýokary hilli kebşirleme sepi almak üçin ýokary konsentrasiýaly ýylylygy bolan çeşmeler ulanylýar we kebşirleýiş işi örän az mukdarda kislorod, azot we wodorod bolan gurşawlarda amala aşyrylýar.

Elektron-şöhle we plazma arkaly kebşirleme has seýrek ulanylýar. Metalyň elektron-şöhle kebşirlemesi wakuumda ýokary tizlikde hereket edýän elektronlaryň konsentrlenen akymynyň kinetik energiýasyny ulanmak ýoly arkaly amala aşyrylýar. Elektron-şöhle arkaly kebşirlemäniň desgasy kineskopyň (elektrody tizleşdirýän katod, magnit linza, naprýaženiýe 30-100  $kV$ ) gurluşyna meňzeşdir.

Metalyň plazma arkaly kebşirlenilişi elektrik zarýadly bölejikleri özünde saklaýan we tok geçirmäge ukyply bolan ionizirlenen gaz plazmasynyň akymyny ulanmaklyga esaslandyrylandyr. Dugaly plazma akymynyň energiýasy kebşirleme toguna, naprýaženiýe, gaz harajadyna we beýleki ýagdaýlara baglydyr. Duganyň energiýa çeşmesi 120  $W$ -dan gowrak iş naprýaženiýesine eýe bolmalydyr. Plazma emele getiriji gaz daşky gurşawyň täsirinden erän metaly gorama hyzmatyny hem ýerine ýetirýär.

### 1.3. Kebşirlemäniň esasy görnüşleri

Şu wagta çenli eretmek arkaly kebşirleýiş prosesleri has giňden ýaýrap, elektroduga kebşirlemesi hem öndebaryjy orny eýeleýär.

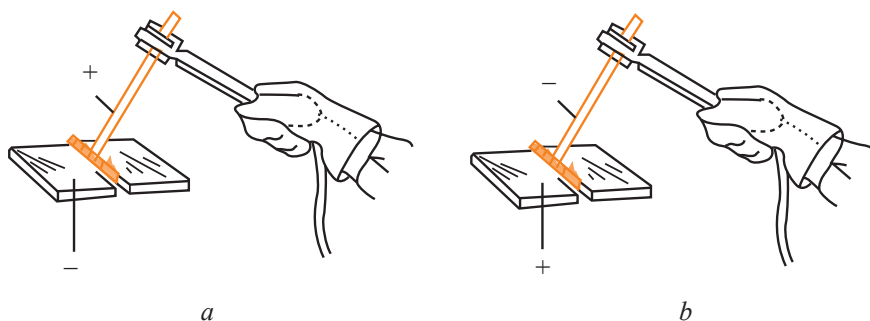
Kebşileme dugasyny emele getirmek üçin ýörite tok çeşmesi bolan elektrik zynjyry zerurdyr. Duga önümiň we elektrodyň arasynda ýanýar. Dugany tok bilen üpjün etmek üçin transformatorlardan ýa-da tok üýtgedijilerden, öwürjilerden, agregatlardan alynýan üýtgeýän we hemişelik tok ulanylýar.

Ereýän elektrodly duga arkaly kebşirlemesinde elektrodyň we kebşirlenilýän metalyň eremeginiň hasabyna sep emele gelýär. Eremeyän elektrodly kebşirlemede metalyň kebşirlenilýän böleklerinden, käte bolsa duganyň zolagyna gapdaldan berilýän oturtma metal arkaly sep emele getirilýär.

Ereýän elektrodlara polat, mis, alýumin degişli bolup, eremeyän elektrodlara kömür, grafit we wolfram elektrodly degişlidir.

Elektrodugaly kebşirlemäniň esasy aýratynlygy duganyň gyzgynyna kebşirlenilýän metalyň eremegidir.

Hemişelik tokda kebşirlenilende elektrodlardaky ýylylyk mukdary dürli-dürli bolýar, şol sebäpli hem kebşirlemä göni polýarlyk we ters polýarlyk diýlen düşünje girizilendir. Ters polýarlyk haçanda elektrod saklaýjydaky çeşmede (+), detalda ( - ) bolanda ýüze çykýar (3-nji a surat), göni polýarlykda bolsa tersine bolýar (3-nji b surat).



3-nji surat. Göni we ters polýarlyk

Elektrodyň örtügindäki material polýarlyga çäklendirme girizýär. Meselem, kömür elektrody ters polýarlykda ýokary gyzgynlyk bilen ýanýar we örän çalt dargaýar ((+)-da ýylylyk has köp bolýar),

ýalaňaç simiň özi bolsa (+)-da has gowy (-)-da has ýaramaz ýanýar we üýtgeýän tokda bolsa düýbünden ýanmaýar. Duga ýananda we kebşirlenilýän metal hem-de elektrod eredilende kebşirleme ojagynyň howadaky kislorod, azot bilen täsirleşip, eremeginiň önüni almak zerur bolup durýar. Sebäbi bu ýagdaý metaldaky sepiň mehaniki aýratynlyklarynyň ýaramazlaşmagyna getirýär. Şol sebäpli, duganyň zolagyny, kebşirleme ojagyny, şeýle hem elektrod sterženini goramaly bolýar.

Metaly howadan goramagyň usullary boýunça dugaly kebşirlemäni aşakdaky toparlara bölýärler:

- elektrod örtükli;
- gorag gazly;
- flýusyň astynda kebşirleme;
- külke görnüşli gorag simli duga kebşirlemesi.

Kebşirleme dugasynyň uzynlygy diýlip elektrod bilen kebşirleme ojagynyň krateriniň (çuňlugynyň) üstündäki iki ujunyň arasyndaky aralyga aýdylýar.

Kebşirleme prosesiniň mehanizmleşdiriş derejesine laýyklykda duga kebşirlemesi el, ýarym awtomat (mehanizmleşdirilen) we awtomatlaşdyrylan ýaly toparlara bölünýär.

Duga ýananda elektrodyň ereýiş depginine görä duganyň hemişelik uzynlygyny saklap galmak üçin kebşirleme zolagyny elektrod bilen üpjün edip durmaly. Kebşirleme prosesinde esasy iki hereket ýerine ýetirilýär: kebşirleme ojagyna ereýiş depginine laýyklykda elektrody ýa-da simi bermek we elektrod materialy (dugany) kebşirlenilýän ernäklerniň ugry boýunça süýşürmek.

Duga bilen kebşirlemesinde edilýän hereketleri kebşirleýji elde ýerine ýetirýär. Muňa mysal edip häzirki zaman ýarym awtomat kebşirlemesini Lincoln electric idealarc CV510 markasyny mysal getirip bolar (4-nji surat).

Ýarym awtomat (mehanizmleşdirilen) kebşirlemede kebşirleme ojagyna elektrod materialyny bermek işi «getiriji mehanizm» diýilýän mehanizm tarapyndan ýerine ýetirilýär. Getiriji mehanizm şlang saklaýjysy we tok çeşmesi bilen birlikde ýarym awtomat kebşirlemäni emele getirýär.



**4-nji surat. Lincoln electric idealarc CV510 ýarym awtomat  
kebşirleme mehanizmi**

Şlang saklaýjyly getiriji mehanizmleriň dürli konstruksiýalary diametri  $0,8-3,2\text{ mm}$  bolan (ugrukdyryjy spiral boýunça) üznüksiz kesimli kebşirleme simini berme hereketini ýerine ýetirmäge mümkinçilik döredýär. Bu diametrler önümçilikde iň bir rasional diametr hasaplanylýar.

Awtomatlaşdyrylan kebşirlemede elektrod simi ýa-da elektrod lentasyny bermek, şeýle hem kebşirleme sepiniň ugruna hereket etdirmek işi mehanizmlleşdirilen. Şeýle desgalara kebşirleme awtomatlary diýilýär.

Flýus astynda kebşirlenilende duga külke görnüşli, flýus dänesiniň gatlagynyň astynda ýanýar. Ol gatlak dugany we metalyň ereýän ýerini tutuşlygyna gaplaýar.

Flýus astyndaky duga kebşirlemesi häzirki günde awtomatik usulda ýerine ýetirilýär. Öňki döwürlerde bolsa ýarym awtomatlar tarapyndan amala aşyrylypdyr. Muňa mysal edip häzirki zaman awtomatik kebşirlemesi bolan, elektrod simini beriji mehanizmi Lincoln power feed 10A markasyny mysal getirip bolar (5-nji surat).



**5-nji surat. Lincoln power feed 10A kebşirleme mehanizmi**

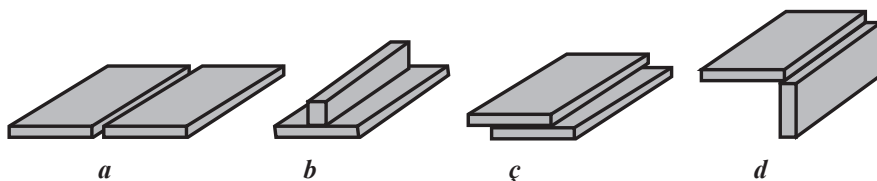
Kebşirleme simi elektrod hökmünde hyzmat edýär. Flýus erän metalyň howadaky gazlar bilen täsirleşmeginiň önüni alýar we sepiň hilini ýokarlandyrýar. Üstesine-de, metal daş-töwerege syçrap, serpil-meýär we bölünip çykýan gazyň mukdary has az bolýar.

Berkarar döwletimiziň bagtyýarlyk döwründe duga bilen kebşirleme ýurdumyzda senagatyň we gurluşygyň ähli pudaklarynda giňden ulanylýar.

#### **1.4. Kebşirleme birleşmeleri we sepleri**

Birleşmäniň görnüşine baglylykda kebşirleme sepleriniň gör-nüşleri aşakdakylardan ybarat:

- arasy kesik birleşmäniň sepi;
- tawra (T şekilli) birleşmäniň sepi;
- basgançakly birleşmäniň sepi;
- burç görnüşli birleşmäniň sepi.



**6-njy surat. Kebşirleme sepleriniň görnüşleri:**

*a* – arasy kesik birleşme; *b* – tawra birleşmesi; *ç* – basgançakly birleşme;  
*d* – burç görnüşli birleşme

## Arasy kesik birleşme

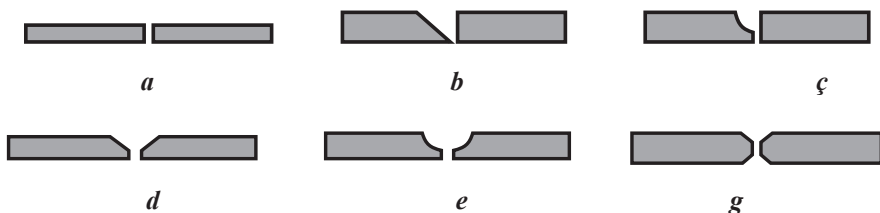
Arasy kesik birleşme diýlip iki listiň ýa-da turbanyň gyraňly ýüzleriniň birleşmesine aýdylýar. Bu birleşmä metalyň az harçlanýandygy üçin kebşirleme wagtynyň azdygy üçin has giň ýaýran görnüşidir.

Arasy kesik birleşme sepiniň ýerleşişine baglylykda:

- birtaraply;
- ikitaraply bolup bilýär.

Kebşirlemä taýýarlanylşy boýunça kebşirlenilýän önümleriň galyňlygyna baglylykda:

- erňekleri eňňitsiz;
- erňekleri eňňitli bolup bilýär.



### 7-nji surat. Kebşirlenilýän metallaryň erňekleri:

*a* – birtaraply, bejergisiz birleşme; *b* we *c* – birtaraply, eňňitli erňegi bolan birleşme;  
*d* – V şekilli bejergili birtaraply birleşme; *e* – U şekilli bejergili  
ikitaraply birleşme; *g* – ikitaraply X şekilli bejergili birleşme

Erňekleri eňňitsiz birtaraply birleşmeler 4 mm-e çenli galyňlykdaky listleri kebşirlemek üçin niýetlenilendir. Erňekleri eňňitsiz ikitaraply birleşmeleri 8 mm-e çenli galyňlykdaky kebşirlemede ýerine ýetirmek maslahat berilýär. Iki ýagdaýda hem ýokary hilli kebşirlemäni üpjün etmek üçin listler kebşirlenilende 1-2 mm töweregi listleriň arasynda kiçeňräk çat goýmak zerurdyr.

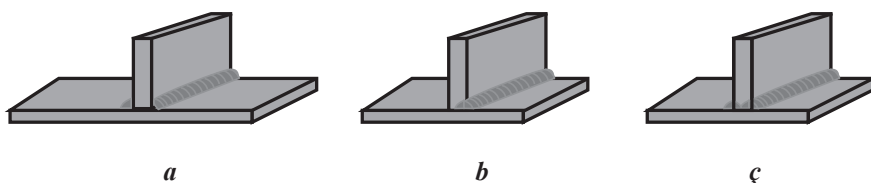
Birtaraply kebşirleme birleşmesinde 4-den 25 mm-e çenli galyňlyk bolanda erňeklerde eňňit etmek maslahat berilýär. Erňegi V şekilli eňňitli birleşme iň meşhurdyr. Erňegi U şekilli eňňitli we birtaraply erňegi eňňitli birleşmeler onçakly giňden ýaýramasa-da ulanylýar. Ýanma ähtimallygynyň önüni almak üçin ähli ýagdaýlarda hem erňekler az-kem küteldilýär.

12 mm we ondan uly galyňlyklarda ikitaraply kebşirlemede X şekilli bejergi ýasamak maslahat berilýär. Onuň V şekilli bejergä

görä has köp amatlyklary bardyr. Bu amatlyklar: bejergini doldurmak üçin zerur bolan metalyň mukdarynyň azalmagy (iki essä golaý), deňşililikde kebşirlemegiň tizliginiň artmagy we kebşirleme materiallarynyň tygşytlanmagydyr.

### **Tawro (T şekilli) birleşmesi**

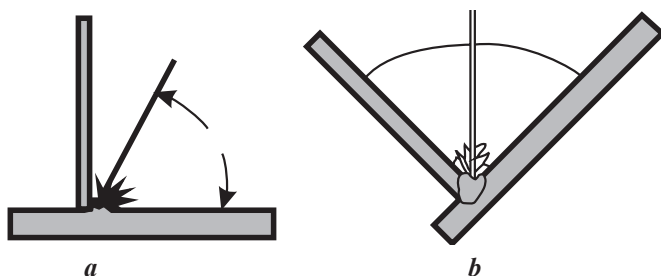
Tawro birleşmesi diýlip iki listiň arasynda «T» harpynyň şekilinde birleşmäni emele getirmegine aýdylýar. Arasy kesik birleşmeler ýaly tawro birleşmesiniň hem metalyň galyňlygyna baglylykda bir ýa-da ikitaraply, bejergili ýa-da bejergisiz diýlen görnüşleri bardyr. Tawro kebşirleme birleşmesiniň esasy görnüşleri aşakdaky 8-nji suratda görkezilendir:



**8-nji surat. Tawro kebşirleme birleşmesiniň görnüşleri:**  
*a* – ikitaraply bejergisiz; *b* – birtaraply bejergili; *ç* – ikitaraply bejergili

**Tawro birleşmesiniň kebşirlemesi babatynda birnäçe maslahat:**

1. Tawro birleşmesinde ýuka metal galyň metal bilen kebşirlenende elektrodyň ýa-da kebşirleme gorelkasynyň galyň metala egilme burçy  $60^\circ$  töwereginde bolmagy zerurdyr. (9-njy *a* surat).



**9-njy surat. Ýuka we galyň metallaryň kebşirlemesi**

2. Tawro birleşmesiniň (şol derejedäki burç birleşmesiniň) kebşirlemesini ähmiýetli derejede «gaýyk» görnüşe getirip (9-njy *b* surat) ýönekeýleşdirmek bolar. Bu görnüş kebşirlemegi geçir-



mäge mümkinçilik döredip, kebşirlemegiň tizligini artdyrýar we kebşirlenmeklik bilen bir hatarda ýygy-ýygýdan ýüze çykyp durýan «çat, doly eremezlik» ýaly kemçilikleriň döremek ähtimallygyny azaldýar. Kähalatda bir geçiş ýeterlik bolmaýar, şol sebäpli, sepleri metal ergini bilen doldurmak üçin duganyň ugruny üýtgedip durmak zerur bolýar.

### **Basgançakly birleşme**

Bu birleşmäni 10 mm-e çenli galyňlykdaky listleri kebşirlemek üçin ulanmak maslahat berilýär. Arasyna çyg düşmez ýaly listleri iki tarapyndan hem kebşirlemelidir. Bu birleşmede kebşirleme sepiňi iki sanydygy üçin, kebşirlemegiň wagty we harçlanýan kebşirleme materiallary hem artýar (6-njy ç sur. ser.).

### **Burç görnüşli birleşme**

Burç görnüşli birleşme diýlip iki metal listiň göni ýa-da başga bir burç bilen biri-birine birikdirilmegine aýdylýar. Bu birleşmeler galyňlygyna baglylykda ernekler eňňitli ýa-da eňňitsiz bolup bilýär. Käte burç görnüşli birleşme içinden kebşirlenilýär.

Kebşirleme birleşmeleri we sepleri başga alamatlary boýunça hem toparlara bölünýär.

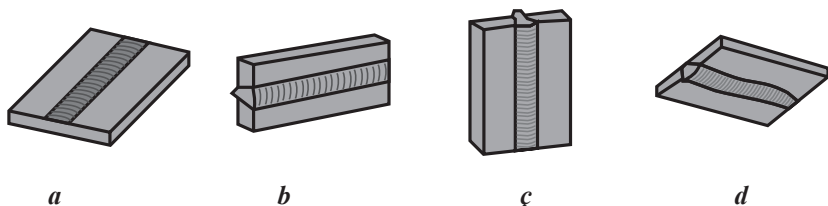
Güberçek görnüşli birleşme derejesine görä:

- adaty;
- güberçek;
- çukanak bolýar.

Sepiň güberçekli görnüşli ulanylýan kebşirleme materiallaryna we kebşirleniş düzgünine bagly bolup durýar. Meselem, uzyn dugada sep eňňitli, giň bolýar, gysga duga kebşirlenende bolsa, tersine, sep has dar we güberçek bolýar. Şeýle hem güberçekli görnüşli kebşirlemäniň tizligine we ernekleriniň bejergi giňligine täsir edýär.

Giňişlikde ýerleşişine görä birleşmeleriň görnüşleri:

- aşak;
- keseligine;
- dikligine;
- başaşa.



**10-njy surat. Giňişlikde ýerleşişine görä birleşmeleriniň görnüşleri:**  
*a* – aşakda ýerleşiş; *b* – gorizontall ýerleşiş; *c* – wertikal ýerleşiş; *d* – başaşa ýerleşiş

Kebşirleme üçin iň amatlysy sepiň aşakda ýerleşmegidir. Şonuň üçin hem önümiň taslamasy düzülende we kebşirleme ýagdaýynyň tehnologiýasy düzülende aşakdakylary göz önünde tutmalydyr. Aşakda ýerleşdirilen ýagdaýda kebşirleme ýokary netijelilige ýol açyp, ýokary hilli kebşirleme sepiňi almakda ýönekeý proses bolup durýar.

Kebşirleme birleşmesiniň gorizontall we wertikal ýerleşiş kebşirleýjiden ýokary ussatlygy talap edýär, başaşa ýerleşiş bolsa has köp zähmeti talap edýär, özem şol bir wagtda howpludyr.

Uzynlyk derejesine görä kebşirleme birleşmeleriniň görnüşleri:

- göni (üznuksiz);
- arasy kesilýän.

Arasy kesilýän kebşirleme sepleri jebisleşdirme talap edilmeýän birleşmelerde ulanylýar.

### 1.5. Metallary kebşirlemä taýýarlamak

Häzirki wagtda kebşirlemä maşyn gurluşygynda hem-de beýleki gurluşyklarda ulanylýan azsanly tehnologik prosesleriň birisi hökmünde garamak bolar. Detallary şeýle usul bilen birleşdirmeklik gadymdan bäri mälimdir. Kebşirleme işlerinde nähili energiýanyň ulanylýandygyna seredip, ön hem aýdyp geçişimiz ýaly, kebşirlemäniň birnäçe görnüşi bardyr: termiki, termomehaniki we mehaniki. Emma muňa bagly bolmazdan, islendik ýagdaýda, metaly kebşirlemä taýýarlamak işi ýerine ýetirilýär.

Ýylylyk energiýasy we basyşyň gatnaşmagynda ýerine ýetirilýän kebşirlemeler termiki kebşirlemä degişlidir. Termomehaniki kebşirlemä bolsa mehaniki energiýanyň we basyşyň gatnaşmagynda ýerine ýetirilýän kebşirlemeler degişlidir. Kebşirlemäniň mehani-

ki görnüşine mehaniki energiýa we basyş ulanylyp ýerine ýetirilýän kebşirleme degişlidir.

Taýýarlanylýan önümleriň üstünde işlenilende kebşirleme sepleriniň takyklyk derejesine, gözegçilige uly üns berilýär. Bu alamat bolsa öz gezeginde, materialyň gaýtadan işlenilmegini we taýýarlanylmagyny talap edýär. Metallaryň dürli görnüşleriniň duş gelýändigi sebäpli, olaryň her birisi üçin aýratyn çemeleşme zerurdyr. Taýýarlyk işleri birnäçe tapgyrdan ybaratdyr.

Kebşirleme konstruksiýalaryny ýasamak üçin goýberilýän metallar önünden arassalanylýar we düzedilýär. Arassalaýyş işi konstruksiýa ýygnaľmanka amala aşyrylmaly. Metalyň kebşirleniljek ýeri posdan, ýagdan, çygdan, köýükden, hapadan pugta arassalanylýar. Metal arassalanylanda, aýratyn hem, erňekleriň arasyndaky çatlara uly üns berilmeli. Eger ýygnaľlanan konstruksiýalaryň birleşmesiniň sepine eýýäm hapa düşen bolsa, onda ony gysylan howa bilen ýa-da gorelkanyň ody bilen ýakyp, oňat arassalamaly.

Iri kärhanalarda polat listleri düzedilenden soň arassalamak üçin yzygiderli suw akymy ulanylýar, soňra listleri 15%-li ingibirlenen duz kislotasynyň ergini bilen 40-45°C temperaturada, suw bilen ýuwlardan soň 3-5%-li kalsinirlenen aşgar ergini bilen gowşadyp, 10%-li ýörite düzümlü passiwirleýji ergin bilen ýuwmaly. Listiň akymda ornunyň üýtgeýiş tizligi 0,5 m/s.

Kebşirlemeden oň detallaryň erňekleri, eger bu taslamada göz önünde tutulan bolsa, kesilýär, eňňit ýasalýar we arassalanýar hem-de erňekleriň eňňidi kebşirleme sepiniň görnüşine degişlilikde ýasalýar. Tekiz we arassa bolar ýaly erňekleri käte erňek ýonuýy we gyraň igeleýän stanoklardan geçirýärler, olardaky işlenilen uzynlyk birnäçe metre ýetip biler. Erňekleri mehaniki işläp taýýarlaýyşda erňekler gaýçy bilen kesilende emele gelýän metalyň berçinlenen zolagy, käbir legirlenen polatlaryň kesiminiň termiki täsiriniň zolagy stanoklarda aýrylýar, önümleriň takyklygy artdyrylyp, kislorod kesiminden soňky deformasiýa düzedilýär, şeýle hem galyň metalyň (30 mm-den galyň bolan) erňeklerine käse şekilli görnüş berilýär.

Legirlenen polatlary, reňkli metallary we olaryň erginlerini kesmek üçin kislorod-flýusly, plazma bilen kesmek usuly ulanylýar. Erňeklerde 1,5 mm-den artyk çuňlukdaky kesimler bolmaly däl, erňekleriň gönüligi reýka we ölçeg çyzgyýy bilen barlanylýar, eňňidiň

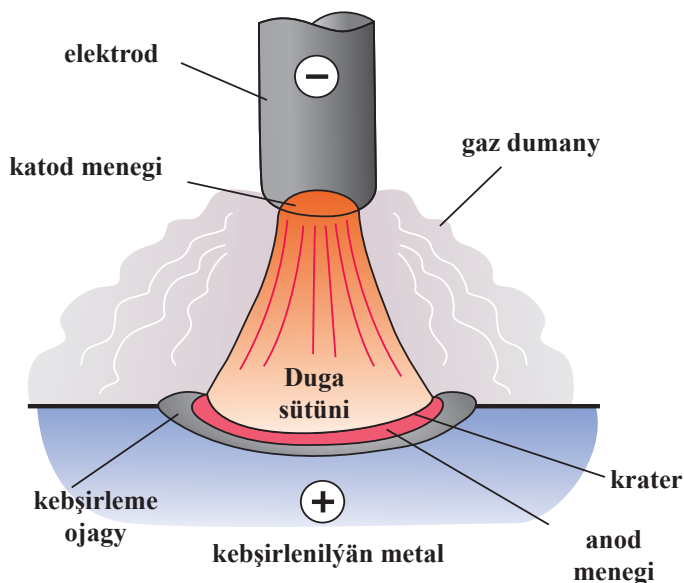
burçy bolsa ülni bilen ölçenilýär. Guýlan önümler kebşirlemeden öň şekil beriji galybyň gyşarmasyndan galan galyndydan almirlenen daş bilen kebşirleme sepiňiň düşjek ýerlerinde arassalanmalydyr.

## 1.6. Kebşirleme dugasy barada esasy düşüňjeler

Kebşirleme dugasy atmosfera basyşynda iki elektrodyň arasyndaky gaz boşlugynda bolup geçýän uzak wagtly elektrik razrýadydyr.

Kebşirlemäniň giňden ýaýran usullaryndan elektrodyň we metalyň arasynda ýanýan göni täsiriniň dugasy ulanylýar. Ol elektrodyň birisi metal ýa-da kömür sterženi, beýlekisi bolsa, kebşirlenilýän metaldyr.

Gytaklaýyn duga biri-biriniň burçunyň aşagyna ýerleşdirilen elektrodyň (kömür ýa-da wolfram) arasynda emele gelýär. Bu duga kebşirleme üçin amatly dälendir we şol sebäpli kebşirlemegiň diňe azsanly usulynda ulanylýar. Meselem, atom-wodorod kebşirlemesinde iki wolfram elektrodalaryň arasynda wodorod atmosferasynda ýanýan gytaklaýyn duga ulanylýar. Hemişelik toguň metal elektrodyň we kebşirlenilýän metalyň arasynda ýanýan göni täsiriniň dugasynyň shemasy 11-nji suratda görkezilendir.



11-nji surat. Duga sütüni

Duga erän metalyň ojagynyň ýüzünde emele gelen çukurda (kra-terde) düýbi berkidilen sütünden durýar. Duganyň sütüni silindr ýa-da konus şekilli görnüşi emele getirýär. Sütüniň ýokary bölegi elektrodyň ýokary gyzgynlykly tarapyna katod tegmili diýilýän böle-ge galtaşýar. Sütüniň düýbi kebşirlenilýän metalda ýerleşdirilýär we anod tegmili diýilýän bölek bilen çäklendirilýär. Kebşirleme togunyň ortaça bahalarynda (200-300A) anod tegmiliniň diametri katod tegmiliň diametrinden 1,5-2 esse köpdür.

Sütünde duganyň energiýasynyň esasy mukdary jemlenendir, şol sebäpli onuň okunda duganyň 5500-den 7800-e çenli baryp ýetýän ýokary temperatura zolagy ýerleşýär. Dugadaky toguň dykzlygy näçe ýokary bolsa, onuň sütüniniň temperaturasy hem şonça ýokary bolýar. Sütüniň daşy gyzdyrylan pes temperaturaly bug we gazlardan çykýan oduň şöhesi bilen gurşalandyr.

Duganyň ýanmagy üçin zerur bolan şertlere seredip geçeliň.

Gazlar we buglar bazar şertlerinde elektrik taýdan neýtral mad-dalar bolup durýar we tok geçirmeýär. Elektrik togy gazdan diňe onuň içinde elektrik zarýadlary göterýän elektron, položitel ionlar, otrisatel ionlar bolan ýagdaýynda geçýär. Şeýle gaza ionlaşdyrylan gaz diýil-ýär. Gazda hereket edýän ionlar we elektronlaryň mukdary her näçe köp bolsa, şonça-da gazyň ionlaşmagy we elektrik geçirijiligi ýokary bolýar. Bu elektrik zarýadly bölejikler hem gaz gurşawynda elektrik energiýasyny geçirijiler bolup durýar.

Bir otrisatel elektrik zarýadyny göterýän material bölejige **elek-tron** diýilýär. Elektronyň massasy juda kiçi, ol tebigatdaky iň ýeňil element bolan wodorodyň atomynyň massasyndan 1840 esse kiçidir. Maddanyň diňe položitel (položitel ion) hem-de otrisatel (otrisatel ion) zarýadlary göterýän atomyna ýa-da molekulasyňa **ion** diýilýär.

Maddalaryň atomlary položitel zarýadly ýadrodan we onuň daşyny gurşap alýan otrisatel zarýadly elektronlardan ybaratdyr. Maddanyň adaty ýagdaýynda atomyň ähli elektronlarynyň otrisatel zarýadlary ýadronyň položitel zarýadlaryna deňdir we şonuň üçin elektrik taýdan neýtraldyr. Şeýle atomdan we molekulalardan durýan gaz bolsa, elektrik toguny geçirmeýär.

Aýdalyň, katodyň ýüzünden erkin elektronlar uçup başlaýar. Bu hadysa elektronlaryň emissiýasy diýilýär. Katod zolagynda elektrik

meýdanynyň täsiri bilen elektronlaryň hereketi tizleşýär. Gazyň neýtral atomlary bilen çaknyşanda elektronlar ýokary hereket energiýasy bolandygy üçin, agyr we şol sebäpli az hereket edýän atomyň örtüğinden bir ýa-da birnäçe elektrony alýar. Bu elektronlar eýýäm pes tizlik bilen položitel zarýadly anoda tarap elektrik meýdanynyň täsiri bilen hereket edýärler. Atom öz örtüğindäki alnan elektronlar bilen özüniň otrisatel elektriginiň bir bölegini ýitirip, otrisatel zarýadly katoda tarap hereket edýän položitel iona öwürülýär. Katoda çaknyşanda položitel ion ondan elektronlaryny alýar: olaryň bir bölegini alyp, gaýtadan neýtral bolýar, elektronyň bir bölegi bolsa duganyň sütüni arkaly anoda tarap gönügýär. Erkin elektronlary alanda neýtral atomlardan otrisatel ionlar emele gelýär. Otrisatel ionlary ähli elementleriň döretmäge bolan ukybynyň ýokdugy sebäpli, ionlaşdyrylan gazlarda hem otrisatel ionlar položitellerden az mukdarda saklanýar.

Gaz we bug gurşawynda elektrik zarýadly bölejikleriň emele gelmegine ionlaşdyrma diýilýär. Ionlaşdyrma diňe bir elektronlaryň gaz molekulalarynda ýa-da atomy bilen çaknyşygynda emele gelmeýär. Ol ýagtylyk şöhlelenmesiniň energiýasyndan (aýratyn hem, ultramelewşe şöhleleri) ýa-da gaz we buglary 2000°C temperatura çenli gyzdyrmak bilen hem döräp bilýär.

Gazyň bölejikleriniň hereketini çaltlaşdyrýan we ýokary temperaturada olaryň çaknyşygynyň mukdaryny artdyrýan gyzdyrmagyň täsiri bilen gazy ionlaşdyrmaklyga termiki ionlaşdyrma diýilýär.

Dugada položitel we otrisatel ionlardan ýa-da položitel ionlar we elektronlardan neýtral atomlar emele getirilýär. Bu hadysa rekombinasiýa diýilýär. Bu prosesiniň netijesinde berlen temperaturada gazdaky zarýadly bölejikleriň emele gelmegi we ýitip gitmegi özarasynda deňleşýär we gyzdyrylan gazyň ionlaşdyrylma derejesi duganyň ýanmasynyň bar bolan şertlerinde hemişelik bolup galýar.

Ionlaşdyrma derejesi diýlip berlen göwrümdäki zarýadly bölejikleriň mukdarynyň ionlaşdyrma pursadyna çenli bölejikleriň umumy mukdaryna bolan gatnaşygyna aýdylýar. Eger ionlaşdyrma derejesi bire deň bolsa, onda bu berlen göwrümdäki gazyň ähli bölejikleriniň položitel ýa-da otrisatel elektrik zarýadynyň bardygyny aňladýar. Gazyň ýa-da buguň berlen ionlaşma derejesine ýetilýän temperatura näçe pes bolsa, onuň töwereginde elektrik duga razrýady şonça tiz ýüze çykýar.

Kaliý, natriý we kalsiý duganyň temperaturasynda ýeterlik ionlaşma derejesini gazanýar. Şonuň üçin bu maddalaryň buglarynyň duganyň sütüninde bolmagy duganyň ýanmagynyň durnuklylygyny ýokarlandyrýar we şu sebäpli bolsa görkezilen maddalar hemişe dürli elektrod örtükleriň düzümine girizilýär.

Dürli elementler dürli ionlaşma potensialyna eýedir. Ionlaşma potensialy diýlip maddanyň atomynyň örtüğinden bir elektrony doly aýyrmak üçin zerur bolan energiýanyň mukdaryna aýdylýar. Kaliý atomynyň ionlaşma kuwwatlylygy, takmynan, 3,4 esse, natriniňki 2,8 esse we kalsiniňki 2,4 esse azotyň we kislorodyň atomynyň ionlaşma kuwwatlylygyndan azdyr.

Gazyň ionlaşdyrylmagy we onda güýçli duga razrýadynyň ýüze çykmagy örän çylşyrymly fiziki prosesler bolup, olar köpsanly faktorlara we şertlere bagly bolup durýar.

Elektrik kebşirleme dugasynyň üstünde geçirilen barlagda katodyň erkin elektronlary zyňmagy (emissiýasy) aşakdaky prosesleriň netijesinde bolup geçýändigini anyklanyldy:

1. Katodyň örtüğinden elektronlaryň aýrylmaga ukyply bolan ýokary temperaturasynyň döredýän termoelektron emissiýasy;

2. Katoddan elektronlary aýyrýan güýçli elektrik meýdanynyň täsiri bilen döreýän awtoelektron emissiýasy;

3. Katodyň örtüğine agyr položitel ionlaryň zarbalarynyň emissiýasy;

4. Katodyň örtüğine duganyň ýagtylyk şöhleleriniň täsiri bilen döreýän fotoelektron emissiýasy.

Katodyň elektron emissiýasy we gazyň uly mukdarda ionlaşmagy kebşirleme dugasynyň durnukly ýanmagyny şertlendirýän zarýadly bölejikleriň akymynyň esasy çeşmesi bolup durýar.

## **1.7. Kebşirleme materiallary**

### **1.7.1. Kebşirleme elektrodлары**

Duga kebşirmesindeki elektrod – bu duga elektrik toguny geçir-mek, duganyň ýanmagyny üpjün etmek we kebşirlenilýän erňekleriň eremegi üçin kebşirleme zynjyryna zygiderli baglanan steržendir. Munda elektrodyň özi eräp hem, eremän hem biler. Elektrodlar me-

taldan ýa-da kömürden, steržen ýa-da plastina (lenta) şekilli bolup biler. Kebşirleme elektrody diýlip ýörite çalgý çalnan metal steržene aýdylýar.

Senagatda başlangyç tapgyrda kebşirleme ýerine ýetirilende inçe diametrli çalgýly elektrodlardan peýdalanylýar, bu duganyň has durnukly ýanmagyny üpjün edýär. Adatça, çalgý hökmünde suwly pasta görnüşli suwuk (ereýän) çüýşäniň erginine, ýagny ýelmeşme aýratynlygy bolan natriý silikatyna garylan üwelen hek ulanylýar. Natriý silikaty (kontor ýelimi) baglaýjy we sazlaýjy komponent bolup hyzmat edýär. Elektrod sterženlerini pasta batyryp, soň haýallyk bilen çykarylýar, tagtanyň üstünde dikligine goýlup guradylýar.

Suwuk çüýşe – bu silikat, ýagny kremniý kislotasy bilen aşgar metallarynyň duzy ähli elektrod çalgylary üçin ulanylýan ýeke-täk maddadyr. Suwuk çüýşäniň hili modulyna görä kesgitlenilýär. Onuň hili düzümindäki kremniýiň we aşgaryň ikili okisiniň molekulýar gatnaşygyna deňdir:  $m = \text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ .

Suwuk çüýşäniň moduly çüýşäniň ýelmeşme ukybyna baglydyr. Modulýň artmagy bilen ol hem ýokarlanýar. Elektrod çalgylary üçin moduly 2.2-den 3.0-a çenli bolan suwuk natriý çüýşesi ulanylýar.

Dürli tejribeler arkaly duganyň ýanyş durnuklylygyny görnetin peseldýän elementler we birleşmeler ýüze çykarylýar.

Dugany söndürijilere suw degişlidir, şol sebäpli hem çyg elektrodларыň kebşirleme üçin ýaramlylygy pesdir. Şeýle hem kristal ýa-da güýçli gigroskopik suwy düzüminde saklaýan maddalary hem çalgýda ulanmak maslahat berilmeýär. Dugany hlor, ftor hem-de olaryň birleşmeleri söndürýär. Hek dugany 9 mm uzynlyga çenli ionlaşdyrýar we elýeter bolandygy üçin, önler çalgý hökmünde giňden ulanylýardy. Emma hek çalgysynda kebşirleme prosesi atmosfera howasynyň täsirinden goralman geçirilýändigine sebäpli, sepiň mehaniki hili ýokary bolmaýar. Hek elektrodлары 3-34 görnüşine degişlidir, ýagny üznükli wagtlaýyn garşylyk  $34 \text{ kg} \cdot \text{F}/\text{mm}^2$ -e deňdir. Hek çalgýly kebşirleme elektrodлары jogapkärçiliksiz konstruksiýalaryň kebşirlemesinde ulanylýar.

Elektrod örtükleriň umumy maksady kebşirleme dugasynyň ýanyş durnuklylygyny üpjün etmekden we ýokary hilli kebşirleme sepiňi almakdan ybaratdyr. Ýokary hilli elektrod çalgylarynyň oýlanylyp tapylmagy we senagata ornaşdyrylmagy dünýä möçberin-



de kebşirleme tehnikasyndaky uly üstünlikleriň biri bolup durýar. Elektrodларыň örtügi dürli maksatly komponentlerden durýar we 1-3 mm galyňlykdaky metal steržene çalynýar, çalgynyň agramy elektrod sterženiň agramyndan 15-20%-den az bolmaly däl. Örtük bu ýelimli ergindäki toz görnüşli materiallaryň garyndysydyr.

Örtükli elektrodly kebşirleme sepiň himiki düzümini we mehaniki häsiýetini gowulandyryr. Sebäbi eredilen ýagdaýynda olar kebşirleme ojağynda şlak we gaz goragyny emele getirip, atmosfera howasyndaky kisloroddan we azotdan goraýar. Şeýle hem duganyň ýanmasynyň durnuklylygyny üpjün edip, sepiň metalyny zyýanly garyndylardan arassalaýar we onuň hiliniň ýokarlanmagy üçin legirleýär. Örtükli elektrodly kebşirleme el bilen kebşirleme diýlip atlandyrylýar, sebäbi prosesiniň iki möhüm amaly, ýagny duganyň zolagyna elektrody getirmek we dugany önümiň uzaboýuna süýşürüp, sepi emele getirmek işini kebşirleýji elde ýerine ýetirýär. Örtükli elektrodly el kebşirlemäni islendik giňişlikde we ýetilmesi kyn ýerlerde ýerine ýetirmek mümkindir. El duga kebşirinde tegelek kesimli dürli uzynlykly we diametrli steržen elektrod bolup hyzmat edýär. Mechanizmleşdirilen duga kebşirinde bolsa elektrod hökmünde göni kesimli sim we sterženiň içine toz dolanan sim ulanylýar.

Erän metaly howadaky kisloroddan we azotdan goramak üçin kebşirlemekde gaz we metal ergininden galan galyndy ulanylýar. Olar duganyň zolagynynda örtükden emele gelýär. Gaz goragynyň emele gelmegi üçin örtüğe sellýuloza we beýleki organiki maddalar girizilýär, duganyň durnukly ýanmagy üçin ionlaşma kuwwatlylygynyň kiçi ululygy bolan aşgar, ýer duzlary: rutil ( $\text{TiO}_2$ ), meýdan şpaty, kaliý, natriý we suwuk çüýşe ulanylýar.

Kebşirleme ojağynyň demir önümlerinde gaýtadan işlenilişi üçin elektrod örtükleriniň legirleýji komponentlerine ferromarganes, ferrosilisiý, ferrotitan we beýleki ferroerginler goşulýar.

Elektrodlar aşadaky tehniki talaplary kanagatlandyrmalydyr:

- kebşirleme dugasynyň ýeňil we durnukly ýanmagyny üpjün etmeli;
- örtügiň gyrađeň eremegi;
- sepiň metalynyda jaýrygyň bolmazlygy;
- sepiň metal ergininden galan galyndy bilen gyrađeň örtülmegi we ony ýeňil aýyrmak.

Örtügiň berkligine we onuň gyrađeň örtülmegi hakynda standart tarapyndan talaplar kesgitlenildi, ýagny onuň dürli ölçegli galyňlygyna çäklilik girizildi, şeýle hem kebşirleme birleşmeleriniň we sepleriniň tejribe usullary kesgitlenildi.

Sepiň talap edilýän aýratynlyklary örtügiň aşakdaky görnüşleri bilen kanagatlandyrylýar:

- kebşirleme zolagynyň we eredilen metalyň atmosfera howasyndaky kisloroddan we azotdan gaz arkaly goralmagyny;

- kebşirleme ojagyndaky metaldan kislotasynyň aýrylmagy, ýagny metal ergininden galan galyndydaky kislorodyň baglanyşygy. Kislotany aýryjylar hökmünde demre görä kislorod bilen meňzeşligi bolan metallar hyzmat edýär: marganes, titan, molibden, hrom. Bu metallar çalga ferroerginler hökmünde goşulýar. Ferrosilisiý we alýumin hem şulara degişlidir;

- howadaky azot we kislotadan metal ergininden galan galyndy arkaly goramak. Şlak elektrodan kebşirleme ojagyna geçýän suwuk metalyň töwereginde örtük emele getirýär. Metal ergininden galan galyndy örtükleri sowama tizligini we sepiň metalyň gatama tizligini peseldýär, ojagynyň sowamagynyň haýallamagynyň hasabyna ondan gazlaryň we metal däl goşundylaryň bölünip çykmagyna ýol açýar. Metal ergininden galan galyndy emele getiriji komponentler: titan konsentraty, magniý magdany, kaolin, mermer, hek, kwars çägesi we beýlekilerdir;

- mehaniki, fiziki we himiki aýratynlyklary gowulandyrmak üçin sepiň metalyň legirlenmegi, ýagny oňa hrom, marganes, kremniý, molibden, titan, niobiý we ş.m. elementleriň goşulmagy. Sepiň metalyň legirlenişini käte zerur elementleri özünde saklaýan ýörite sim bilen hem amala aşyrmak bolýar. Köplenç, çalga zerur bolan elementler goşulýar. Legirleýji komponentler–ferroerginler arassa metallardyr.

Kebşirlemäniň netijeliligini artdyrmak üçin elektrod örtüklerine käte demir tozy goşulýar. Ol elektrodalaryň tehnologik häsiýetini hem güýçlendirýär, duganyň gaýtadan ýanmagyny ýeňilleşdirýär, eredilen metalyň sowama tizligini peseldýär. Elektrod örtükleri metal ergininden galan galyndynyň häsiýetine görä tapawutlanýar.

### 1.7.2. Gorag gazlary

Eredilýän kebşirlemede gorag gazy hökmünde inert gazlary, işjeň gazlar we olaryň garyndylary ulanylýar.

**Inert gazlary.** Himiki reaksiýalary ukyply bolmadyk we metallarda eräp gitmeýän gazlara *inert gazlary* diýilýär. Bu bir atomly gazlaryň atomlaryň daşky elektron örtükleri elektronlar bilen doldurylan bolup, şu sebäpli olaryň himiki inertligi şertlendirilýär. Inert gazlaryndan kebşirleme üçin argon, geliý we olaryň garyndylary ulanylýar.

**Argon** - ýanmaýan we partlama howpy bolmadyk gaz. Ol howa bilen partlaýjy garyndylary emele getirmeýär. Howadan agyr bolmak bilen argon kebşirleme ojagy üçin oňat gaz goragyny üpjün edýär. DS-e laýyklykda gaz görnüşli arassa argon üç markada getirilýär: *A*, *B* we *Ç* (*1-nji tablisa*). Gaz görnüşli argonlaryň üç markasy üçin çyglylyk mukdary  $0,03 \text{ g/m}^3$ -den geçmeli dälidir.

*1-nji tablisa*

**Gaz görnüşli argonlaryň üç markasy, %**

Düzümi:	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Ç</i>
Argon	99,99	99,96	99,90
Kislorod	0,003	0,005	0,005
Azot	0,01	0,04	0,10

*A* markaly argony işjeň we seýrek metallaryň (titan, sirkoniý) we olaryň düzümindäki erginleriň kebşirlenişinde we eredilişinde, şeýle hem önümçiligiň jemleýji tapgyrlaryndaky beýleki materiallardan ýasalan önümleriň aýratyn jogapkärçilikli kebşirlemesinde ulanmaklyk maslahat berilýär. *B* markaly argon ereýän we eremeýän wolframly elektrod bilen alýumin we magniý düzümleri erginleriň kebşirlemesinde, şeýle hem metalda ereýän gaz garyndylaryna duýgur bolan beýleki erginlerde ulanmak üçin niýetlenilendir. *Ç* markaly argony poslama çydamly we gyzgyna çydamly erginleriň, dürli markaly legirlenen polatlaryň we arassa alýuminiň kebşirlemesinde we eredilişinde ulanmaklyk maslahat berilýär. Argony DS-iň talaplaryna laýyklykda süýri polat ballonlarda saklamaly we daşamalydyr. Arassa argon saklanyl-

ýan ballonyň aşaky bölegi gara, ýokarky bölegi bolsa ak reňk bilen reňklenendir. Ballonyň ýokarky böleginde gara harplar bilen «Arassa argon» diýlen ýazgy bardyr. Argon, esasan, deňşililikde ujypsyz mukdarda (1,28% massasy boýunça) saklanylýan howadan alynýar.

Geliý hem argona meňzeşlikde himiki taýdan inert gazydyr, emma ondan tapawutlylykda has ýeňildir. Geliý howadan ýeňildigi sebäpli, kebşirleme ojagynyň goragyny kynlaşdyrýar we gorag gazy üçin has köp çykdaýy talap edýär. Argona görä geliý kebşirleme zolagynda has ýokary depginli gyzgynlygy üpjün edýär. Bu bolsa dugadaky naprýaženiýäniň pese gaçýşyny ýokary gradiýent bilen şertlendirýär.

**Geliý** – bu ýokary arassalygy bolan tehniki madda. Geliý süýri polat ballonlarda saklanylýar we daşalýar. Geliý ballonlary mele reňk bilen boýalyp, ak harplar bilen «Geliý» diýlip ýazylandyr. Ballonlar DS-iň talaplaryna laýyk gelmelidir. Geliý tebigy uglewodorod gazlary ýörite sowadyjy desgalaryň üsti bilen alynýar. Onda gaz görnüşli metan, etan we beýleki uglewodorodlar ýanýar, geliý bolsa gaz görnüşinde galýar, sebäbi onuň ýanma temperaturasy örän pesdir ( $-290^{\circ}\text{C}$ ).

ABŞ-nyň tebigy gazlary gelä aýratyn baýdyr, bu bolsa şol ýurtda geliýniň kebşirlemesinde giňden ulanylmagyna getirýär. Geliý howada az mukdarda saklanýar we argona meňzeşlikde goşmaça önüm hökmünde kislorod desgalarynda alynýar.

Inert gaz garyndylary, düzgün boýunça, argon we geliý gazlaryndan durýar. Gelä görä ýokary dykzlygy bolan şeýle garyndylar kebşirleme ojagyny howadan has gowy goraýarlar. 70% argondan we 30% geliýden durýan inert gaz garyndysy aýratyn oňat gorag aýratynlyklaryna eýedir. Şeýle garyndynyň dykzlygy howanyň dykzlygyna ýakyndyr. Himiki taýdan işjeň metallaryň kebşirlemesi üçin 60-65% geliý, galany argondan durýan inert garyndysy ulanylýar. Inert gaz garyndylary argona görä gymmadrak bolsa hem, kebşirleme zolagyndaky elektrik duganyň ýylylyk bölünip çykaryjylygy boýunça ondan has ýokarydyr. Bu ýokary ýylylyk geçirijiligi bolan metallar kebşirlenilende uly ähmiýete eýe bolýar.

Talap edilýän düzümiň inert gaz garyndysyny, adaty, ýörite garyjylaryň kömegi bilen iki sany aýry-aýry ballonlardan gelýän gaz-

lary garyşdyrmak ýoly bilen alýarlar. Käbir daşary ýurt kärhanalary ballonlarda talap edilýän düzümlü taýyn argon-geliý garyndysyny öndürýärler.

Inert we işjeň gazlaryň garyndysy dürli görnüşdäki polatlaryň ereýän elektrodlar bilen kebşirlenmesinde ulanylýar. Olaryň tehnologik artykmaçlyklary: işjeň gazlar bilen deňeşdireniňde kebşirleme oňagyndaky metala himiki täsir etmeginiň azlygy, duga prosesine ýokary durnuklylygy, dugadan elektrod metalyny amatly geçiriş häsiýeti boýunça ulanmaga amatlydyr. Arassa argon bilen deňeşdireniňde inert we aktiw gazlaryň garyndysy dürli konstruksiýalar kebşirlenende ýokary artykmaçlyga eýe bolýar. Ereýän elektrodda hemişelik toguň garşy polýarlygynda kebşirleme prosesiniň iň ýokary derejesine ýetilýär. Emma polat kebşirlenilende gorag gazy hökmünde arassa argony ulanmaklyk önümiň üstündäki katod tegmiliniň ýagdaýy durnuksyz bolýar. Netijede, kebşirleme sepi ýaramaz bolýar.

Gaz ballonlary daşalanda we olar bilen işlenilende ýokary basyşly ballonlar bilen işlenmegiň düzgünlerini berjaý etmek zerurdyr. İçerki basyşynyň ýokarylygy sebäpli, ballonlaryň diwarlary dartgynly ýagdaýda durýar we islendik sarsgyn, ýokary hili bolmadyk ballona zeper ýetmegine getirip biler. Şonuň üçin gysylan gazly ballonlary zyňmaly däl, olary ýere urmaly däl we gyzdyrmaly däl. Aýratyn hem gyşda seresap bolmaly. Iş ýerinde ballon dik we berkidilen ýagdaýda goýulmaly.

**Işjeň gazlar** - aktiw gorag gazlary diýlip kebşirleme zolagyny howadan goraýan we şonuň bilen birlikde kebşirlenilýän metal bilen himiki taýdan reaksiýa girýän ýa-da onda fiziki taýdan ereýän gazlara aýdylýar. Duga kebşirinde polatlar gorag gurşawy hökmünde kömürturşy gazynyň ornuny tutýar. Wolframa bolan himiki işjeňligi nazarda tutulyp, şu görnüşli gaz bilen diňe ereýän elektrodlary kebşirleme geçirilýär. Kömürturşy gazy ulanylanda kebşirlenilen zolak howadan berk goralýar we sepiň metalynyň azotlanmagynyň önümi alýar.

Kömürturşy gazy kebşirleme oňagyndaky metala turşadyjy, hatda uglerodlaýjy täsiri görkezýär. Ojakdaky elementlerden has köp alýumin, titan we sirkoniý, has pes kremniý, marganes, hrom, wanadiý we ş.m. okislenýär.

Kömürturşy gazyny gorag hökmünde ulanmaga seplerdäki emele gelyän gözenekler päsgeçilik döredýär. Ol gözenekler kebşirleme ojagyndaky gatan metalyň ýeterlik okislenmeyändigini üçin  $\text{CO}_2$ -niň bölünip çykmagy bilen gaýnama netijesinde peýda bolýar. Ýokary mukdarda kremniý saklaýan kebşirleme simleriniň ulanylmagy kömürturşy gazyny kebşirleme senagatynda giňden ulanmaga päsgeçilik döredýär.

**Kömürturşy gazy** (uglerodnyň ikili okisi) – reňksiz, howadan agyr bolýar. Dykzlygy howanyň dykzlygyndan 1,5 esse kändir. Ol suwda gowy aýrylýar.

**Suwuk kömürturşy gazy** – bu reňksiz suwuklyk bolup, onuň dykzlygy temperaturanyň üýtgemegi bilen güýçli özgerýär. Munuň netijesinde ol göwrümi boýunça däl-de, agramy boýunça üýtgeýär. 1 kg suwuk kömürturşy gazy bugaranda adaty şertlerde 509l kömürturşy gazy emele gelyär. Senagat möçberinde kömürturşy gazy ýörite desgalarda ýangyç ýakylanda emele gelyän tüsse gazlaryndan alynýar. Ony suwuk ýagdaýda polat ballonlarda ýa-da izotermiki gaplarda daşamaly. Polat ballonlarda kömürturşy gazy atmosfera barýan basyş astynda saklanylýar we ondan gaz görnüşinde alynýar. Ballonlar DS-niň talaplaryna laýyk gelmeli we gara reňke boýalyp, « $\text{CO}_2$  kebşirleme üçin» diýlip, sary boýag bilen ýazylmalydyr.

Kömürturşy gazynda mineral ýaglar, gliserin, kükürt-wodorody, kükürt, duz we azot kislotasy, spirt, efir, organiki kislotalar we ammiaklar bolmaly däldir. Kebşirleme kömürturşuly ballonlarda suw hem bolmaly däldir. Birinji derejeli kebşirlemede kömürturşy gazy gytlyk eden ýagdaýynda, ikinji derejeli kebşirleme kömürturşy gazy ulanylýar. Şeýle kömürturşy gazlarda suw buglarynyň gereginden artyk saklanylmagy kebşirleme mahalynda seplerde gözenekleriň döremegine getirip biler we kebşirleme birleşmäniň maýyşgaklyk aýratynlygyny peseldip biler.

Kebşirlemede kömürturşy gazyndaky çyglylygy howpsuz derejä çenli azaltmak üçin onuň ýoluna guradyjy gural oturdylýar. Çyglylygy aýyrmak üçin guradyjy gural hlörly kalsiý ýa-da beýleki çyglylygy ýuwudyjylar bilen doldurylýar. Gaz ýokary depgin bilen ballondan alnanda kömürturşy gazda saklanylan doňan çyg bilen reduktor dykylp biler. Muňa ýol bermezlik üçin ballondan çykýan kömürturşy gazyny gyzdymaly bolýar.

**Kislorod** –  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$  we  $\text{Ar} + \text{O}_2$  gaz garyndylarynyň düzümine girýär. Bu reňksiz gaz yssyz bolup, ýanyjydyr. Gaz görnüşli kislorod howadan güýçli doňdurma ýa-da suwuň elektrolizi arkaly alynýar. Gaz görnüşli tehnikisi kislorod we lukmançylykda ulanylýan kislorody DS-i boýunça alynýar. Düzümindäki kislorodyň we garyndylaryň mukdaryna baglylykda tehnikisi gaz görnüşli kislorodyň üç görnüşini taýýarlanylýar. Birinji görnüşde kislorodyň mukdary 99,7%-den; ikinji görnüşde 99,5%; üçünjide 99,2%-den az bolmaly däl. Tehnikisi kislorodyň üç görnüşinde hem suw bugunyň mukdary  $0,005\text{g}/\text{m}^3$ -den geçmeli däl. Suwuň elektrolizi arkaly alynýan tehnikisi kislorod iň köp (0,07%) wodorody saklap bilýär. Kislorod daşalýan ballonlar DS-e laýyk gelmelidir we «Kislorod» diýlip gara reňk bilen ýazylyan, gök reňke boýalan bolmalydyr. Suwuň elektrolizi bilen alnan kislorodly ballonlarda «Elektroliz kislorody» diýen ýazgy bolmaly.

**Wodorod** – atom-wodorod arkaly kebşirlemede ulanylýar. Wodorodyň reňki, ysy ýokdur we ýanyjy gazdyr. Wodorod garyndylary howa ýa-da kislorod bilen garyşdyrylanda partlaýjy häsiýete eýedigini üçin, onuň bilen işlenilende ýangyn howpsuzlygynyň düzgünlerini we ýörite tehnikisi howpsuzlygynyň düzgünlerini berjaý etmeli. Tehnikisi wodorod alnyş usullary boýunça dört markada goýberilýär: *A*, *B*, *Ç* we *D*. Iň arassasy suwuň elektrolizinden alnan *A* markaly wodoroddyr. Ondaky wodorodyň mukdary 99%-den az bolmaly däl. Galanlary bolsa, esasan, kislorod bolmaly. Tehnikisi wodorod 150 atmosfera çenli bolan basyşly polat ballonlarda getirilýär. Wodorodly ballonlar goýy-ýaşyl reňke boýalyp, daşy üç sany gyzyl zolakly bolýar.

**Azot** reňksiz, yssyz, ýanmaýan gaz. Azot erän misde garyşmaýar we onuň bilen täsirleşmeýär. Şonuň üçin hem mis kebşirlemesi gorag gazy hökmünde ulanylyp bilner. DS-e laýyklykda, azot dört görnüşde öndürilýär:

- gaz görnüşli elektrowakuumly;
- gaz görnüşli I derejeli;
- gaz görnüşli II derejeli;
- suwuk.

Bu görnüşlerdäki azotyň mukdary deňişlilikde 99,9; 99,5; 99 we 96%-den az bolmaly däl. Esasy garyndy kisloroddyr.

Azot atmosfera howasyndan ýakmak we rektifikasiýa ýoly bilen alynýar. Gaz görnüşli azoty 150 atmosfera çenli basyşly polat ballonlarda getirýärler. Ballonlar kül reňke boýalyp, mele zolak geçýär we sary harplar bilen ýokary silindr böleginde «Azot» diýlip ýazylýar. Suwuk azoty Dýuaryň metal gaplarynda we ulag gaplarynda daşýarlar. Adaty şertlerde 1 kg suwuk azot  $0,86 \text{ m}^3$  gaz görnüşli azota barabar bolýar.

## 1.8. Gaz kislorod ýalny hakynda maglumat

Gaz kislorod ýalny metallary kebşirmek, kesmek, eretmek we birleşdirmek üçin birnäçe ýyllaryň dowamynda ulanylyp gelýär. Ýangyç hökmünde asetilen, propan-butan we beýleki ýanyjy gazlar arassa kislorodyň garyndysynda ulanylýar.

Gaz bilen kebşirleme prosesi 1895-nji ýylda fransuz himigi Anri Lui le Şatalýe tarapyndan açylyp, ol kislorodyň we asetileniň deň mukdarynyň ýanmagynyň beýleki mälim bolan gazlaryň ýalnynyň temperaturasyndan ýokary ýalny emele getirýändigini subut etdi. Russiýada gaz kebşirmesi 1906-njy ýylda Moskwanyň ýokary tehniki mekdebinde görkezilýär. Soňra bolsa ilkinji gaz kebşirleme desgalary Moskwanyň we Peterburgyň zawodlarynda peýda bolup başlaýar. 1910-njy ýyldan başlap bolsa, gaz bilen kebşirleme ýerleri eýýäm Russiýanyň birnäçe zawodlarynda işläp başlaýar.

XX asyryň 20-nji ýyllarynda gaz bilen kebşirleme usuly kebşirmegiň esasy görnüşine öwrülýär. 1929-njy ýylda awtogen bilen kebşirleme boýunça Komitet döredilýär we 1944-nji ýylda ol awtogen maşyn gurluşyk institutyna öwrülýär. Häzirki döwürde beýleki has kämil we öňdebaryjy kebşirleme görnüşleriniň ösmegi bilen gaz bilen kebşirmesi senagatda az ulanylýar, emma käbir kebşirleme, eretmek ýaly işlerde gaz kislorod ýalnynyň ýerini tutup biljek kebşirleme ýokdur, sebäbi ol amatly we elýeterlidir. Meselem, polat esasa latun goşulanda dürli önümleriň eredilişinde, bejergi işlerinde, kiçi galyňlykly we göwrümlü önümleriň kebşirinde ulanylýar.

Tehnologik turbageçirijilere hereket edýän düzgünler gaz bilen kebşirmäni çäkli ulanmaga rugsat berýär. Tehnologik turbageçirijileri üçin 80 mm diametr we diwarynyň galyňlygy 3,5 mm-e çenli



bolan we gaz geçirijiler üçin 150 mm-e çenli diametrli we diwarynyň galyňlygy 5 mm-e çenli bolan asetilen bilen gaz kebşirlemesine rugsat berilýär.

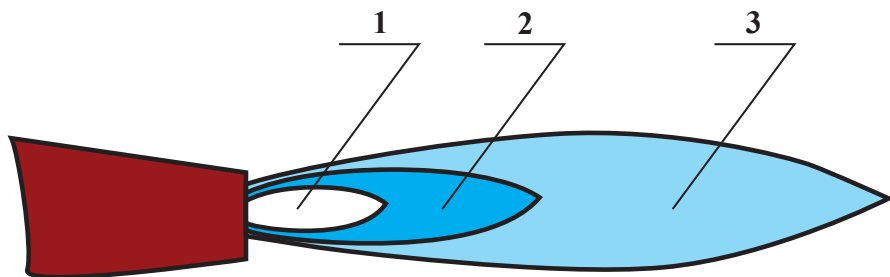
### 1.9. Kebşirleme ýalny

Kebşirleme ýalnyny ýanyjy gazlaryň garyndylarynyň, gaz suwuklyklarynyň bugy ýa-da gazyň ýanýan ýerindäki kislorodyň kömegi bilen alýarlar.

Asetilen-kislorod ýalny kebşirleme tehnikasynda uly ähmiýete eýedir. Onuň gyrgyzlygy ýokary bolup, 3150°C-ä deňdir.

Uglerodyň gyzgyn gaty bölejikleri temperaturasynyň otnositellikde pesdigine we 1500°C-den geçmeýändigine garamazdan, kebşirleme ýalnynyň in bir ýagty bölegi hasaplanylýar hem-de oňa ýadro ýalnynyň ilkinji zolagy diýilýär.

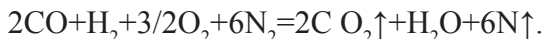
Ýadronyň daşky keşbi (1) gaz garyndysynyň düzümini we gorelkanyň saz işleýänligini wizual barlamak üçin indikator bolup hyzmat edýär. 2-nji zolagy kebşirleme ýalnynyň in bir möhüm bölegidir, ýagny in ýokary temperaturany özünüň döredýändigine üçin kebşirleme zolagy bolup durýar. Bu zolaga gaýtdan dikeldiji zolak diýilýär. Ýalnyň fakeli (guýrugy) 3-nji zolagy emele getirýär, onda ýanma prosesi atmosfera howasynyň hasabyna deň bolup, ol 1,5 mukdarda bolup geçýär. Asetileniň bir mukdarynyň doly ýanmagy üçin 2,5 mukdar kislorod zerurdyr, 1 mukdar kislorod ballonyndan gelýär we 1,5 mukdar bolsa atmosfera howasyndan gelýär.



**12-nji surat. Kebşirleme ýalny:**

1—ýalnyň ýadrosy; 2—dikeldiş zolagy; 3—ýalnyň alawy

Atmosfera howasy ýalna kislorod bilen birlikde azoty hem goşýar we şu deňlemä ýakyn bolýar:



Bu daşky zolagyň gazlarynyň has takygrak düzümidir.

Bu zolakda azot bilen bilelikde uglerodyň ikili okisi  $\text{CO}_2$  we suwuň bugy bardyr. Olar ýokary temperaturalarda demri okislendirýär, şonuň üçin hem ýalnyň fakeline okisleýji zolak diýilýär. Kislorodyň mukdary artdyrylanda ýa-da asetileni azaldylanda ýalnyň şekili we gurluşy üýtgeýär, esasan hem, ýalnyň ýadrosy üýtgeýär. Kislorod artyk bolanda ýadro agarýar we gögümtil reňkli ýiti şekilli bolýar. Artykmaç kislorodly ýalyn ýokary temperatura eýedir. Ýalyndaky asetileni artdyrmak bilen okislenme reaksiýasy haýalladylýar, şonuň üçin hem ýalnyň ýadrosy uzalýar, onuň aýdyňlygy ýitýär. Asetilen has artykmaç bolanda ýalyn uzalýar, gyzyr reňkli bolýar.

Kadaly ýalnyň kebşirleme zolagy, esasan,  $\text{CO}$  we  $\text{H}_2$ -den durýar, oksidlerden demri dikeldýär we erän poladyň uglerod mukdaryna az täsir edýär.

Elektronlary berýän elementi özünde saklaýan madda dikeldiji madda diýilýär. Okisleýji maddalar tarapyndan elektronlary ýitirmegi bilen okislenme bolup geçýär. Elektronlary birleşdiriji elementi düzüminde saklaýan madda okisleýji madda diýilýär.

Asetilen ýalnynyň ýokary temperaturasy ýadrodan 2-5 mm uzaklykdaky kiçeňräk meýdançada ýerleşýär we 3100-3150°C temperaturada bolýar. Şeýle temperaturaly ýalyn meýdançasyny gaz kebşirinde ulanylýar.

Kebşirleme gorelkalaryndan alynýan gaz ýalnynyň ýylylyk kuwwaty ýangyç gazynyň çykdaýjysy bilen şertli hasaplanýlýar ( $l/min$ ,  $l/sag$ ). Gaz ýalny ýylylygynyň toplanan çeşmesidigi sebäpli, metaly kebşirleme dugasyna görä haýal we tekiz gyzdyrýar. Munda kebşirleme birleşmesini gowşadyp, sepiň töwereginde giňişleýin termiki zolagy emele getirýär.

## II BAP

# KEBŞIRLEMEGIŇ WE METALLARY KESMEGIŇ TEHNIKASY

### 2.1. Polatlar

Polat konstruksiýalar, berk, gaty, ynamly, şeýle hem tygşytlý we az zähmet talap edýän bolmalydyr. Bu talaplardan ugur alyp, degişli polat markasy saýlanylýar. Senagatda 400-den gowrak polat markasy ulanylýar, emma şaýlary we konstruksiýalaryň kebşirlemesi üçin diňe 40 töweregi polat markasy ulanylýar.

Poladyň dürli komponentleriniň onuň häsiýetlerine we kebşirlenijiligine edýän täsiri:

**Uglerod** poladyň akyjylyk çägin we wagtlaýyn garşylygyny artdyrýar, emma poladyň maýyşgaklygy we kebşirlenijiligi peselýär. Şonuň üçin hem kebşirleme konstruksiýalarynda diňe düzüminde iň köp (0,25 %) uglerody bolan pesuglerodly polatlar ulanylýar.

**Kremniý** polady deoksitleýär, şonuň üçin onuň mukdary gaýnaýan polatdan asuda ýagdaýdaky polada çenli artýar. Ol uglerod ýaly akyjylygyň çägin we wagtlaýyn garşylygy artdyrýar, emma kebşirlenijiligi, poslama garşy çydamlylygy ýaramazlaşdyrýar. Kremniniň ýaramaz täsirleriniň öwezini marganesiň mukdaryny artdyrmak bilen dolmak mümkin.

**Marganes** poladyň akyjylyk çägin we wagtlaýyn garşylygyny artdyryp, maýyşgaklygyny peseldýär we kebşirlemä az täsir edýär.

**Mis** poladyň berkligini artdyryp, poslama garşy durnuklylygyny ýokarlandyrýar. 1.0%-den artyk mis saklanylmagy poladyň tiz könelmegine getirýär.

**Alýumin** polady deoksitleýär, fosforyň ýaramaz täsirini aradan aýyrýar.

**Azot** baglanyşmadyk ýagdaýynda, aýratyn hem, pes temperatura poladyň portlugyny artdyrýar we könelmegine getirýär. Himiki taýdan alýumin, wanadiý, titan we niobiý bilen birleşen ýagdaýynda azot nitridleri emele getirmek bilen poladyň gurluşyny we mehaniki häsiýetlerini gowulandyrýan legirleýji elemente öwürülýär. Azot metalyň sepinde 0,1%-e çenli saklanýar.

Poladyň ol ýa-da beýleki mehaniki häsiýetini gowulandyrýan le-girleýji komponentler bolup, nikel bolsa hemişe onuň kebşirlenijiligini artdyrýar.

Polatda mehaniki we konstruksion häsiýetine ýaramaz täsir edýän garyndylar hem bardyr.

Fosfor poladyň maýyşgaklygyny görnetin peseldip, ony otrisa-tel temperaturada port, döwürlegen hala getirýär. Polatda 0,08%-den artyk mukdaryna ygtyýar berilmeýär.

Kükürt poladyň berkligini peseldip, 800-1100°C temperaturada çat açýan, port hala getirýär. Polatda 0,02–0,06%-den, käte 0,01%-den artyk mukdaryna ygtyýar berilmeýär.

Kislorod, wodorod, azot erän metala howadan düşýär, poladyň gurluşyny we kebşirlenijiligini ýaramazlaşdyrýar hem-de portlugyny artdyrýar. Polatda kislorodyň 0,20%-den artyk mukdaryna ygtyýar berilmeýär.

Deoksidleniş derejesine baglylykda, rahat, ýarymrahat we gaý-naýan polatlar bardyr. Polat guýlanda düzümindäki gazlar güýçli depginde bölünip çykmaýar, metal süýndürilende bolsa içki çatlaryna we gatlaklaşmasyna sebäp bolýan gaz köpürjikleri emele gelmän so-waýar. Onuň gurluşy gowudyr we birmeňzeş gurluşlydyr.

Öz gurluşy boýunça pesuglerodly polat birmeňzeş kristal ji-sim bolup, poladyň tutuş göwrümini diýen ýaly tutýan ferrit kristal-laryndan, şeýle hem ferrit kristallarynyň arasynda perlit we sement goşundylaryny özünde saklaýar.

Ferrit arassa demriň kristallary bolup, ýumşak we maýyşgakdyr. Ol 768°C-den pes temperaturada örän magnitlidir.

Sementit demir bilen uglerodyň himiki birleşmesidir ( $\text{Fe}_3\text{C}$  demir karbidi). Ol örän gaty, berk we ýylmanakdyr. 210°C-den ýokary tem-pperaturada ol magnitli däldir. Sementit, aýratyn hem, ýokary tempera-turaly ýokary uglerodly polatlarda durnuksyzdyr. Pes uglerodlylarda bolsa durnukly, özbaşdak komponent hasaplanýar.

Perlit (*fran. merjen*) sementit bilen ferritiň garyndysy bolup, ferrit kristallarynyň daşynda emele gelýär. Perlit gatlagy ýumşak we maýyşgak ferritiň daşynda gaty we ýylmanak gözenegi emele getir-ýär.

Pes legirlenen we orta legirlenen polatlaryň gurluşy pes uglerodly polatlaryňka meňzeşdir. Pes uglerodly polatlaryň häsiýeti ferritiň gaty

ergininiň düzümindäki dürli legirleýji elementleriň girizilmegi bilen ýokarlanýar we berkleşýär.

Pes legirlenen uglerodly polatlardaky sepiň metaly we termiki täsir zolagynyň ýanyş meýdançasý üçin widmanştet gurluşy, ýagny ferritiň iňňe şekilli ferrit-perlit gurluşy mahsusdyr. Edil şeýle gurluşlara poladyň çendenaşa gyzdyrylan we iri däneli ýagdaýlarynda guýlan önümlerinde we gyzgynly gaýtadan işleýiş prosesinde çendenaşa gyzdyrylan önümlerinde duş gelýär.

Metallaryň könelmegi – bu metallaryň aýratynlygynyň içki prosesleriň netijesinde üýtgemegidir. Adatça, könelme otag temperaturasynda (tebigy könelme) haýallyk bilen we ýokary temperaturada ýa-da sowuk deformasiýadan (emeli könelme) soň ýokary depginde amala aşýar.

Erginleri könelme ukyby ýokary fiziki häsiýeti, gatylygy we berkligi bolan materiallary almaga ygtyýar berýär.

## 2.2. Poladyň kebşirlenijiligi

**Kebşirlenijilik** – bu metallaryň we erginleriň kebşirlemäniň kömegi bilen çat açmasyz, öýjüksiz we beýleki kemçiliksiz birleşmeleri emele getirmeginiň jemidir.

Kebşirlenijilik hökmünde, esasan, kebşirleme birikmäniň TTZ-de (termiki täsir zolagy) taplama gurluşlarynyň çat açma we beýleki gurluş üýtgemeleriniň emele gelmegine mahsuslygy diýip düşünilýär. Kebşirlenilýän metallaryň birmeňzeş fiziki, mehaniki, termiki, himiki häsiýetleri bolmalydyr.

Kebşirlenijilik anyklanylanda kebşirlemäniň fiziki düýp esasyndan we onuň metallara täsir edişinden ugur alynýar.

Gowy kebşirlenijiligiň alamaty bolup kebşirleme birikmäniň aýratyn fiziki, mehaniki häsiýetlerini - deň berkligi, gyzgyna durnuklylygy, poslamazlygy, antifriksionlygy, berkligi, şepbeşikligi we başgalary saklamaga ukyplylygy çykyş edýär. Dürli metallaryň we erginleriň kebşirlenijiligi deň däl.

Kebşirlenijilik sepiň we kebşirleme birikmäniň häsiýetlerini esasy metalyň häsiýetlerine görä, özara kristallaşma ukyplylygyna görä häsiýetlenýär.

Eger kebşirleme üçin dürli kebşirleme usullaryny we her usulda dürli düzgünleri ulanyp bolýan bolsa, onda metalyň kebşirlenijilik derejesi ýokary diýlip hasaplanylýar, meselem, pesuglerodly polat.

Kebşirleme – bu bir wagtyň dowamynda bolup geçýän prosesleriň utgaşmasy: metallaryň özara kristallaşmasy, termiki täsir zolagynda metala ýylylyk bilen täsir etme we sepiň kristallaşmasydyr.

Eger metallar birjynsly bolsa, özara kristallaşma, umuman, elmydama bolup biler.

Ýokary hilli kebşirleme üçin metallaryň prinsipial (fiziki) kebşirlenijiligiň we tehnologiýa kebşirlenijiligiň häsiýetleri bolmalydyr.

Metallaryň kebşirlenijiliginiň bir umumy görkezijisi ýokdur.

**Prinsipial ýa-da fiziki kebşirlenijilik** – bu metallaryň kebşirleme şertlerde özara kristallaşmasynyň esasynda birleşmeleri emele getirmek ukybydyr. Prinsipial kebşirlenijilige ähli birjynsly metallar eýedir. Özara ereýjiligi bolmadyk metallar (ikitaraplaýyn ýagdaýda) kebşirlenilmeýär, metallaryň buglary atomara baglanyşyklary däl-de, port birleşmeleri emele getirýärler.

Meselem, gurşun we mis bir-biri bilen garyşmaýan buglary emele getirýär. Şonuň bilen birlikde metallaryň gabat geliş şerti, mysal üçin, atom agramy, ereme temperatura we başg. ýerine ýetirilmelidir.

Şol sebäpli alýumin wismut bilen kebşirlenilmeýär. Mis ergininiň we titanyň, poladyň we titanyň özara ereýjiligi ýok, emma olaryň birleşme meselesi daşyndan berilýän metalyň kömegi bilen çözülýär, meselem, mis + tantal + titan; titan + wanadiý + polat. Daşyndan berilýän metal kebşirlenilýän metallaryň ikisi bilen hem garyşýan buglary emele getirýär. Emma bir umumy girizilýän metal entek az, sebäbi berklik boýunça hili hem göz önünde tutulmalydyr. Kebşirlemäniň kömegi bilen garyşmaýan metallar birleşdirilende, meselem, demir bilen gurşun, mis bilen gurşun, erginleşme zolagy bolanok, atom tirkeşigi bolmaýar, metallaryň «ýelmeşmegi» bolup geçer.

Maşyn gurluşygynda ulanylýan we edebiýatlarda beýan edilenlerde kebşirlenijiligi bahalandyrmagyň birnäçe usullary bar, olaryň ählisi bir esasy maksat üçin niýetlenen, ýagny gyzgyn we sowuk çat açmalaryň emele gelmesine garşy durnuklylygy we termiki täsir zolagynda taplama gurluşlaryny emele getirmek mahsuslygy boýunça

metallaryň kebşirlenijiligini bahalandyrmakdyr. TTZ-niň ýagdaýyna polatdaky himiki elementleriň, esasan hem, uglerodyň mukdary täsir edýär.

Metallaryň kebşirlenijiligini anyklamak üçin, esasan, iki usul ulanylýar:

- birleşme nusgalaryny taýýarlap, kebşirleme birikmesiniň **işleýiş şertlerini** hakyky şertlere meňzedip;

- **modelirlmek we barlaglar** - kebşirlenijiligi bahalandyryp, kebşirleme wagtynda ýa-da kebşirlemeden soň synag geçirmek, tehnologiýa barlaglary we ş.m.

### **2.2.1. Metalyň himiki düzümi boýunça kebşirlenijiligi bahalandyrmagyň goşmaça mukdar usullary**

Häzirki wagta çenli metallaryň kebşirlenijiligini kesgitlemegiň ýeterlik, ygtybarly we dogry umumy ulgamy ýokdur.

Tejribede metallaryň kebşirlenijiligini barlamak üçin dört sany usul ulanylýar:

- 1) sepiň metalyň gyzgyn çat açmalaryň emele gelmegine garşy durnuklylygyny kesgitlemek;

- 2) sepiň töweregindäki zolagyň metalyň sowuk çatlarynyň emele gelmegine garşy durnuklylygyny anyklamak;

- 3) esasy metalyň we sepiň töweregindäki zolagyň metalyň we sepiň, umuman, kebşirleme birikmäniň port ýagdaýa geçmäge garşy durnuklylygyny barlamak;

- 4) kebşirleme birikmäniň ýörite berlen iş ýagdaýlaryna laýyk gelýändigini barlamak.

Häzirki wagtda bu dört sany ugur boýunça barlaglaryň umumy sany 150-den hem geçýär. Munda çatlaryň emele gelmeginiň mahsuslygy aýdyň anyklanylýar.

Metallaryň kebşirlenijiligini bahalandyrmagyň goşmaça usullary polatdaky uglerodyň we legirleýji elementleriň mukdaryny bahalandyrmakdan ybaratdyr we alnan mukdar  $C_{ekw}$  - uglerodyň ekwiwalent mukdary diýlip atlandyrylýan san bilen deňeşdirilýär. Şoňa görä-de poladyň kebşirlenijiligi bahalandyrylýar.  $C_{ekw}$  ululygy anyklamak üçin formulalar onlarça bolup biler, olaryň dogrulygy hem ot-

nositeldir, sebäbi bu formulalar subutsyzdyr. Muña aşakdaky formula mysal bolup biler:

$$C_{ekw} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{6} + \frac{Si}{5} + \frac{Cu}{7} + \frac{P}{2} + \frac{Ni}{12} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{5}.$$

Bu formula ähli polatlar üçin has takyklanan, ýagny hemmeler tarapyndan kabul edilen formuladyr.

$C_{ekw} \leq 0,45$  bolanda – kebşirlenijilik legirlenen polatlar üçin oňat.

$C_{ekw} \leq 0,49$  bolanda – kebşirlenijilik pes uglerodly polatlar üçin oňat.

$C_{ekw} > 0,45$ -den  $0,5$ -e çenli bolanda – kebşirlenijilik kanagatlanarly, ýöne goşmaça gyzdurma talap edilýär.

$C_{ekw} > 0,5$ -den  $0,6$ -a çenli bolanda – kebşirlenijilik çäklendirilen, goşmaça gyzdurma we gyzdyryp taplama talap edilýär.

$C_{ekw} > 0,6$ -dan  $0,8$ -e çenli bolanda – kebşirlenijilik ýaramaz.

Umuman, kebşirlenijiligi boýunça hemme polatlary şertleýin dört topara bölýärler:

- 1) gowy kebşirlenilýän -  $0,3\%$ -e çenli uglerodly;
- 2) kanagatlanarly kebşirlenilýän -  $0,38\%$ -e çenli uglerodly;
- 3) çäklendirilip kebşirlenilýän -  $0,48\%$ -e çenli uglerodly;
- 4) ýaramaz kebşirlenilýän -  $0,48\%$ -den ýokary uglerodly;

Uglerod sepiň töweregindäki zolagyň taplaýjy gurluşlaryna mahsuslygyna we şol gurluşlar bolanda sowuk çatlaryň döremegine täsir edýär.

Uglerod gatylygy ýokarlandyryýar we maýyşgaklygy peseldýär, TTZ-iň taplanmasyna we çatlaryň döremegine getirýär, kebşirleme wagtynda okislenme prosesinde birnäçe gaz öýjükleri emele getirýär.

### 2.3. Kebşirleme tehnikasy

Nazary beýan edilmeler bilen kebşirleme tehikasyny öwredip bolmaýar. Kebşirleýji tejribede öwrenip başlanda, kebşirleme prosesini dogry geçirmäge düşünmese, öwrenmese, gowy hünärmen bolup bilmez.

«Ýalňys» öwrenen kebşirleýjä täzeden dogry öwrenmek kyn bolýar. Umuman, kebşirleýjiler köp, emma gowy kebşirleýjiler - gaty köp däl. Bu ýagdaý käbir derejede adamyň aýratyn ukybyna baglydyr.



Ýene bir aýratynlyk: gowy elektrokebşirleýji tejribeden soň hemişe gowy gaz kebşirleýjisi bolup bilýär, emma gaz kebşirleýji tejribeden soň gowy elektrokebşirleýji bolup bilmeýär.

Bu ýagdaý kebşirleýjileriň taýýarlanyş tejribesi bilen we awtoryň önümçilik tejribesi bilen tassyklanýar.

Kebşirleýjilere aşakda beýan edilen düzgünleriň hiç birine-de bi-perwaý garamazlyk maslahat berilýär, sebäbi olaryň ählisi we her biri özüçe wajypdyr.

### **Esasy ýerine ýetirilmeli düzgünler:**

1. Diňe standart elektrotutawaç bilen işlemelidir. Bu gurluşykda işlenilende has wajypdyr, elektrodyň ýanan bölejikleri elektrotutawaçdan kakylanda bölejikler öňünden çak edilmeyän ýere uçup, ýangyna getirip bilýär we örän howpludyr. Ýasama tutawaçlar ulanylanda elektrodyň tok alyş meýdany erbetleşýär, tutawaç gyzmak bilen bolýar, sebäbi elektrokontaktlar nokatlaýyn bolýar.

2. Kebşirleme prosesi dolandyrylanda manipulirlemek üçin gowy çeyelik bolar ýaly, elektrotutawajyň elektrosiminiň kese kesiginiň meýdany  $35 \text{ mm}^2$ -den köp bolmaly däl. Eger-de kebşirlemede elektrotutawajyň simi  $80^\circ\text{C}$ -den geçip gyzýan bolsa, onda kebşirleme simine ýene şolar ýaly bir tutawajy birikdirip we olary çalşyp ulanyp bolar ýa-da tutawaja goşa inçe simi birikdirmek bolar.

3. Önüme ikinji simiň – «massanyň» eltilmesi gowy bolmaly, gysylan we önüm bilen kontaktyň meýdany uly bolmalydyr. Elektrokontakt kebşirlemede gyzma sebäpli kebşirleme togunyň üýtgame ululygyna gaty täsir edýär. Üýtgeýän toguň simleriň üstleri boýunça hereket edýändigini, hemişelik toguň bolsa simiň tutuş kese kesiginden geçýändigini ýatda saklamalydyr.

4. Kebşirlemäni goraýjy açyk reňkli aýnasyz ýerine ýetirmek düýbünden gadagan edilýär, sebäbi ýapyk reňkli aýnadaky syçratgy-lar aýrylandan soň, ýerli ýukalmalar emele gelýär, goraýjy häsiýetleri bolsa ýitirim bolýar. Şular ýaly ýagdaýlar gözüň 80%-e çenli kütel-megine we nogsanlyklara getirmegi mümkin.

5. Elektrotutawaçly eli gowy manipulýasiýa erkinligi bilen üp-jün etmelidir, munuň üçin elektrosimiň bölegini erkin eliniň tirseginden geçirmeli we elektrotutawaçly erkin ujy takmynan 1 m-e deň edip goýmaly. Bu usul simiň erkin sallanyp duran uçlaryna kebşirleýjiniň elini iş prosesinde «iteklemäge» ýol bermez.

6. Duganyň döremegini elektrodyň önüme görä galtaşma hereketi bilen ýerine ýetirmelidir.

7. Erginli ojakda metal ergininden galan galyndy suwuk metaldan tapawutlandyrmagy başarmaly. Ojak metal ergininden galan galyndydan erkin bolmalydyr, metal ergininden galan galyndy bolsa duganyň sepe bolan basyşy bilen direlip durmalydyr. Bu, esasan, gyraňlary bölüp kebşirlänlerinde wajypdyr.

8. Kebşirleme ojagynyň erginini dolandyranyňda elektrodyň gyraňyny çalt hereket etdirmeli däl, bolmasa sowan metalda ownuk teňňelilige derek oýlar emele geler. Ilkinji nobatda duýdansyz kese yrgyldylaryň önüni almaly, ojagyň bitewüligini bozman we ýitirmän prosesi dolandyrmaly.

9. Kebşirlemede kebşirleme ojagynyň görnüşi peselmez ýaly edip sepiň ugruny saýlap almaly.

10. Kebşirleme ojagyny emele getirip, ony sep boýunça emaç bilen, arkaýyn, üznüksiz we gerek bolan kebşirleme tizligi bilen alyp barmalydyr. Kebşirleme ojagynyň dolandyrylyşyna gerek bolan ussatlykda kebşirleýjiniň eliniň ähli çylşyrymly hereketleri laýyk gelýär.

11. Duganyň uzynlygy elektrod sterženiniň (simiň) diametrinden 0,5-1,1 mm-e deň edilip saýlanylýar we elektrodyň diametri uzyn boldugyça, duganyň uzynlygy hem uly bolýar.

12. Sepi gowy we hilli formirmek üçin elektrodyň sepe görä iň gowy ýapgytlygy üpjün edilmelidir.

Beýan edilen düzgünleri göz önünde tutup, işçi kebşirleme prosesini dolandyrmagy örän çalt öwrener, ýeterlikli ussatlyga ýetenden soň bolsa gowy kebşirleýji bolup ýetişer.

Pesuglerodly polatlaryň kebşirlenmesiniň tehnologik taýdan üýtgeşik kynçylygy ýokdur.

Elektrodyň gyraňynyň birnäçe maslahat berilýän hereket ugurlarynyň esasy – ýarymaý şekilli, burçlarda käwagt biraz saklanmaklykdyr, emma ojagyň umumy bitewüligini bozmaly däl.

Sepleriň kesikleri uly bolanda köpgatly kebşirlemäni ulanmak amatlydyr, onuň artykmaçlyklary aşadakylardan ybarat:

1. Şol bir düzgünlerde pogon energiýasynyň az bolmagy.

2. Metalyň kiçi göwrümünde metalyň sowama tizligi ýokarlanan

we dänejikleriň ölçegleri kiçelip, sepiň hilini gowulandyrýar.

3. Sepiň metalynyň himiki düzümi esasy metal biraz mukdarda ereýänligi sebäpli, esasy metalyň himiki düzümine ýakyndyr.

4. Her bir indiki sep (gat) ozalky gatyň metalyny termiki taýdan özgerdýär, şunlukda, sepiň metaly ýokary şepbeşikli ownuk däneli gurluşy emele getirýär.

Tawr birleşmeleri kebşirlenilende 8 mm-den uly bolan katetli burç sepleri köpgatly edip, indiki sepleri bolsa dugany deňölçegli süýşürüp, gös-göni metal ergininden galan galyndy boýunça ýerine ýetirmek maslahat berilýär.

Bu gowy netijelere getirýär, sep göni, kesiksiz bolýar. Munuň üçin adaty tokdan uly tok hem-de ussatlyk gerekdir. Görkezilen usul tejribede doly we gowy barlanandyr.

Sepiň soňy doldurylan kraterli bolmalydyr, emma krater sepden gapdala aýrylan bolsa ýa-da tehnologik plastina aýrylan bolsa gowy bolýar.

### **2.3.1. Dikligine we başaşa sepleriň kebşirlemesi**

Dikligine we başaşa sepleriň kebşirlemesi diňe iki usul bilen ýerine ýetirilýär, ýagny ýokardan aşak ýa-da aşakdan ýokary kebşirleme. Aşakdan ýokary usulda duga sepiň aşakdaky başky nokadynda emele gelýär we ony soňra aşakdan ýokary, biraz gapdala alyp gidilýär. Ýokardan aşak usulda bolsa tersine, ýagny dugany biraz gapdala alyp gidilende yzyndaky erän metal biraz gatap, kebşirleme ojagyny üstüne eretmäge esas bolýar. Bu prosesde elektrody ýokarlygyna 45-50° egmek maslahat berilýär. Aslynda dikligine kebşirlemek aşaky ýagdaýdan örän kyndyr, sebäbi kebşirleme ojagyndaky erän metal aşak akmak bilen bolýar.

Dikligine we başaşa sepler kebşirlenende kebşirleme togy aşaky ýagdaýyňkydan 10-15% az bolmalydyr we gysga dugany almaga ymtylmaly.

Kebşirlemesi iň kyn sepiniň biri başaşa seplerdir, sebäbi kebşirleme ojagyndaky erän metal mydama ojakdan aşaklygyna akýar. Mundan başga-da erän metalyň kebşirleýjiniň üstüne dammagy hem mümkin. Şonuň üçin gatamadyk kebşirleme ojagyndaky metaly duganyň basyşy astynda gaçybrak saklap, temperaturasyny

pese düşürmeli. Başaşa sep kebşirlenende kebşirleme ojagy iň kiçi göwürümde bolmalydyr.

Kebşirleme gurluşlarynda içine ýemşeren sepler bolmaly däl, sebäbi olar içki naprýaženiýeleriň, käwagt bolsa gyzgyn çataçmalaryň döremegine getirýär.



**13-nji surat. Sowamadan soňky sepiň kontur çyzygy**

13-nji suratda güberçekli sowamadan soňky sepiň konturynyň çyzygy görkezilen. Metal sowanda, ýagny kristallaşanda, gysylmazda, tersine süýner, şeýlelik bilen, içki naprýaženiýeleriň ýa-da gyzgyn çataçmalaryň döremegine getirer. Bu legirlenen metallaryň kebşirlenmesinde has wajypdyr.

### **2.3.2. Kömür elektrody bilen dugaly el kebşirlemesi**

Bu usul örän köne usul bolup, N. N. Benardos tarapyndan teklipl edildi, ýöne bu usul örän seýrek ulanylýar. Onuň ýetmezçilikleri, şeýle hem artykmaçlyklary bardyr. Kömür elektrody bilen kebşirlemek we eretmek üçin, köplenç, göni polýarlykly (elektroda (-)) hemişelik tok ulanylýar. Göni polýarlygyň dugasy esasy metaly uglerodlaşdyрмаýar. Ters polýarlyk dugasy (elektroda (+)) erän metaly depginli uglerodlap, uglerodyň mukdaryny 0,8-1,0%-e çenli ýetirýär. Şular ýaly sepi taplap edilýär, emma senagatda bu hadysany şu wagta çenli ulanmandyrlar. Ters polýarlyk dugasy az durnukly we onuň uzynlygy 10-15 mm bolup bilýär. Ters polýarlykda elektrod uzynlygy

boýunça örän ýokary temperatura çenli gaty gyzyýar, onuň bugarmasy ýokarlanýar, elektrodyň ýiti uýy küteli, tekiz bolýar.

Elektrod ( - ) alamatly duga örän durnukly ýanýar, uzynlygy bolsa 30-50 mm bolup bilýär. Elektrod dugada eränok, onuň uýy ýokary temperatura çenli gyzyýar, duganyň 5-10 A tokda durnukly ýanmagyna mümkinçilik berýän kuwwatly termoelektron emissiýany döredýär. Elektrod kem-kemden bugarýar we detala ýelmeşmeýär, bu bolsa kebşirleýjiniň işini ýeňilleşdirýär.

Üýtgeýän toguň kömür dugasy durnukly däl we az ulanylýar.

Kebşirleme prosesinde kömür dugasy magnit meýdanlarynyň täsiri astynda gyşaryp bilýär, şol sebäpli kadalaşdyrmak üçin özünde duga razrýadynyň gowy ionizatorlaryny jemleýän pastalary ýa-da flýuslary hem-de başga usullary ulanýarlar. Bu oturtmany ulanmak amatly we arzan düşýär. Şol duganyň PTK-sy metal elektrodyňkydan pes bolsa-da, kebşirleme tizlikleri beýlekilere garanynda ýokary bolýar – kebşirleme sepiň tizligi 60 m/sag.

Kömür dugasy bilen kebşirlemek üçin elektrotehniki kömürden, ýagny 1400°C temperaturada ýakylan, preslenen koks tozundan alnan ýa-da 6-30 mm diametrli we 200-300 mm uzynlykly, uçlary 60°-70° burçly konus şekilde ýonulan steržen görnüşli sintetiki grafitden alnan elektrodлары ulanýarlar.

Grafit elektrodлары kömür elektrodларыndan hakykatda ähli alamaty boýunça, şol sanda hem elýeterlilik boýunça gowy bolup durýarlar, sebäbi olary duga elektroerediji peçleriniň galyndylaryndan taýýarlamak aňsatdyr.

Olary işläp bejermek aňsat. Ýörite taýýarlanan grafit elektrodларыnyň käwagt misleşen üstleri (folgasy) bolýar, şonuň üçin olaryň durnuklylygy toguň uly dykzylygynda işlenilende ýokarlanýar. Grafit elektrodлары pes gatylykly, gowy elektrogeçirijilikli bolýar, sebäbi olaryň elektrogarşylygy preslenen kömrüň garşylygyndan 4 esse kiçi bolýar, şeýle hem olaryň ýokary temperaturalarda howada okislenmäge garşylygy uludyr. Bu ýagdaý olary kebşirlemede toguň uly dykzylyklarynda pes harçlanyşly ulanmaga mümkinçilik berýär. Kömür elektrodly kebşirlemede gowy elektrokontakty üpjün etmek üçin standartlaşdyrylan elektrotutawaçлары ulanmalydyr.

### 2.3.3. Pes uglerodly polatlaryň el bilen duga kebsirlemesiniň tehnologiýasy

Kebşirleme birikmelerde sepiň metalynyň berklik derejesi maksimal ýagdaýda esasy metalyň berklik derejesine ýakyn bolmalydyr.

**Metaly kebsirlemä taýýarlamak.** Kebşirlemeden öň gyraňlary we sepiň töweregindäki zolagy 20 mm giňişlikde hapadan we poslamadan, şeýle hem gyraňlary dürli usullar bilen arassalaýarlar. Köplenç bolsa mehaniki usul bilen, ýagny metal çotgalar, igeler, çalgý daşy, gidroçäge pürkujiler we (el) pnevmatiki maşynlar bilen arassalamak we howpsuzlygy üpjün etmek boýunça gowy netijeleri 180 mm diametrli, däneli armirlenen tekizleýji tegelekler ulanylýar.

Kebşirlenilýän metallaryň galyňlygyna we konstruksiýanyň jogapkärçilik derejesine baglylykda kebsirlenilýän sepiň erňekleri ýa-da bir erňegi ýonulýar. Bu ýagdaý haçanda erňeğiň galyňlygy uly ýa-da ýylylyk çeşmesiniň kuwwatlylygy kiçi bolanda, kebsirleme çuňlugyny üpjün etmek üçin zerurdyr we kebsirleme ojagynyň göwrümi uly bolanda sepiň emele gelmegini oňat üpjün edýär.

Gyraňlaryň ýonulmagy sepiň düýbüniň kebsirlenmesini üpjün etmek üçin kebsirleme ojagyny aşak goýbermäge mümkinçilik berýär. Kebşirlenen detallaryň ýygnalma prosesinde gyraňlaryň arasynda yş goýýarlar, bu dugany kütelmä ýakynlaşdyrmak üçin gerek hem-de sepiň metaly sowaýan wagtynda erkin dartylmada içki naprýaženiýeleri azaltmak üçin gerekdir. Has uly yşlar sep dartylanda ýokarlandyrylan deformasiýa we içki naprýaženiýelere, käwagt bolsa gyrgyz çataçmalara getirýär.

Kömürturşy gazda kebsirleme üçin gyraňlaryň bölünme burçy el bilen duga kebsirlemäniňkiden kiçidir, sebäbi sepiň düýbüne 1,2 mm-den 2,0 mm-e çenli diametrli elektrod sim bilen ýetmek elektrod bilen ýetmekden has aňsatdyr. Şonuň hasabyna, prosesiniň ýokary öndürijiliginden başga, CO<sub>2</sub>-de kebsirlemegiň tygşytlylygy ýokarlanýar.

Gyraňlaryň aýratyn elementleriniň konstruktiv görnüşleri we ölçegleri her bir kebsirlemäniň görnüşi üçin aýratyn standartlar bilen bellenilýär. Şunuň bilen ýokary hilli sepi üçin gerek bolan şert dörrär, sebäbi stanogyň kömegi bilen erňekleri eňnitlemek, soňra sepi emele

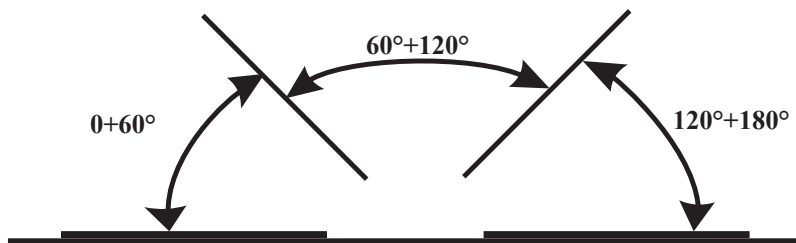
getirip, metaly täzeden dikeltmekden çalt we aňsat bolýar. Gyraňlary kebşirlemä taýýarlamak üçin olaryň geometriki şekilleriniň elementleri hem her bir kebşirlemäniň görnüşi üçin DS-de görkezilýär.

Döwlet standartlary kebşirleme sepleriniň esasy görnüşlerini we konstruktiw elementlerini öz içine alýarlar:

- el duga kebşirlemesi üçin;
- flýusyň kömegi bilen awtomatiki kebşirleme üçin;
- goraýjy gazlarda duga kebşirleme üçin;
- elektroşlak kebşirlemesi üçin;
- elektrokontakt we beýleki kebşirlemeler üçin.

Giňşlikde ýerleşişi boýunça sepler aşakdakylara bölünýärler:

- aşaky ýagdaýda ýapgytlyk burça çenli –  $60^\circ$ ;
- wertikal ýagdaýda wertikal tekizlikde –  $60^\circ$ -dan  $120^\circ$ -a çenli;
- başaşa –  $120^\circ$ -dan  $180^\circ$ -a çenli;
- gorizonttal ýagdaýda – wertikal tekizlikde.



14-nji surat. Giňşlikde sepleriň ýerleşiş derejesi

**Kebşirleme düzgüniniň elementleri** – bu talap edilýän ölçegli, bellibir görnüşli, oňat hilli kebşirleme sepleriň alynmagyny üpjün edýän kebşirleme prosesiniň esasy häsiýetleriniň jemi. Kebşirleme düzgünleri esasy we ikinji derejeli (goşmaça) düzgünlere bölünýär.

**Düzgüniň esasy elementlerine aşakdakylar degişli:**

- elektrodyň diametri;
- toguň güýji;
- dugadaky naprýaženiýe;
- kebşirleme tizligi;
- toguň hili;
- polýarlyk;
- kömürturşy gazda kebşirleme üçin bolsa – elektrodyň çykyşy.

### **Goşmaça elementler:**

- elektrodyň egme burçy;
- önümiň başlangyç temperaturasy (legirlenen polatlar üçin);
- elektrodyň görnüşi we markasy.

Duga kebşirlemesinde düzgünini saýlamak üçin, köplenç, elektrodyň diametrini we kebşirleme togunyň ululygyny kesgitleýärler, kebşirlemäniň tizligini bolsa kebşirleýji tejribe boýunça saýlaýarlar, munuň üçin ol birikmäniň görnüşi, gyraňlaryň galyňlygyny, sepiň giňişlikdäki ýagdaýyny, elektrodalaryň markasyny göz önünde tutmaly. Elektrodyň diametri metalyň galyňlygyna, sepiň giňişlikdäki ýagdaýyna, sepiň katetine ýa-da ölçegine baglydyr. Metal kebşirlenilende elektrodyň diametriniň alnyşy kebşirleýjiniň ussatlygyna, onuň zerur bolan göwrümlü kebşirleme ojagyny dolandyrmaga bolan başarnygyna baglydyr. Takmynan, 1-3 mm galyňlykly metal üçin 3 mm diametrli elektrodлары alýarlar. 2 mm diametrli elektrodлар käwagt we az mukdarda öndürilýär, şonuň üçin giňden ulanylmaýar; emma olar inçe metallaryň - 0,5-1,0 mm ýokary hilli kebşirlenilişini üpjün edýärler.

4-8 mm galyňlygy kebşirmek üçin 4-5 mm diametrli elektrodлары ulanýarlar. 10 mm galyňlyk kebşirlenilende 4-6 mm elektrodлары ulanýarlar. Tawr birikmeleri üçin uly sepiň katetiniň 16 mm-den uly bolan ölçegleri ulanmaga maslahat berilmeyär we hiç haçan ulanylmaýar.

Wertikal we gorizontalsepler kebşirlenilende elektrodyň diametri 3-4 mm we 5 mm-den kiçi bolýar. Gyraňlaryň bölünmeleri bolan başaşa sepleriň kebşirlenmesi iň agyr amal bolup, kebşirleýjiniň ýokary ussatlygyny talap edýär, emma başaşa tawr sepleriniň kebşirlenmesi aňsat we tejribeli kebşirleýjiden uzak wagty talap etmeyär. Munda diňe toguň güýjüni dogry saýlap almalydyr. Eger-de ol biraz pes bolsa, sepiň gowy formirlenmesi we onuň hili bolmaýar. Toguň güýji kadaly güýje görä sähelçe ulalsa, kemçilik az bolýar, sebäbi elektrodyň metalyňyň sepe geçmegine elektrodinamiki güýçler aýdyň täsir edýär, olaryň ululygy bolsa kebşirleme toguna bagly bolup durýar. Eger-de katet 6 mm-den köp bolsa, onda başaşa seplerini birnäçe gat edip ýerine ýetirseň, gowy we aňsat bolýar. Ojagyň eredilen metaly başaşa seplerde diňe üst dartylma bilen saklanýar.



Başaşa sepleri kebşirmek üçin 3-4 mm diametrli elektrodlar ulanylýar. Kebşirmäniň öndürjiligi  $\alpha_e$  elektrodlaryň ereýiş koef-fisiýentine we kebşirleme toguna baglydyr. Şol görkezijileriň haýsy bolsa-da biriniň artykmaçlygy bilen öndürjilik ýokarlanýar.

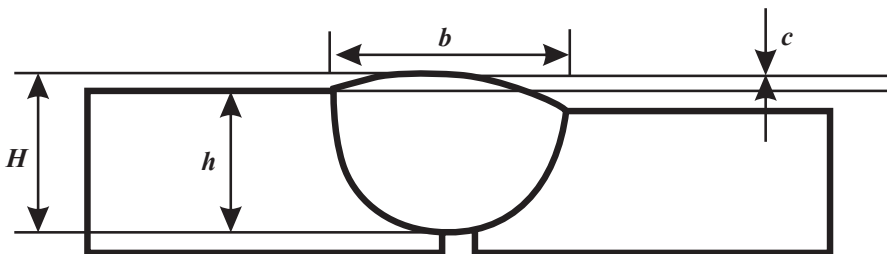
Elektrodlaryň daşky gaplarynda sepiň giňşlikdäki dürli ýag-daýlary üçin kebşirleme togunyň maslahat berilýän düzgünleri gör-keziýär.

Önümçilik tejribesini göz önünde tutup, kebşirleme togunyň ululygyny elektrodlaryň gaplarynda görkezilenlerden 10% ýokar-landyrmak maslahat berilýär. Bu kebşirleniş, sepiň formirlenmesini, hilini we öndürjiligi gowulandyrar.

Tawr başaşa sepi kebşirlenilende dugany sepe görä keseligine hereket etdirmeli däl-de, gowy kebşirleme ojagyny emele getirip, ony sähelçe sepiň ugry boýunça duga bilen basyp saklamaly. Ýokary hilli sepi almakda elektrodyň ýapgytlygy örän wajypdyr.

Vertikal sep üçin togy prowar (sep ýerlerini doldurmak) bolar ýaly edip almaly, kebşirleme ýerine ýetirilende duga aýrylmaly däl we öçmeli däldir, şeýle hem suwuk metal kebşirleme ojagyndan akyp çykmary däl.

Başaşa hem-de vertikal ýagdaýda sepleri kebşirmek müm-kinçiligi elektrodinamiki güýçleriniň täsiri bilen, elektrod metalynyň ojagyna geçmegi boýunça dugadaky gazlaryň täsiri bilen we şol damjalaryň ojakda saklanmagy boýunça üst dartylma güýçleriniň tä-siri bilen düşündirilýär. Eredilen metalyň üst dartylma güýçleri näçe kiçi bolsa, şonça-da metal has suwuk akyjylykly bolýar we şolar ýaly metalyň, meselem, misiň, çoýnuň we başgalaryň kebşirlenmesini vertikal we başaşa sepli ýerine ýetirip bolmaýar.



**15-nji surat. Sep kesiginiň häsiýetnamasy:**

$b$  – sepiň ini;  $h$  – ereme çuňlugy;  $c$  – waligiň beýikligi;  $H$  – sepiň galyňlygy

### **2.3.4. Pes legirlenen polatlaryň kebşirlemesi**

Legirleýji komponentleriň umumy düzümi (ugleroddan başgasy) 2,5%-den pes bolan polatlara pes legirlenen polatlar diýilýär. Kebşirleme konstruksiýalaryny taýýarlamakda ulanylýan pes legirlenen polatlar konstruksiýa (az we orta uglerodly) we gyzgyna çydamly diýen toparlara bölünýärler.

#### **2.3.4.1. Pes legirlenen az uglerodly konstruksiýa polatlaryň kebşirlemesi**

Pes legirlenen polatlaryň käbir aýratynlyklary onuň kebşirlemesi azuglerodly polatlaryň kebşirlemesinden düýpli tapawutlanýar. Pes legirlenen polatlaryň kebşirlemesinde berilýän energiýanyň ululygy boýunça has inçe çäklerde düzgünler saýlanylýar, sepiň metaly esasy metal bilen deň berkligi üpjün etmek üçin juda berk bolmalydyr, şeýlelikde sepiň metalynda uglerod az mukdarda saklanmalydyr. Pes legirlenen az uglerodly polatlaryň kebşirleme birleşmeleriniň hilinden berk talaplar edilýär. Sebäbi bu polatlar azuglerodly polatlara görä napryženiýa has duýgur bolýarlar.

Erňekleri taýýarlamak, kebşirleme düzgünleri, sepleri goýmagyň tertibi azuglerodly polatdan ýasalan önümleriň kebşirlemesinden tapawutlanmaýar diýen ýaly. Kebşirleme tehnologiýasyndaky tapawut bolsa, esasan, Э42А we Э50А elektrod kysymalarynyň ulanylyşyndan ybaratdyr. Olar ähli şertlerde hem metalyň kristallaşan jaýryklara garşy durnuklylygyny üpjün edip, zerur bolan maýyşgaklyk aýratynlyklaryny üpjün edýärler.

Bu pes legirlenen we orta uglerodly konstruksiýa polatlaryň aýratynlygy kebşirlemäniň termiki tapgyrynyň şertlerinde taplanmaga bolan ýokary meýilligidir.

#### **2.3.4.2. Pes legirlenen gyzgyna çydamly polatlaryň kebşirlemesi**

Bu polatlaryň aýratynlygy sepiň we esasy metallarynyň düzümini biri-birine ýakynlaşdyrmakdan ybaratdyr. Şeýle edilende olaryň arasyndaky diffuzion prosesleriň öňi alynýar.

Molibden poladyndan ýasalan turbalaryň kebşirlemesi üznüksiz we öňünden 200°C gyzdyrylyp,  $\Theta$ -M kysymly elektrod bilen ýerine ýetirilýär. 10 mm-e çenli galyňlykdaky list konstruksiýalary gyzdyrylmazdan kebşirlenilýär, ýokary galyňlykdakylar bolsa gyzdyrylýar.

Hrommolibden polatlaryndan bolan önümler  $\Theta$ -XM kysymly elektrodlar bilen kebşirlenilýär. 1 mm-den artyk galyňlykdaky metallar öňünden 200-500°C derejä çenli gyzdyrylýar. Kebşirleme birleşmeleri termogaýtadan işleýşe sezewar edilýär.

## 2.4. Gaz kebşirlemesiniň tehnologiýasy

Gaz kebşirlemesi, esasan, ýönekeý, käte bolsa burçly birleşmelerde ulanylýar. Kebşirleme zolagyndaky gyzgynlygyň meýdançasynyň uly bolmagy, aýratyn hem, tawroly we atanak şekilli birleşmelerde içki dartgynlylyga we deformasiýalara getirýär.

Soňky ýyllarda gaz kebşirini, köplenç, abatlaýyş işlerinde, şeýle hem elektroenergiýanyň, enjamlaryň, elektrogeçirijileriň ýok wagty ulanylýar. Gaz kebşirlemäni kiçi diametrli turbalardan ybarat bolan gaz geçirijilerde (jaýlarda gaz turbalary geçirilende) tehnologik nukdaýnazardan amatly we oňaly usul hökmünde ulanýarlar.

Gaz hojalygynyň düzgünlerinde 150 mm-den uly bolmadyk diametrli we turbanyň diwar galyňlygy 5 mm-den uly bolmadyk gaz geçirijilerde gaz kebşirlemäni ulanmaga ygtyýar berilýär.

Kebşirleme sepiniň hili, köplenç, kebşirleýjileriň hünär başarnygyna bagly bolup durýar. Gaz kebşirlemäni öwrenmek duga kebşirlemeden ýeňil we düzgün boýunça oňat elektrokebşirleýji az-kem öwrenenden soň oňat gaz kebşirleýji bolup bilýär, tersine bolsa, biraz kyndyr.

Kebşirlemede asetileniň ýerine propan gazy ulanylanda ýeke-täk talap, ojagy okislerden arassalaýan we deoksidleýän simi hemişe we ýeterlik mukdarda bermelidir. Sebäbi simiň düzüminde 2% marganes we 1% kremniý bardyr. Eger bu talap ýerine ýetirilmedik halatynda kebşirleme sepiniň hili pes bolýar. Pes uglerodly polatlary kebşirlemek üçin flýusdan asetilen we propan ulanylandaky ýaly talap edilmelidir.

Propan bilen kebşirlenilende simiň diametri 2 – 3 mm bolanda iň amatlysy hasaplanylýar. Alawyň merkezini ergin metally ojak-

dan 12-15 mm aralykda saklamaly, sebäbi ondan ýakyn ýerleşende ergine mehaniki basyş täsir edýär we ergini ojagyň ernegine gysyp çykarýar. Aýratyn hem, kisloroda uly basyş edilende müşdükden gyzgyn garyndy ýokary tizlik bilen akýar. Ojagyň şeýle ýagdaýynda kebşirlemäniň hili ýaramazlaşýar.

Gaz kebşirlemäniň düzgünleriniň esasy parametrleri – bu oduň güýji, oduň görnüşü, goşmaça simiň markasy we diametri, flýus, kebşirlemegiň usuly we tehnikasy.

Kebşirleme odunyň görnüşini we onuň ýylylyk güýjüni kebşirleýji öz çaky bilen kesgitleýär.

Gaz kebşirlemesi üçin ulanylýan sim toz görnüşli bolup biler. Polat kebşirleme simi we elektrodlar DS tarapyndan kesgitlenilýär.

Reňkli metallar we çöýün kebşirlenende okisleri aýyrmak üçin dürli usullar arkaly kebşirleme ojagyna girizilýän ýeňil ereýän flýuslar ulanylýar. Toz şekilli flýuslar gyzgyn metalyň üstüne sepilýär we ol berk ýelmeşýär. Emele gelen pastany kebşirleme zolagyna çalgýç bilen çalmaly.

Gaz kebşirlemesi üçin, köplenç, bura, bor kislotasy, olaryň garyndysy ýa-da okisleri we kaliý, litiý, natriý duzlary ulanylýar.

Bura kebşirleme ojagynda darganda okisler bilen işjeň reaksiýa girip, olary şlagla öwürýär.

### **Kebşirlemäniň tehnikasy**

Gaz kebşirlemesiniň iki usuly bardyr: sag we çep. Sag usulynda ot sepe gönükdirilendir, çepde bolsa, tersine, kebşirlemegiň astyndaky birleşmä gönükdirilýär. Munuň bilen kebşirlemegiň astyndaky hemişe erneklerini önünden gyzdymak zerurdyr.

### **Gaz kebşirlemesiniň tehnikasy boýunça berilýän maslahatlar**

Kese we başaşa ýagdaýynda kebşirlemegiň sag usuly bilen ýerine ýetirilen ýagdaýynda amatlydyr. Sebäbi çep usulynda kebşirleme ojagyndan metal has köp akýar.

Asetilen we propan-butanyň kebşirlemesi gaz sarp edilişinden başga ýagdaýlarda biri-birine ýakyn tertipedir, şol sebäpli hem propan-kislorodly ot bilen kebşirleme tertibi alnyp barylýar.

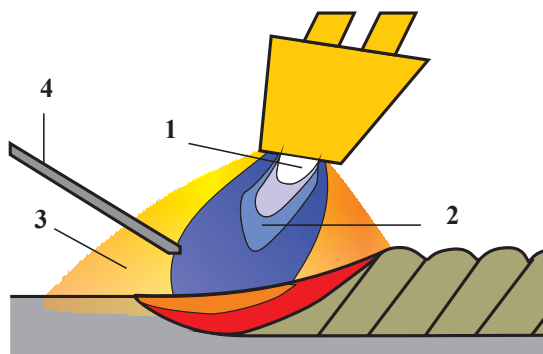
CB-08 kebşirleme simi bilen asetilenli kebşirlemede sepleriň mehaniki häsiýeti CB-08Г2C kebşirleme simi bilen kebşirlenilendä-

kiden 6-8% pes bolýar. Bu sepiň sim bilen legirlenmeýändigini düşündirilýär.

Kebşirleýjiler gaz gorelkasynyň ýene bir aýratynlygyny ulanmagy ýatdan çykarmaly dälirler: asetilen-kislorodly otda iň ýokary temperatura merkezden 3 mm uzaklykda bolýar, propan-kislorodlyda bolsa 12 mm uzaklykda bolýar.

Simiň diametri kebşirlenilýän metalyň galyňlygynyň ýarysyna 1 mm-e deň hasaplanylýar. Asetilen-kislorod ody eredilen metala otnositellikde, esasan, gorag gurşawy bolup hyzmat edýär we kebşirleme ojagyna kislorodyň girmegini kynlaşdyrýar hem-de metal haýal okislenýär.

Gyzdyrmak we kebşirleme tehnikaýy oňat özleşýär, emma kebşirleýji gorelkadan we sepiň uzaboýuna ýa-da keseligine oturdyran simden, eger merkez bir tarapa keseligine, sim bolsa beýleki tarapyna giden ýagdaýynda şol simden ussatlyk bilen peýdalanmagy başarmalydyr. Bu ojagyň deň gyzmagyny üpjün edip, sepiň şekiliniň gowy bolmagyna ýardam berýär.



**16-njy surat. Gorelkanyň ody:**

1 – merkez (ýadro); 2 – dikeldiş hem-de iň ýokary temperaturanyň zonasy; 3 – fakel; 4 – steržen

Gorizonta we başaşa seplerini sag usul (çep tarapdan başlap sag tarapa kebşirläp başlamak) arkaly ýerine ýetirmeli - şeýle edilende kebşirleme ojagyny emele getirmek ýeňil bolýar we ondaky metal akyp gitmeýär.

Kebşirlemegiň sag usuly seýrek ulanylýar, sebäbi ol diňe uly galyňlykdaky kebşirlemelerde peýdalanylýar. Kiçi galyňlyklarda sag usulyň metaly ýakma howpy bolandygy üçin ulanylmaýar.

**Propan-kislorod ot bilen poladyň kebşirleniş düzgünleri**

Kebşirlenilýän metalyň galyňlygy, mm	Birleşmedäki öňden bolan çat, mm	Erňekleriň burçy	Kebşirleme siminiň diametri, mm	Gorelkanyň ujunyň belgisi	Çykdaýy l/sag		Kebşirlemegiň tizligi, m/sag
					propan-butan	kislorod	
0,5-1	1,0-1,5	Burç ýok	1,0-1,5	2	30-90	105-315	10-7
1-2	1,5-2,0	Burç ýok	1,5-2,0	2-3	60-180	210-680	7-5
2-3	2,0-3,0	Burç ýok	2,0-2,5	3-4	120-270	420-945	5-4

**Poladyň kebşirleme sepleriniň kebşirleme simine garaşlylykdaky mehaniki häsiýetleri (propan bilen kebşirlenilende)**

Kebşirleme simi	Sepiň metalynyň mehaniki häsiýeti		
	Wagt garşylygy kg·F/mm <sup>2</sup>	Akyjylyk çägi kg·F/mm <sup>2</sup>	Otnositel sozulma %
CB-08ГC	<u>42,4 – 44,5</u> 43,9	<u>28,3 – 32,2</u> 30,4	<u>11,6 – 12,9</u> 12,05
CB-08Г2C	<u>36,6 – 42,4</u> 43,9	<u>19,45 – 29,9</u> 23,3	<u>13,2 – 19,7</u> 43,9

**Pes uglerodly polatlaryň sepleri kebşirlenilende sarp edilýän materiallaryň mysaly kadasy**

Poladyň galyňlygy, mm	1 m sepde eredilen metalyň massasy, kg	1 m sepe sarp edilen materiallar				
		Otur-dylýan sim, kg	Propan-butan bilen kebşirleme		Tebigy gaz bilen kebşirleme	
			Propan butan, m <sup>3</sup>	Kislorod, m <sup>3</sup>	Propan-butan, m <sup>3</sup>	Kislorod, m <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7
Erňekleri gerdişli birtaraplaýyn sepler						
0,5	0,012	0,014	0,008	0,022	0,015	0,030

4-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6	7
Erňegi gerdişsiz birtaraplaýyn sepler						
1,0	0,280	0,029	0,013	0,044	0,038	0,057
1,5	0,049	0,051	0,023	0,021	0,071	0,107
1,0	0,280	0,029	0,013	0,044	0,038	0,057
1.5	0,049	0,051	0,023	0,081	0,071	0,107
2.0	0,070	0,074	0,034	0,119	0,105	1,158
2.5	0,084	0,088	0,044	0,148	0,128	0,194
3.0	0,098	0,103	0,051	0,178	0,152	0,230

5-nji tablica

### Kebşirleme üçin sarp edilyän asetileniň we kislorodyň mukdary

Ujuň belgisi	Poladyň galyňlygy, <i>mm</i>	Gazyň mukdary, <i>l/sag</i>	
		asetilen	kislorod
0	0,2-0,7	20-70	26-90
1	0,5-1,5	50-120	60-140
2	1,0-2,5	130-200	156-240
3	2,5-4	220-380	260-450

Gaz kebşirlemesi takyk şertlerde döwrebap tehnologiýalaryň ýok ýerinde kiçi galyňlyklary kebşirlemekde has oňaýlysydyr.

Kebşirleme sepini bir gezekde ýerine ýetirýändigini gaz kebşirlemäniň aýratynlyklarynyň biridir. Sebäbi ikinji gezekde köp uglerod ýanyar we mehaniki häsiýeti peselýär.

Gaz kebşirlemäni käte ýanyjy suwuklyklaryň ýapyk gaplaryny abatlamakda ulanýarlar. Ýanyjy materiallardan çykan gaplar galyndylardan saplanan bolmaly we kaustik soda bilen ýuwan bolmaly.

Içinden ýandyrylan hereketlendirijiniň çykarýan gazy bilen gaby doldurmak usulyny peýdalanmak bolar. Gabyň göwrümi we hereketlendirijiniň iş göwrümi gabyň içindäki hemişe artyk gazyň barlygyny hasaba alyp ölçenilmelidir. Çykýan gaz gap dolýança goýberilýär we kebşirleme prosesinde onuň arasy üzülmeýär. Ot bilen geçiriljek ähli işler gap doly howpsuzlandyrylýança 3 m-den ýakynda geçirilmeýär.

## 2.5. Metallaryň gaz-kislorod bilen kesilişi

Metallary kesmegiň bu görnüşi termiki usullara degişli bolup, köpsanly gurnama we abatlaýyş işlerinde giňden peýdalanylýar. Juda galyň önümler bilen işlenende hem ýokary derejeli öndürjiligi saklap galmagy gaz bilen kesmegiň aýratynlygydyr. Hünärmenler bu kesimiň amatlydygyny hem belläp geçýärler. Sebäbi bu tehnologiýa elektroçeşmelerden doly garaşsyzlygy, özbaşdak işlemegi üpjün edýär.

Metallaryň kislorod bilen kesilişiniň mazmuny – bu metalyň arassa kislorod akymynda uly mukdarda ýylylyk bölünip çykmak arkaly ýanyş prosesidir. 1 g demri ýakmak üçin 0,27 l kislorod, 1 sm<sup>3</sup> demri ýakmak üçin 2,15 l kislorod zerurdyr.

Kesilende demir ýanyp bölünip çykýan ýylylyk mukdary gorkanyň gyzdryjy odundaky ýylylykdan 6-7 esse köpdür.

Köplenç, gurluşyk gidýän ýerde elektrik çeşmesi bolsa-da, işiň gidip duran ýerinde ussanyň oňa baglanyp bilmeýän halatlary bolýar. Prosesiň tehnologiýasyna seretmezden öňürti, gaz bilen kesmek hakynda umumy düşünje bermek ýerlikli bolar. Onuň kömegi bilen beýleki usullarda kesip bolmaýan galyňlykdaky önümleri kesmek bolýar. Ýene-de bir aýratynlygy zerur bolan enjamlar toplumy juda arzandyr. Onuň kemçiliklerini hem belläp geçmegimiz zerur. Metallary el bilen gaýtadan işläniňde kesimiň ýokary takyklygyny, hilini gazanmak örän kyn düşýär. Bu diňe ýokary derejeli, köpýyllyk tejribesi bolan ussatlara başardýar. Eger kebşirleýjiniň tejribesi kemterlik edýän bolsa, köp halatda erňekleri gaýtadan tekizlemeli bolýar. Has takyk işi, meselem, egri çyzgylý şablon boýunça ýa-da has uly göwrümlü listi göni çyzgyny saklap kesmeli bolanda, ýörite daşalýan desgalar (gazkesiji maşyn) ulanylýar. Emma olar hem elde dolandyrylýar.

Latun, alýumin, mis we poslamaýan metallardan başga ählisini elde kesmek bolýar.

Metallary gaz bilen kesmegiň esasy görnüşlerine seredip geçeliň:

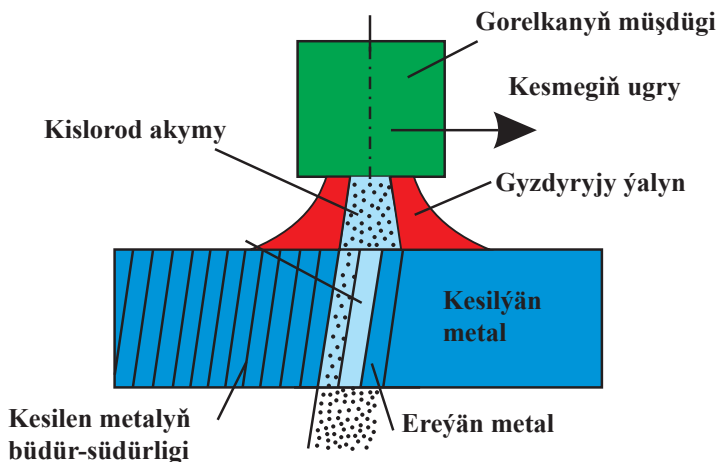
- kislorodly: metalyň temperaturasy gaz-gyzdryjy bilen ýokarlandyrylýar, oksidleriň emele gelen bölejiklerini aýyrmak we kesmek kislorod akymy bilen amala aşyrylýar.

- kislorod flýusly: kesilýän ýere goşmaça flýus (tozga şekilli) berilýär. Onuň himiki düzümi metalyň aýratynlyklaryna täsir edip,



ony tabyn bolmaga mejbur edýär. Şeýlelikde, kesiş işini ýeňilleşdirýär, emma seýrek ýagdaýda ulanylýar.

Gaz kislorod bilen kesmekde 2 gaz görnüşü ulanylýar, sebäbi metal asetilen ýa-da propan bilen gyzdyrylýar, emma düzümini diňe arassa kislorod dargadýar, ýagny kesýär.



17-nji surat. Metalyň kislorod bilen kesiliş prosesi

Haçanda gorelka metalyň kesilýän ýeriniň temperaturasyny, takmynan, 1000-1100°C-ä ýetirenden soň, oňa kislorod akymy berilýär we şol wagt alawlanýar.

Ýanyp başlamagyň temperaturasy uglerodyň mukdaryna baglydyr, polatda uglerod näçe köp bolsa, gyrgyznylyk temperaturasy şonça ýokarydyr.

Polatda 0,7%-den artyk uglerod bolanda gyrgyznylyk temperaturasy metal poladyň eräp başlamagy bilen ýanmak derejä çenli ýokarlanýar. Poladyň oňat hilli kesilişi diňe metal kislorod akymynda gaty ýagdaýda ýananda bolup geçýär.

Kislorod bilen kesilme prosesi şundan ybaratdyr: kislorod bilen ýanyjy gazyň garyndysy müşdükden çykýar we ýanyp gyzdyryjy ody emele getirýär. Gorelkanyň müşdüginin ok kanaly boýunça (gyzdyryjy oduň merkezinde) zerur pursadynda tehniki arassa kislorod aýratyn, awtonom kanal boýunça goýberilýär we gyzdyrylan metal bu kislorod akymynda poladyň aşaky gatlaklaryny gyzdirmek bilen ýanyp başlaýar. Kesiji kislorod akymynyň daşyna çykyp, polady

ýakmak bilen tutuşlaýyn gyzyyp ugraýar. Ýakylandan soňra gorelkany elde ýa-da gerekli tizlikde mehanizm tarapyndan süýşürmek prosesi, kislorod akymyndan okisleri, şlaklary aýyrmak prosesi başlanýar. Kesiş zolagyndan ergini kadaly aýyrmak üçin kislorod akymynyň tizligi örän ýokary ( $500-700\text{ m/s}$ ), ýagny ses tizliginden ýokary bolmalydyr. Kislorod akymynyň tizligi metalyň ýanyş tizligine täsir edýär. Bu talaby doly kanagatlandyrmakda konstruktiv şekil we içki (kesiji) müşdükdäki kesiji kislorodyň geçmegi hem-de çykmagy üçin kanalyň ölçegi uly ähmiýete eýedir.

Gorelkadan kislorod akymy gyzdýryjy oduň merkezinde ýerleşmelidir.

Materialy kesmek prosesi üznüksiz bolmalydyr we bellenen çyzgynyň uzaboýuna gyradeň süýşürilmelidir.

**Metaly kislorod bilen kesmek üçin kesijiň esasy şertleriniň ýerine ýetirilmegi zerurdyr:**

1. Metalyň arassa kislorod akymynda ýanmagynyň temperaturasy onuň ereme temperaturasyndan pes bolmaly, ýagny metal gaty ýagdaýda ýanmalydyr.

2. Kesijide emele gelyän metalyň okisleriniň ereme temperaturasy metalyň ereme temperaturasyndan pes bolmalydyr, ýagny okisler kyn ereýän bolmaly däl, bolmasa olary kesiş zolagyndan aýryp bolmaýar. Okisler, şlaklar suwuk-akyjy bolmalydyr. Alýumin okisiniň ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ereme temperaturasy  $2000^\circ\text{C}$ -den gowrakdyr. Alýumin  $657^\circ\text{C}$ -de eräp başlaýar, okisleri bolsa onuň gaty ýagdaýynda ýanmagyna päsgelçilik döredýär. Hromuň okisleri  $2200^\circ\text{C}$ -den, nikeliňkiler  $2000^\circ\text{C}$ -den, misiňkiler  $1200^\circ\text{C}$ -den artyk temperaturada ereýär. Bu okisler kyn ereýär we suwuk-akyjy däl, şonuň üçin hem olary kesiş zolagyndan aýyrmak kyndyr.

3. Metal ýokary ýylylyk geçirijilige eýe bolmaly däl, sebäbi ol kesiş zolagynyň sowamagyny kynlaşdyrýar we metalyň tiz gyzdýrylmagyna päsgel berýär.

Misiň kislorod bilen kesilişi onuň okisleriniň kyn ereýändigini we kislorodda ýananda az ýylylyk çykarýandygy üçin mümkin däl.

Ýokarda aýdylan şertleriň ählisine diňe  $0,6\%$  uglerodly we legirleýji garyndylaryň çäkli mukdary bolan polat gabat gelyär.

Ähli beýleki metallar ýokardaky şertleri kanagatlandyрмаýar we kislorod bilen kesilmeýär.

Çoýun ereme temperaturasynyň pesligi we kislorod akymynda ýanma temperaturasynyň ýokarylygy üçin kesilmeýär. Ýene bir sebäbi kislorod akymy çoýnuň grafiti bilen hapalanýar. Kislorodda ýanmanka çoýun ilki ereýär, bu ýagdaýda bolsa eýýäm kesiş bolmaýar.

Uglerody köp bolan, ýokary legirlenen hromo-nikel we hromly polatlar hem kesilmeýär diýen ýalydyr. Şeýle metallar termiki kesişini beýleki usullary bilen kesilýär. Kislorod kesimi 3-300 mm galyňlykdaky polatlar üçin ulanylýar, emma ýörite kislorod kesgiçleri bolup, olar bilen 2 mm-e çenli galyňlykdaky polatlary kesmek mümkindir.

Adaty uniwersal kesgiçler bilen 70-100 mm galyňlykdaky metallar kesilýär.

3 mm-den kiçi bolan önümleri kesmek mümkin, emma çenden-aşa ýanyandygy üçin, erňek has köp ereýär we deformasiýa uly bolýar.

Kesiş prosesinde päsgel berýän gazlaryň dykyny döremezligi üçin we kesiş zolagyndan metal ergininden galan galyndynyň erkin akyp gitmegi üçin, önümiň astynda iň azyndan 250 mm bolan erkin giňişlik bolmalydyr.

Metalyň kesiş tizligi (ýanma reaksiýanyň tizligi) reaksiýanyň zolagyndaky kislorodyň basyşyna baglydyr.

Kesiji akymyň kislorodynyň basyşy ýokarlandyrylanda okislenme artýar we metal ergininden galan galyndylar kesiş zolagyndan çalt aýrylýar.

Kislorod kesişi üçin iň azyndan 99% arassa kislorod gerekdir, bolmadyk ýagdaýynda kesiş tizligi peselýär we kislorod köp sarp edilýär.

Kislorodyň ýygylýgynyň 1% azalmagy kesiş tizligini 20% azaldýar. Kislorod 92%-den az arassa bolanda kesiş prosesi bozulýar. Tehniki kislorod üç görnüş bilen goýberilýär: birinji–99,7%, ikinji–99,5%, üçünji–99,2%.

Kesişiniň esasy düzgünleri – bu kesiji kislorodyň basyşy we kesişiniň tizligidir.

Kesişdäki ýanyjy gaz hökmünde, köplenç, propan-butan, tebigy gaz, káte kerosin bugy ulanylýar.

Listiň tekizlikdäki kesilişini çaltlaşdyrmak üçin gyzdyrma zola-gyna polat sim berilýär, ol ýanyp başlanda ýylylyk bölüp çykarýar we kesişi tizleşdirýär. Bu ýagdaýdaky detalyň tekizliginiň we gorelkanyň müşdüginiň arasyndaky uzaklyk 10-15 mm-e deňdir, adatça bolsa 6-10 mm-e deň bolýar.

Galyň metalyň kesişini tizleşdirmek üçin deşilýär ýa-da zubil bilen ýiti erňek döredilýär, ony çalt gyzdyryp hem-de kislorod bilen ýakyp bolýar.

Gorelkalar dürli modellerde bolup bilýär. Oňa 3 şlanga (ikisi gyzdyryjy gaz üçin, biri kislorod üçin) ýa-da 2 şlanga (biri kislorod üçin) dakylýar. Sazlaýjy wentiller hem edil şuna laýyklykda bir ýa-da iki sany bolup bilýär.

Alawyň durnuklylygynyň ähmiýeti şunuň bilen düşündirilýär: Eger ol sönse, onda metal sowap ugraýar. Degişlilikde, kesmäge başlamazdan öňürti ony gaýtadan gyzdymaly bolýar. Prosesiň mazmuny işlenilýän ýeriň töweregindäki temperaturany ýokarlandyrmak işi gaz turbasy (naýzasy) bilen üpjün edilýänliginden ybaratdyr. Onuň bilen bir wagtda turbanyň üsti bilen basyş astynda kislorod hem akdyrylýar. 600°C-den pes ereme temperaturasy bolan metallary ýokarda agzalan usullar bilen kesmeli däl. Sebäbi metallaryň ýokary gatlagy aýrylyp, kesim amala aşmaýar. Kähalatlarda bolsa metalyň juda ýokary derejelerde gyzdrylmagy, onuň düzüminiň bozulmagyna getirýär. Şol sebäpli häzirki günde bu kämilleşdirilen tehnologiýa ulanylýar, onda gyzdyrma we kesim işi parallellikde alnyp barylýar.



18-nji surat. БКО-50ДМ редукторыnyň umumy görnüşü

**Reduktor** – bu gelýän gazyň basyşyny zerur bolan derejä çenli peseltmäge hyzmat edýär. Oňa iki sany monometr (basyşyň giriş we çykyş ýerlerinde ölçemek üçin enjam) berkidilýär. Muňa mysal hökmünde БКО-50ДМ reduktorynyň umumy görnüşine 18-nji suratda syn edip bilersiňiz.

Basyşy sazlaýjy gurluş wentilli ballonlar bolup, birinde kislorod, beýlekisinde asetilen ýa-da propan bolýar. Käte kesiljek metalyň berkligi ýokary bolsa, gyzdyryjy hökmünde bu iki gazyň garyndysy hem ulanylýar. Emma bu prosesi üpjün edýän enjamyň özüne düşýän gymmaty ýokary bolýar.

Kebşirleýji işe başlamazdan önürti ýene-de bir zady bilmek zerur. Meselem, basyşy neneşi sazlamaly, gorelkany näçe uzaklykda saklamaly, dürli metal görnüşleri bilen işlemegiň aýratynlygyny we ş.m. bilmelidir.

## 2.6. Kebşirleme gorelkalarynyň görnüşleri we olaryň maksatlary

Kebşirleme enjamlary üçin gorelkalar dürli görnüşli bolup, metalda dürli kebşirleme işlerini ýerine ýetirmek üçin niýetlenilýär. Käbir görnüşlerine seredip geçeliň:

- ýarym awtomat üçin kebşirleme gorelkasy;
- argon duga kebşirlemesi üçin gorelka;
- kebşirleme üçin gaz gorelkasy;
- nokatlaýyn kebşirleme üçin gorelka.

### **Ýarym awtomat üçin kebşirleme gorelkasy**

Ýarym awtomat üçin kebşirleme gorelkalarynyň görkezijileri sowadys usulyňa, kebşirleme enjamyna çatylýan ýerine we nominal kebşirleme toguna bagly bolup durýar.

Şeýle kebşirleme görnüşi eldäki kebşirlemeden gorelkanyň kebşirleme prosesinde sowatmak mümkinçiliginiň barlygy bilen tapawutlanýar. Kebşirleme ýarym awtomatynda gorelka ýetilmesi kyn ýerlerde kebşirleme işini amala aşyrmak üçin amatly bolup durýar.

Ýarym awtomat düzgüninde gazsyz kebşirlemesi şundan ybarat: kebşirleme ojagy, ýagny iki kebşirlenilýän metalyň birleşýän ýeri özarasynda inert gazynyň gursawynda goralman, gazsyz gorag bilen goralýar.



### 19-njy surat. Ýarym awtomat kebşirleme gorelkasy

Ýarym awtomat üçin kebşirleme gorelkalary 3 esasy bölekden ybaratdyr:

- kebşirleme gorelkasy;
- kebşirleme gorelkasynyň şleýfi;
- kontakt birleşmesiniň elementi.

Ýarym awtomat üçin kebşirleme gorelkalary kebşirleme prosesindäki baglanyşyk üçin hyzmat edýär. Gorelkanyň şleýfi kebşirleme simini we sowatmak üçin suwuklygy bermäge, şeýle hem kebşirleme üçin togy, gorag gazyny ýa-da flýusy bermäge hyzmat edýär.

Kontakt birleşmesiniň elementi ýarym awtomat kebşirlemesiniň we kebşirleme gorelkasynyň çeşmesini birleşdirmek üçin zerurdyr.

Gorelkanyň tutawajy guýma materialy ulanmak bilen taýýarlanylýar. Materialyň izolýasion häsiýeti bardyr. Uçlary dürli materiallardan: misden, wolframdan we misden, bürünçden, mis we grafitiň erginlerinden taýýarlanylýar.

Iň oňat uçlar wolfram we misden ýasalýar.

Ýarym awtomat kebşirlemesi üçin şeýle uçly kebşirleme gorelkalary uzak möhletli ulanylýandygy bilen tapawutlanýar.

#### **Argon-duga kebşirlemesi üçin gorelka**

Argon gazy bilen kebşirlemeler örän meşhurdyr. Bu kebşirleme görnüşi alýumini, kümşi, çoýny we beýleki materiallary kebşirlemek üçin ulanylýar.

Argon-duga kebşirlemesiniň artykmaçlygy sepiň ýokary hilden we önümi kebşirlemeden soň uzak wagt ulanylýandygyndan

ybaratdyr. Argon-duga kebşirlemesi üçin gorelkalar kesgitli ýörelge boýunça işleýär.

Ol gaz we duga kebşirlemesiniň hilini özara utgaşdyrýar. Energiýa çeşmesi hökmünde elektrik razrýady ulanylýar. Kislorodyň massasyndan artyk massaly ýörite gaz bolsa sepi kislorodyň täsirinden go-raýar. Elektrod wolfram simden ybarat bolýar.

Argon-duga kebşirlemesi üçin gorelkalaryň maksady kebşirleme prosesi üçin ot emele getirmek. Şeýle gorelkalaryň häsiýetli aýratynlyklary:

- kuwwatlylygy;
- kabeliň uzynlygy;
- sowadyş usuly;
- dolandyryş usuly;
- kebşirleme enjamyna çatylma usuly.



**20-nji surat. Argon-duga kebşirleme gorelkasy**

Dolandyryş usuly boýunça gorelka düwmeli, wentilli ýa-da uni-versaldyr. Kebşirleme üçin gorelkalar argon gazyny beriji şlangadan, tutawaçdan ybaratdyr.

### **Gaz kebşirlemesi üçin gorelka**

Gaz kebşirlemesi üçin gorelka – bu kebşirleme enjamynyň esasy bölegidir. Gaz bilen kebşirleme işleri ýerine ýetirilende gaz bilen kebşirleme gorelkalary ulanylýar. Kebşirleme üçin gaz gorelkasy me-taly gyzdyryjy we erediji gaz bilen kebşirleme oduny emele getirmek üçin zerurdyr.

Şeýle gorelkanyň materialy latun bolup, onuň uçlary misden ýasalýar. Alýumin erginleri gorelkanyň agramyny azaltmak üçin ulanylýar. Gaz bilen kebşirleme gorelkasynyň iki görnüşü bardyr:

- inžektorly;
- inžektorsyz.

Bu iki görnüşüň arasyndaky tapawut olaryň gaz basyşyndaky ululygyndadyr. Inžektorly gorelkalar pes basyşly, inžektorsyz gorelkalar bolsa ýokary basyşda işleýär.



**21-nji surat. Gaz bilen kebşirleme gorelkasy**

Gorelkada ulanylýan gazyň dürli görnüşleri bolup, olardan kebşirleme üçin propan gorelkalary we asetilen, orun tutujy gazlar, suwuk ýangyç üçin gorelkalar bardyr.

Gaz gorelkalary bilen kebşirleme ýönekeýligi we elektrik zynjyryna birikmek zerurlygynyň ýoklugy bilen tapawutlanýar.

Kebşirleme işleri iş öndürijilerinden aýratyn ukyp-başarnyklary, tehniki we senagat howpsuzlygynyň düzgünlerine berk eýerilmegini talap edýändigini sebäpli, dürli derejeli

ot işlerine ygtyýarnama almak we olaryň möhletini uzaltmak maksady bilen döwürleýin synaglar geçirilip durulýar.

### **Nokatlaýyn kebşirleme üçin gorelka**

Nokatlaýyn kebşirleme üçin gorelkanyň köpsanly artykmaçlyklary bardyr. Bu gorelkaly kebşirleme aparatynyň dürli iş düzgünleri bardyr.

Nokatlaýyn kebşirleme üçin gorelka kebşirleme birleşmelerini nokat görnüşinde ýerine ýetirmäge hyzmat edýär. Nokatlaýyn kebşirlemäni ýerine ýetirmek üçin detallar atanaklaýyn birikdirilýär. Nokatlaýyn kebşirleme üçin gorelkanyň aýratynlyklary:

- ulanylyşy ýönekeý;
- sepiň hili ýokary;
- sepdäki nokatlar diňe bir tarapynda bolýar.



Nokatlaýyn kebşirleme üçin gorelkalar uçar gurluşygynda, aw-toulag gurluşygynda, enjam gurluşygynda we beýleki pudaklarda ulanylýar.



**22-nji surat. Nokatlaýyn kebşirleme gorelkasy**

Gorelkalaryň görnüşleri dürli kebşirleme işlerini ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýär. Alýumini ýa-da plastmassany kebşirlemek üçin gorelkalar zerur bolýar. Gorelka saýlananda ähli zatlary göz önünde tutmalydyr: maksady, ulanylýan ýerleri, apparata birikdirme usuly we ş.m.

### III BAP

## KEBŞIRLEME DUGASYNYŇ ENERGIÝA ÇEŞMELERI

### 3.1. Umumy maglumatlar

Kebşirleme dugasynyň energiýa çeşmelerini dugada bolup geç-ýän proseslere düşünmezden we elektrik kebşirleme duga ýaly sarp edijili elektrik zynjyrynyň aýratynlyklaryny bilmezden aýratyn öwrenmek bolmaýar, şonuň üçin ilki duga soňra bolsa energiýa çeşmelerine seredilýär.

Duga elektrodларыň uçларыnyň arasyndaky güýjenme (duga bilen elektrik zynjyrynyň özi) duganyň uzynlygynyň we ondaky tok güýjüniň çylşyrymly we çyzykly däl funksiýasy bolup durýar, ol şeýle hem beýleki wajyp ýagdaýlara, meselem, toguň ululygyna, çalgynyň bolmagyna we onuň düzümine, flýusa, gazlaryň düzümine we basyşyna, metalyň düzümine bagly bolýar. Adaty niýetler üçin energiýa çeşmeleriniň, meselem, ýagtylyk üçin, elektrohereketlendirijileri we elektrik enjamlary işletmek üçin, toguň okuna parallel bolan göni çyzyga ýakynlaşýan daşky häsiýetnamasy bolýar, sebäbi bu tok sarp edijileri kadaly işlemek üçin, güýjüň üýtgemegine garamazdan, üpjün ediji ulgamyň güýjenmesiniň hemişeligini talap edýär.

Kebşirleme dugasy ýananda, ýagny üpjün ediji çeşmesiniň hemişeki güýjenmesinde ýagdaý başgaça bolýar: duga tä öçýänçä ýa-da zynjyryň simleri bozulýança, ýanyp başlan duga elmydama ýokarlanyp durar, ondaky tok güýji üznüksiz öser. Şonuň üçin duganyň energiýa çeşmesiniň häsiýeti çeşmäniň klemmalaryndaky güýjenme güýjüň ýokarlanmasy bilen peseler ýaly we duganyň güýjüniň peselmegi bilen ýokarlanar ýaly bolmalydyr.

Slawýanowyň oýlap tapyşyndan we amala aşyran işlerinden soň, onlarça ýyllap kebşirleme dugasynyň esasy energiýa çeşmesi elektrotehnikanyň ösüşine görä kämilleşdirilip durlan generator bolupdyr. Duga hadysasynyň we onuň häsiýetleriniň içgin öwrenilmesi hem-de öz içinde ionizirlenýän maddalary saklaýan elektrod örtüginiiň döredilmegi energiýa çeşmeleri hökmünde transformatorларыň ulanylmagyna ýol açdy.

Duga kebşirlemesi XIX asyryň ahyrynda döredi, şonuň üçin hem hiç hili kebşirleme transformatorlary barada pikirler bolmandyr. Dugany üpjün etmek üçin diňe hemişelik tok maşynlary bolupdyr we 1930-njy ýyla çenli kebşirleme üçin üýtgeýän tok hemişelik toguň ulanylmaýan ýerini tutujysy diýip hasap edilipdir, sebäbi üýtgeýän toguň gysga wagtlaýyn ululygy sekuntda 100 gezek gaýtalanyp noldan geçýär we duga durnukly bolmaýar. Hemişelik toguň dugasynda, kebşirlemede polýarlylygy üýtgedip, ýylylygyň ýaýramasyny üýtgedip bolýar, üýtgeýän tokda bolsa bu hadysa ýok.

Emma kebşirleme energiýa çeşmeleriniň we kebşirleme materiallarynyň kämilleşmegi, şeýle hem elektrotehnikanyň we elektronikanyň ösmegine esaslanýan, dugada bolup geçýän hadysalaryň çuňňur öwrenilmegi duganyň durnukly ýanmagyny we kebşirlemäniň kemçiliksiz hilini gazanmaga mümkinçilik berdi. Barlaglar arkaly köp ýagdaýlarda üýtgeýän toguň hemişelik taýdan amatlydygy subut edildi.

Käbir elektrod örtükleriniň düzümleri hemişelik togy ulanmaga mejbur edýär, sebäbi üýtgeýän tokda duga elmydama kesilýär we kadaly kebşirleme prosesi alnyp barylmaýar.

### **3.1.1. Kebşirleme dugasynyň energiýa çeşmelerine bolan talaplar**

Kebşirleme dugasynyň energiýa çeşmesi öz elektrik häsiýetnamasy bilen duganyň öz-özünü ýöretmegini üpjün etmelidir. Duganyň öz-özünü dolandyrmagy kebşirleme dugasynyň deňölçegli berliş tizlikde ereýän elektrod bilen kebşirlenende duganyň uzynlygynyň hemişelik üýtgemeginde (elektrod metalynyň damjalarynyň gaçýanlygy sebäpli) ony elektrodyň ereme tizligini üýtgetmegi bilen öňki ýagdaýyna getirmek häsiýetidir. Duganyň öz-özünü dolandyrmagynda elektrodyň ereme tizligi duganyň uzynlygynyň üýtgemegi bilen döredilýär. Duganyň uzynlygynyň ulalmagy bilen (duganyň üzülmegi bolmaz ýaly) elektrodyň ereme tizligi peselýär, duganyň uzynlygynyň kiçelmegi bilen, elektrod arkaly gysga utgaşma bolmaz ýaly, bu tizlik ýokarlanýar.

Elektrodyň hemişelik deňölçegli berliş tizliginde ýanmada duganyň uzynlygynyň tötänden üýtgemegi duganyň başlangyç

uzynlygynyň dikeldilmegine niýetlenen elektrodyň ereme tizliginiň üýtgemegine getirýär.

Duganyň öz-özüni dolandyrmagy prosesiniň tizligine birgiden faktorlar täsir edýär, ýöne duganyň energiýa çeşmesiniň elektrik häsiýetnamasynyň grafiki formasy gaty we degerli täsir edýär. El we awtomatiki kebşirlemede kebşirleme toguň uly bolmadyk dykzlyklarynda ( $15-25 \text{ A/mm}^2$ ) duga durnukly ýanmaly. Kebşirleme toguň uly dykzlyklary ( $30-200 \text{ A/mm}^2$ ) duganyň öz-özüni dolandyrmagynyň gowulanmagyna täsir edýär.

Eger energiýa çeşmesi dugadaky üýtgemeleriň täsirini duýmasa we onuň öz-özüni dolandyрма mümkinçiligini üpjün etmese, onda duganyň tötänleýin kemelmesi elektrod arkaly gysga utgaşma getirer, onuň uzalmagy bolsa öz-özüni dolandyrmak prosesinde kadaly uzynlyk öňki ýagdaýyna gelip, öz wagtyndan öň duganyň kesilmegine getirer.

Toguň ýokary dykzlyklarynda duganyň öz-özüni dolandyrmagy duganyň energiýa çeşmesiniň ýapgyt we berk bolan ýagdaýynda has depginli geçýär (käbir ýagdaýlarda bolsa ýokarlanýan häsiýetnamalarda, güýjenme kebşirleme togy bilen ulalanda).

Duganyň öz-özüni dolandyрма hadysasyny ilki bilen W. I. Dýatlow 1942-nji ýylda açypdyr.

### 3.2. Kebşirleme dugasynyň energiýa çeşmeleri

Kebşirleme dugasyny energiýa bilen üpjün etmek üçin ýörite energiýa beriji çeşmeleri ulanylýar, olaryň bellibir kebşirleme usuly üçin ulanylýan duganyň statiki häsiýetnamasyny hasaba almak bilen bellibir elektrik häsiýetnamasy bolýar.

Kebşirleme dugasynyň energiýa çeşmesiniň elektrik häsiýetnamasy ýa-da energiýa çeşmesiniň daşky häsiýetnamasy diýlip, energiýa çeşmesiniň klemmalarynyň we kebşirleme toguň güýjenmesiniň arasyndaky grafiki şekillendirilen baglanyşyga aýdylýar. Energiýa çeşmeleriniň indiki daşky häsiýetnamalary bolup bilýär:

Energiýa çeşmesiniň elektrik häsiýetnamasynyň grafiki formasy konstruktiw ýagdaýda, niýetlenişine baglylykda – kesgitlenen bir formada üpjün edilýär, emma käwagt bir energiýa çeşmesiniň iki sany dürli daşky häsiýetnamasy bolýar.

El bilen duga kebşirlemesi üçin çeşmäniň iň gowy häsiýetnamasy - dik gaýdýan, ol dugadaky güýjenmäni hemişe üýtgetmegi talap edýän kebşirlemede, duganyň uzynlygynyň hemişe üýtgemeginde kebşirleme togunyň sähelçe üýtgemegini üpjün edýär. Duganyň uzynlygy elektrodyň damjalary ojaga bölünip aýrylýanlygy sebäpli üýtgeýär, duganyň ulalýan uzynlygy bolsa duganyň ýokary garşylygyny emele getirýär, ony (duga öçmez ýaly) ýeňmek üçin güýjenmäni birden ýokarlandyrmak talap edilýär, duganyň durnukly ýanyşyny saklamak üçin tok çeşmesiniň häsiýetnamasynyň duýgurlygy hut şundan ybaratdyr. Duga kiçelende oňa pes güýjenme gerek bolýar, ýöne elektrodyň eremesi tizlenip, duganyň kadaly uzynlygyny öňki ýagdaýyna getirmeli. Bu tizlenmä toguň birden ýokarlanmagynyň hasabyna ýetilýär.

Energiýa çeşmeleriniň ýapgyt gaýdýan, gaty we artýan daşky elektrik häsiýetnamalary duganyň uzynlygy üýtgände kebşirleme togunyň ululygynyň ep-esli üýtgemegini üpjün edýär, bu bolsa elektrod siminiň ereme tizliginiň çalt ýokarlanmagyna ýa-da peselmegine getirýär.

Toguň uly dykzlyklarynda güýjenmäniň uly üýtgemegi bolman, duganyň çalt öz-özüni dolandyrmagy bolup geçýär.

Dugadaky tok näçe üýtgedigiçe, şonça-da duganyň ozalky uzynlygy çalt dikelýär we onuň ýanmagynyň durnuklylygy ýokary bolýar, ýöne bu ýagdaý toguň orta, ýokarlanan we ýokary  $30-50 A/mm^2$  we  $60-200 A/mm^2$  dykzlyklarynda bolýar. Toguň uly dykzlyklary duganyň tok çeşmesiniň gaty häsiýetnamasy bilen utgaşmagynda hemişelik akymda gaz goraýşy bilen we şonsuz hem sim bilen kebşirleme prosesiniň durnuklylygyny üpjün edýär.

Duganyň energiýa çeşmesiniň talap edilýän elektrik häsiýetnamasy (egriiniň grafiki formasy) çeşme taýýarlananda gurluş bilen üpjün edilýär we kebşirleme prosesinde onuň sudury üýtgemeyär. Duganyň uzynlygynyň üýtgemegi üçin bolup geçýän kebşirleme düzgüniniň üýtgemegi diňe duganyň statiki häsiýetnamasynyň üýtgemegi bilen şertlenýär.

Energiýa çeşmesiniň dinamiki häsiýetleri wajyp bolup, bu gysga utgaşma wagtynda güýjenmäniň noldan duganyň gaýtadan ýanmagynyň güýjenmesine çenli dikelmeginiň tizliginden durýar. Di-

namiki häsiýetler energiýa bilen üpjün ediji çeşmäniň induktiwligine bagly bolup durýar. Induktivlik näçe ýokary bolsa, şonça-da elektrod metalynyň arkaýyn geçişini we az sepelemäni üpjün edýän dinamik häsiýetler ýokary bolýar. Bu duganyň daşky häsiýetnamasynyň häsiýetleriniň we elektrik ulgamynyň dinamikliginiň hasabyna bolup geçýär.

#### **Elektrik togunyň çeşmelerinden edilýän esasy talaplar:**

1. Boş aýlawyň (zynjyr kesilen) naprýaženiýesi duganyň ýanyşynyň naprýaženiýesinden 2-3 esse ýokary bolmaly, emma 90W-dan artyk bolmaly däl.

2. Elektrodyň çendenaşa gyzmazlygy üçin kebşirleme zynjyrynyň gysga utgaşygyndaky tok kebşirleme togunyň bir ýarym esesinden artyk bolmaly däl. Toguň çeşmesi uzak wagty utgaşyga çydamly bolmaly.

3. Dugadaky naprýaženiýe üýtgände kebşirlemäniň düzgüniniň düýpli özgermezligi üçin, kebşirleme togy güýçli üýtgemeli däl.

4. Çeşme oňat dinamik häsiýete eýe bolmalydyr, ýagny gysga utgaşykdan soň 0,05 sekuntda noldan 25 W-a çenli naprýaženiýäni dikeldip bilmeli.

5. Çeşmede iş derejesiniň çäklerindäki kebşirleme togunyň gyradeň sazlanylmagy üçin niýetlenen desgasy bolmaly. Gaty häsiýetli tok çeşmelerinde (gorag gazlary bilen kebşirlemede) düzgün naprýaženiýäniň üýtgedilmegi bilen sazlanýlar, sebäbi boş aýlawyň naprýaženiýesi dugadaky naprýaženiýä deň bolmaly.

6. Çeşmäniň daşky elektrik häsiýeti bolmaly.

Tok çeşmeleri kebşirlemede duganyň haýsy statiki häsiýetiniň ulanyljakdygyna görä saýlanylýp alynýar.

### **3.3. Kebşirleme göneldijisi**

**Kebşirleme göneldijisi** – bu güýç transformatoryndan üýtgeýän kebşirleme toguny hemişelik toga öwürýän göneldiji blokdan ybarat bolan kebşirleme enjamydyr. Muňa «Lincoln electric» kompaniýasynyň önümi bolan Lincoln electric LINC 405-SA göneldijisini görkezmek bolar.



23-nji surat. Lincoln electric LINC 405-SA göneldijisi

Kebşirleme göneldijisi dürli görnüşli metallardan we erginleriň (alýumin we onuň erginlerinden) islendik polýarlykda hemişelik tokda we dürli görnüşli bir sanly elektrodarda, şeýle hem gorag gazlarynyň gurşawynda duga kebşirmesi üçin niýetlenendir. Göneldijiler bilen poslamaýan polatlar hem kebşirlenilýär.

**Hemişelik tokdaky kebşirleme** duganyň ýanyşynyň durnuklylygy, uçgunlaryň syçraýandygy netijesinde has ýokary hilli sepiň emele gelyändigini bilen tapawutlanýar. Hemişelik tokda metallary duga bilen kesilende elektrod has az sarp edilýär.

Kebşirleme göneldijileri ulanylýan göneldiji bloguň görnüşini boýunça toparlara bölünýär:

- tiristorly;
- tranzistorly;
- inwertorly.

Iň köp ýaýrany tiristorly göneldijilerdir.

Göneldijileri daşky alamatlary boýunça hem toparlara bölmek bolar. El duga kebşirmesi üçin peselýän *wolt-amperli* häsiýeti bolan göneldijiler ulanylýar. Gorag gazynda we flýus astyndaky mehanizmleşdirilen kebşirlemede duganyň öz-özünü sazlama ýörelgesi boýunça işleýän enjamlary bolan bir iş orunly göneldijiler ulanylýar. Ýokary we peselýän häsiýetli uniwersal (köptaraply) göneldijiler hem giňden ulanylýar.

Göneldijiniň düzüminde ýelpewaç (wentilýator), işe giriziji we gözegçilik enjamy bardyr. Göneldijiler bir iş orunly we köp iş orunly diýen toparlara bölünýär.

Köp iş orunly kebşirleme göneldijileri (2-9 iş orunly) iri önümçilikde ulanylyp, birnäçe kebşirleýjiniň iş ornuny birlikde kebşirleme togy bilen merkezleşdirilip üpjün etmek üçin niýetlenendir.

Köp iş ornuny kebşirleme göneldijileri ulanylanda bir kebşirleme iş ornuny hasaplanda, maýa goýum we ulanyş harajatlaryny ähmiýetli derejede azaldýar. Köp iş orunly kebşirleme göneldijileri iki görnüşde ýasalýar, ýagny iş ornunyň kebşirleme toguny awtonom (reostatsyz) dolandyrýan we merkezi çeşmeden aýrylan, kebşirleme toguny göni iş ornunda ballast reostatynyň kömegi arkaly dolandyrýan göneldijiler bar.

380W tok çeşmesindäki napryaženiýesinde taýýarlanan göneldijiler özüniň nominal togunda üznüksiz ýüki (100%-e çenli) üpjün edip bilýär. Parallel hem işläp bilýär, bu bolsa kebşirleme postlaryna birikdirilen paýlaýjy arkaly köp iş orunly ulgamlary döretmäge mümkinçilik berýär. Kebşirleme togunyň ululygyny iş ýerinde ballast reostaty bilen sazlamaly.

### 3.4. Kebşirleme inwertory

**Kebşirleme inwertory** – bu döwrebap elektrik enjam bolup, ol kebşirleme we fiziki parametrleriniň köplügi tarapyndan öňe çykyar. Inwertor görnüşli kebşirleme enjamlary ýokary derejeli kebşirleme häsiýetlerine eýedir we islendik kebşirleme birleşmesi, kesimi üçin ulanylýar. Toguň inwertorly çeşmeleri gündelik şertlerde we önümçilik-senagatda giňden ornaşdyryldy.

Muňa «Lincoln electric» kompaniýasynyň önümi bolan argon-duga kebşirlemesi üçin Lincoln electric invertor 270SX inwertoryny mysal getirip bolar.

Häzirki döwürde kärhanalaryň aglabasy adaty transformatorly kebşirleme tehnikasyndan peýdalanýar. Sebäbi enjamyň uly göwrümi we energotygşylylygy stasionar kebşirleme işlerini geçirmäge päsgelçilik döretmeyär. Emma mobillilik boýunça hem özbaşyna aýratynlyk bolup durýar. Eger mobil brigadalar ýa-da beýiklikdäki işler üçin kebşirleme tehnikasy zerur bolsa, onda kebşirleme inwertorlary in amatlysy diýlip hasaplanylýar.





**24-nji surat. Lincoln electric invertec 270SX inwertory**

Kebşirleme inwertorlarynyň transformator tehnikasyndan artykmaçlyklary:

- inwertor enjamlarynyň göwrümi we agramy transformatorlaryňkydan has az, kebşirleýjilik häsiýetleri bolsa ondan pes dälidir;
- islendik kebşirleme görnüşleri (inçe listler, galyň metal, başaşa we wertikal sepler);
- kebşirleme inwertorlary adaty transformatordan elektrik energiýany iki esse az talap edýär;
- kebşirleme inwertor enjamlarynda 90%  $PWK$  bardyr we  $\cos\phi$  ululygy 1-e ýakynlaýar. Bu bolsa inwertorlaryň elektrik energiýany täsirli sarp edýändigini we onuň agramly bölegini kebşirleme dugasy-na harçlaýandygyny görkezýär.

Özüniň aýratynlyklary we bahany arzanlatmak ukyby arkaly kebşirleme inwertorlary şu kebşirleme görnüşlerinde giňden ulanylyp başlandy:

### **El bilen duga kebşirlemesi**

El bilen duga kebşirlemesi örtükli elektrodlar bilen ýerine ýetirilýär. Gündelik durmuşda we önümçilikde enjamyň arzanlygy we materiallarynyň elýeterliligi üçin giňden ulanylýar. Bu enjamlary adaty hojalyk tok çeşmelerine birikdirmek bolar.

### **Argon-duga kebşirlemesi**

Argon-duga kebşirlemesi hemişelik we üýtgeýän tokda ulanylýar. Bu inwertorly kebşirleme enjamy inert gazly kebşirlemeleriň ähli görnüşleri üçin goşmaça sazlamalarynyň bardygy üçin giňden ýaýbaňlandy. Argon-duga kebşirlemesi üçin kebşirleme inwertorlary has gymmat hem bolsa, kebşirleme birleşmeleriniň hili ygtybarlylygy we daşky görnüşinden ýokarydyr.

### **Ýarym awtomat kebşirleme**

Gorag, işjeň, inert gazlarynyň we bu gazlaryň garyndysynyň gurşawynda geçirilýän ýarym awtomat kebşirlemedir. Inwertor kebşirleme ýarym awtomatlarynda dugasynyň naprýaženiýesini we kebşirleme simini bermekdäki tizligini sazlamak ýeňildir. Inwertor kebşirleme ýarym awtomatlar ulanylanda sepiň hili ýokary bolup, metal az syçraýar.

### **Plazma kesimi**

Plazma-duga kesimi – bu önümçilikde ulanmak üçin deňsiz-taýsyz enjamdyr. Plazma kesijiniň kömegi arkaly dürli galyňlykdaky metallary ýokary hilli we çalt kesmek bolýar. Inwertor plazma kesiminiň agramy kiçi bolup, az energiýa harçlaýar, şeýle hem nobatçy we esasy dugasynyň parametrleri durnukly bolýar.

### **Kebşirleme inwertorlaryny alanyňyzda**

- 1) elektrik energiýany tygşytlaýarsyňyz;
- 2) kebşirleme işiniň ýerine kebşirleme enjamlaryny getirmegi ýeňilleşdirýärsiňiz;
- 3) uzyn kebşirleme kabellerini almak üçin sarp ediljek puly tygşytlaýarsyňyz, sebäbi kebşirleme inwertoryny kebşirleme ýerine äkitmek has ýeňil düşýär;
- 4) kebşirleme toguny endigan sazlap bilersiňiz, bu bolsa metal we elektrod kesimi üçin zerur togy saýlamaga kömek edýär.

## **3.5. Kebşirleme transformatory**

Kebşirleme transformatory zynjyrdaky naprýaženiýäni (220 ýa-da 380V) pes naprýaženiýä, pes togy 1000 A-e çenli öwürüp bilýär. Muňa kebşirleme transformatory ТДМ-504-i mysal görkezip bolar.



**25-nji surat. TDM-504 kebşirleme transformatory**

Kebşirleme togy ýa-da induktiw garşylygyň bolmasa-da; transformatoryň boş aýlawyndaky ikilenç naprýaženiýäniň ululygynyň üýtgemegi bilen sazlanýlar. Bu toguň basgançakly sazlamasynyň üpjün edýär.

**Kebşirleme transformatorlary aşakdaky toparlara bölünýär:**

- hyzmat edilýän iş orunlarynyň sany boýunça;
- zynjyrdaky naprýaženiýäniň fazasy boýunça: birfazaly, üçfazaly;
- gurluşy boýunça.

**Kebşirleme transformatorlarynyň aýratynlyklary:**

- kuwwatlylyk koeffisiýenti;
- zynjyrdaky naprýaženiýe;
- ikilenç naprýaženiýe;
- kuwwatlylyk;
- togy sazlamagyň çäkleri.

Duganyň ygtybarly ýanmagy üçin kebşirleme transformatorlaryndaky ikilenç naprýaženiýe 60-65 *W*-dan az bolmaly däl, el duga kebşirlemesinde duganyň naprýaženiýesi 20-30 *W*-dan artyk bolmaly däl.

Üýtgeýän tokda kebşirleme üçin birfazaly transformatorlar ulanylýar. Olar 220 *W* naprýaženiýäni 70 *W*-a çenli peseldýär. Senagatda, köplenç, üçfazaly transformatorlar ulanylýar, ondaky naprýaženiýe 380 *W*-dan 70 *W*-a çenli peseldilýär. Ikifazaly kebşirlemeler hem

bolýar, olar 380  $W$ -dan 70  $W$ -a çenli naprýaženiýäni peseldýär. Ýagny, olar özarasynda diňe naprýaženiýäni we togy öwürmegiň koeffisientiniň ululygy taýdan tapawutlanýar.

Transformatorlaryň ikilenç zynjyryndaky wolt-amper häsiýeti kebşirleme prosesiniň durnuklylygyny üpjün etmelidir.

### 3.6. Hemişelik toguň energiýa çeşmesi

Senagatda hemişelik toguň şu çeşmeleri ulanylýar: göneldijiler, öwrüjiler we agregatlar, häzirki wagtda, esasan, göneldijiler we agregatlar öndürilýär.

Kebşirleme öwrüjiler kebşirleme generatoryndan, geçirijiden hem-de elektrohereketlendirijiden durýar. Generatordaky ýakor aýlananda kebşirleme togy işlenilip çykarylýar. Elektrohereketlendiriji elektrik energiýasyny mehaniki energiýa öwürýär we ony generatoryň ýakoryny aýlamak üçin ulanýar. Bu mehaniki energiýa gerekli ölçegdäki kebşirleme toguny işläp çykaryp, elektrik energiýasyna öwürülýär.

Eger geçiriji hereketlendirijiniň ýakoryny aýlaýjy hökmünde içinden ýandyrylan hereketlendiriji (IÝH) ulanylýan bolsa, oňa agregat diýilýär. Öwrüjiniň we agregatlaryň generatorlarynyň gurluşy birmeňzeşdir. Ýakory tekerli traktoryň kuwwatyndan alyp, waldan aýlanýan kebşirleme generatorlary hem ulanylýar. Kebşirleme generatory konstruksiýa bilen üpjün edilýän daşky elektrik häsiýetiniň hasabyna duganyň durnukly ýanmagyny gazanýan hemişelik toguň ýörite generatorydyr. Ol kebşirleme toguna baglylykda generatordaky magnit akymynyň üýtgemegi bilen gazanylýar. El we awtomatik (flýus astyndaky) kebşirleme üçin niýetlenen peselýän daşky häsiýetli kebşirleme generatorlary giňden ýaýrandyr. Generatorda kebşirleme toguny sazlaýan desga bardyr.

Häzirki döwürde, esasan, iki görnüşli kebşirleme generatorlary ulanylýar:

- özbaşdak işledilýän we kebşirleme sepinde yzygiderli magnitsizleşdirýän sargyly;
  - öz-özünden işleýän we magnitsizleşdirýän yzygiderli sargyly.
- Bu ulgam IÝH-den geçirýän agregatlarda ulanylýar.

Kebşirleme generatory magnit polýuslary ýerleşýän statordan sargy saralan ýakordan (aýlanýan bölek) durýar. Sargylaryň uçlary ýakor bilen walda aýlanýan kollektoryň plastinalaryna birikdirilendir. Kollektor bu walda aýlanýan desga bolup, onda togy aýyrmak üçin kömür-grafit çotgalar bardyr. Kollektor her bir sargy we togy aýryjy üçin kebşirleme toguny göneldiji hyzmatyny ýerine ýetirýär.

## IV BAP

### GORAG GAZLARYNDA KEBŞIRLEME

#### 4.1. Gorag gazyndaky kebşirlemäniň esaslary

Erän metal ojağynyň gaz goragy usulynda duganyň zolagyna gorag gaz akymy üznüksiz goýberilýär, ol bolsa howany gysyp, kebşirlemäni ýaramaz täsirden goraýar.

Gorag gazy hökmünde argon, kömürturşy gazy, bu gazlaryň garyndylary, şeýle hem azot ulanylýar. Argon duga kebşirlemesi we CO<sub>2</sub> kebşirlemesi giňden ulanylýar. Argon duga kebşirlemesi ýokary legirlenen polatdan, alýumin, magniý, mis, titan erginlerinden ýokary hilli kebşirleme birleşmelerini almaga ýol açýar.

Eremeýän (wolfram) elektrod bilen azot-duga kebşirlemäni mis we onuň erginlerini kebşirlemek üçin ulanýarlar, sebäbi azot ýokary temperaturada mis bilen täsirleşmeýär we howadaky kisloroddan we suw bugundan gowy goraýar.

Kömürturşy gazy bilen edilýän kebşirleme uglerodly we legirlenen polatlarda ulanylýar. Bu kebşirlemäniň artykmaçlygy: netijelilik, kebşirlenilýän galyňlyklaryň ýokary diapazony, bahasynyň arzanlygy, şeýle hem manýowrlylygydyr.

Häzirki wagtda bu kebşirleme görnüşi senagatyň ähli pudaklarynda giňden ulanylýar. Emma CO<sub>2</sub> kebşirlemesi açyk howada ulanylmaýar, sebäbi ojağyň gaz goragy bozulýar.

CO<sub>2</sub> kebşirlemesi ýarym awtomat we awtomat usuly, ereýän elektrod bilen ýerine ýetirilýär.

Jogapkärçiligi uly konstruksiýalary kebşirlemek üçin 85% argon we 15% CO<sub>2</sub> ýa-da argon we kömürturşy gazlaryň garyndysy ulanylýar. Bu kebşirlemäniň hili ýokarydyr. Duga berk häsiýetli hemişelik toguň çeşmelerinden iýmitlenýär.

Kebşirleme ters polýarlylykda amala aşyrylýar, sebäbi göni polýarlylykda sepiň metaly has köp gözenekli bolýar.

Üýtgeýän tok duganyň ýanma prosesiniň durnuksyzlygy, sepiň emele gelmeginiň kynlygy we hiliniň pesligi sebäpli ulanylmaýar. CO<sub>2</sub> kebşirlemesinde duganyň naprýaženiýesi 30 W-dan ýokary bolmaly däldir. Sebäbi naprýaženiýe we duganyň uzynlygy artanda töwerege syçraýar we okislenme bolup geçýär.

Duganyň adaty naprýaženiýesi 22-28 *W*, kebşirlemeginiň tizligi 20-80 *m/sag*, gazyň sarp edilişi 7-20 *l/min*.

Kebşirleme üçin düzüminde CO<sub>2</sub>-niň goşmaça okislenmeginiň we gözeneginiň emele gelmeginiň önüni alýan elementler marganes bilen kremniý bolan CB-08Γ2C kebşirleme simi ulanylýar. Ýarymawtomat kebşirleme siminiň diametrleri: 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0 *mm* bolýar. Awtomat kebşirlemesi üçin 3 *mm* diametrli sim ulanylýar. CO<sub>2</sub> kebşirlemesinde elektrodlardan has çuňňur eredilýär, şonuň üçin hem el bilen duga kebşirlemesine geçilende katetler 10% kiçelýär. Bu toguň 1 *mm*<sup>2</sup> elektrod simindäki ýokary dykzylygy bilen düşündirilýär.

CO<sub>2</sub> kebşirlemesiniň esasy elementleri aşakdakylardan ybaratdyr:

- kebşirleme siminiň diametri;
- toguň ululygy;
- simiň berliş tizligi;
- dugadaky naprýaženiýe;
- gorag gazynyň sarp edilişi.

6-njy tablisa

### CO<sub>2</sub> kebşirlemesine häsiýetli elementler

Simiň diametri, <i>mm</i>	Kebşirleme togy, <i>A</i>	Simiň berliş tizligi, <i>m/sag</i>	Dugadaky naprýaženiýe, <i>W</i>	Gazyň sarp edilişi, <i>l/min</i>
0.8	50-110	Düzgüninde saýlanylyp kesgitlenilýär	18-20	5-7
1,0	70-150		19-21	7-9
1,2	90-230		12-15	12-15
1,6	150-300		12-17	12-17

## 4.2. Ýarym awtomat kebşirlemesi

Şlang saklaýjyly kebşirleme simini beriş mehanizmine ýarym awtomat diýilmeginiň sebäbi ol kebşirlemedäki esasy iki amalyň birini–kebşirleme zolagyna elektrod siminiň berlişini mehanizmlleşdirýär, sep emele getirmek üçin dugany kebşirleýjiniň özi elde süýşürýär. Mehanizmlleşdirilen kebşirlemede katuşkadan simiň berlişi MPO-42-2 (-3); MPK-2A; MPZ-4A kysymly mehanizmler arkaly amala aşyrylýar.

Sim berlen tizlik bilen maýyşgak şlang saklaýjynyň spiral kanaly boýunça gyradeň berilýär. Şlang saklaýjy ýarym awtomatyň möhüm bölekleriniň biridir. Onuň içinde uglerodly sim dolanylan spiral ýerleşýär we onuň içinden kebşirleme simi geçýär. Bu spiralyň daşynda mata-rezin örtügi bolup, belli çäklerde maýyşgaklygyny saklaýar. Aýratynlykda, emma spiral bilen bilelikde kebşirleme togy üçin tok geçiriji sim bardyr. Käte spiral bilen tok geçiriji bir örtükde ýerleşdirilýär.

Kebşirleme ýarym awtomaty dolandyrmak üçin simler düwmeden (gorelka saklaýjydaky) kebşirleme togunyň simi bilen bile gaýdýar. Ýarym awtomatlar hereket edýän we göterilýän, ýagny teležkada, çemedanda ýa-da eginden asylýan bolup biler.

Sim ugrukdyrylýan polat spirala iteklenilende garşylyk döreýär. Spiralyň garşylygyny peseltmek üçin onuň içini molibdeniň disulfidi bilen ýaglamak maslahat berilýär. Pes tekizlikli, ýumşak, meselem, alýumin kebşirleme simini spirala itip goýberip bolmaýar, sebäbi ol egrelýär, şol sebäpli beriji mehanizmiň iki görnüşi bar: itiji we sozuýjy.

Sim berijiniň tizligini aşakdaky formula arkaly tapyp bolýar:

$$V_{\text{sim.ber.}} = \frac{4 * \alpha_{\text{ert}} * I_{\text{kş}}}{\pi * d_3^2 * j}.$$

Bu ýerde  $V_{\text{sim.ber.}}$  – sim berijiniň tizligi;  $\alpha_{\text{ert}}$  – elektrod simini eretme koeffisiýenti;  $I_{\text{kş}}$  – kebşirleme tok güýji;  $d_{\text{el.sim}}$  – elektrod siminiň diametri;  $j$  – elektrod siminiň metalynyň dykzlygy (metal üçin  $j = 7,8 \text{ g/sm}^3$ ).

Ýarym awtomatlaryň bu görnüşinde şlangyň uzynlygy 1 m-den geçmeýär. Şlang has uzyn bolanda geçirijiniň kuwwatlylygyny artdyrmaly bolýar, bu bolsa gorelkany agyrlaşdyrýar.

Şlang saklaýjyly gorelkalaryň Ýewropadaky şertli belgilenişi: MIG/MAG ýa-da TIG. Bular inert ýa-da işjeň gazlarda metal elektrod bilen kebşirleme ýa-da kyn ereýän elektrodly kebşirlemedir.

Häzirki günde kebşirleme ýarym awtomatlarynyň dürli tehniki serişdeli, simiň dürli diametr we markaly, berk ýa-da uniwersal häsiýetli kebşirleme göneldijileri bilen bilelikdäki görnüşi öndürilýär.

Argon-kömürturşy gaz garyndylarynda kebşirlemek üçin ABS-nyň Lincoln electric kompaniýasynyň önümi bolan uniwersal gaz garyşdyryjysy ulanylýar. Ol gazlaryň dürli gatnaşygyny üpjün edýär.



Argon+18% CO<sub>2</sub> gaz garyndylary kebşirlemek üçin amatlysy bolsa-da, argon+12-16% CO<sub>2</sub> gaz garyndylary köp ulanylýar. Argona 26%-den köp kömürturşy gazy garylada kebşirleme prosesi ýokarda agzalan artykmaçlyklaryny ýitirip, kömürturşy gazyndaky kebşirlemä meňzeýär. Kadaly garyndyda sep has gowy emele getirilýär, CO<sub>2</sub>-niň bolmagy eredilmäniň çuňlugyny artdyrýar, metalyň syçramagy azalýar, uçgunlar örän ownujak bolýar, duganyň ýanyş prosesi ýumşak geçýär. Garyndylary jogapkärçilikli konstruksiýalaryň (ýük göterişi desgalar) 30XГСА, 12ГН2МФАЮ, 14XГН2МДАФБ, 10XCHД, 15XCHД, 30XГТ, 18XГТ legirlenen poladynyň kebşirlemesi üçin ulanylýar. Munda CB-07XH3МД, CB-08XH2ГМТА markaly kebşirleme simleri ulanylýar.

Kebşirleme siminiň diametrini ulaltmak gerek däl. Hil boýunça ýokary hili inçe sim bilen edilen köpgatly kebşirlemeden almak bolar.

Buhtalardaky simleri arassalamak meseleleri kyn däl. we islendik önümçilikde çözülip bilinýär, haçanda adaty simler ýörite kas-setalara saralyp goýlan bolsa, ol poslamadan goralýar, arassa bolýar we sargyny arassalamak zerur däl.

Alymlaryň komissiyasynyň düzen beýanynda 1,2 mm diametrli kebşirleme simlerini Э50А электродlarynyň ýerine islendik konstruksiýalarda ulanmaga, 2 mm diametrli simleri bolsa 24 mm-e çenli galyňlykdaky listli jogapkärçilikli konstruksiýalarda ulanylmaga ygtyýar berilýär. 1 kg sim üçin sarp edilýän kömürturşy gazynyň mukdary Russiýada 1,6 kg, Germaniýada we Şwesiýada 0,9 kg. Bu enjamyň ulanylyşyny, önümçiligiň mukdaryny we işindäki takyklygyny görkezýär.

Ýene-de bir tehnologik aýratynlygy: gyzdyrylan detallarda kömürturşy gazy bilen kebşirlenilende hil pes bolýar, sebäbi konwektiw ýylylyk akymy gorag gurşawyny bozýar, dugadaky howa sorulýar, netijede bolsa gözenekler peýda bolup, metalyň mehaniki häsiýeti ýaramazlaşýar. Kebşirleme dugasynyň tok çeşmesi hökmünde, esasan, БДУ kysymly, uniwersal häsiýetli göneldijiler, şeýle hem berk häsiýetli beýleki kebşirleme tok çeşmeleri ulanylýar.

20XГСА, 18XMA, 12XM, 15XMA, 20XM kysymly berk we ýylylyga çydamly polatlar kömürturşy gazynda, şeýle hem argon we kömürturşy gazlarynyň garyndysy bilen kebşirlenilýär.

Ýokary legirlenen, austenitik hromnikelli poslamaýan polatlar (gyzgyňa we kislota çydamly) kömürturşy gazynda we garyndylarynda oňat kebsirilenilýär, emma kebsirleme simi saýlanylanda himiki düzümi boýunça ýakyn bolanyny saýlamaly. Meselem, 1808 kysymly 12X18H9T polatlar CB-06X19H9T ýa-da CB07X18H9TIO simler bilen kebsirilenilýär.

### 4.3. Toz simli kebsirleme görnüşi

Progressiw usullaryň biri – bu toz sim bilen edilýän kebsirlemedir. Ol turba şekilli sterženinde elektrod örtügindäki ýaly zerur bolan ähli dolduryjy komponentlerini özünde saklaýan gorag simi bilen amala aşyrylýar.

Kömürturşy gazynyň gurşawynda toz simli kebsirlemäniň ereýşiniň çuňlugy we az syçraýandygy, duganyň ýumşak ýanyandygy bilen tapawutlanýar. Sepiň metaly CB-08Г2C simi bilen eredilen metalyňka görä has maýyşgakdyr we ýelmeşegendir. Konstruksiýalar suduryny az üýtgedýär. Bu usul bilen giň nomenklaturaly polatlary kebsirlemek bolar.

Maýyşgak şlanga toz simi bermek üçin iki jübüt rolikli mehanizm ulanylýar. Goragly sim, adatyça, 3,2 mm ýa-da ondan kiçi diametrde öndürilýär, kömürturşy gazyndaky kebsirleme üçin goşmaça goragly toz sim 2,2 mm we ondan hem kiçi diametrde öndürilýär. Simiň çylşyrymly kesişmesi rolik bilen gysylanda ony berkleşdirýär we örtük bilen bilelikde içiniň hem eremegini üpjün edýär. Häzirki günde toz simleriň birnäçe markasy bolup, olar dürli maksatlar üçin öndürilýär, emma PP-AN8, PP-AN10 markalaryny aýratyn belläp geçmek bolar, olar kömürturşy gaz goragynda ulanylyp, 20 ýyldan gowrak wagt bäri ýokary berkligi bolan polatlary kebsirlemek üçin ulanylýar.

2,2 mm diametrli PP-AN8 sim bilen kebsirlemegiň esasy düzgünleri şulardyr:

- kebsirleme togy 160–450 A;
- duganyň naprýaženiýesi 22–35 W;
- elektrod siminiň berliş tizligi 142–500 m/sag;
- kömürturşy gazynyň sarp edilen mukdary 6–16 l/min.

Önümçilik tejribesiniň görkezişi ýaly, kömürturşy gazyndaky kebşirlemäni kebşirleýjiler çalt öwrenýärler. Sebäbi ol sepler aşakda, amatly ýerleşendir. Bu şertlerde elektrodly kebşirleme kyn düşýär.

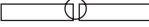

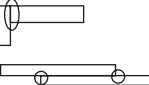
Ondaky enjamlar hem göni simli kömürturşy gazyndaky kebşirlemedäki ýalydyr.

#### 4.4. Poladyň argon-duga kebşirlemesi

Haçanda kiçi galyňlykda ýokary hilli birleşme almaly bolanda we beýleki usullar peýdasyz we amatsyz bolanda, ýokary legirlenen polat argonda kebşirlenilýär.

7-nji tablisa

**Argonda poslamaýan polatlaryň kebşirleme düzgüni**

Birleş- mäniň görnüşi	Metalyň galyňlygy, <i>mm</i>	Oturtma siminiň diametri, <i>mm</i>	Kebşirleme togy, <i>A</i>	Kebşirle- megiň tizligi <i>m/sag</i>	Argonyň sarp edilişi,
	1,0	simsiz	50-120	20-80	3-5
	1,0	1,6	50-140	20-80	3-5
	1,2	simsiz	55-140	25-30	3-4
	2,0	simsiz	100-160	23-28	5-6
	1,0	simsiz	60-70	28-32	3-4
	1,0	simsiz	80-150	20-40	3-5

Argon erän metal bilen himiki täsirleşmä girmeyär we ojagy at-  
mosfera howasyndan goraýar.

Kebşirlenilýän polatlaryň galyňlygy 1-3 *mm*. Kebşirlenilýän  
wagty metalyň okislenmezligi üçin kese hereket edilmeýär. 1 *mm*-e  
çenli galyňlykdaky polat göni polýarlykda kebşirlenilýär, 3 *mm*-e  
çenli bolsa ters polýarlykda ((+) elektrodda) kebşirlenilýär. Argon  
kebşirlemesinde 3 *mm*-den ýogyn polat düzgün boýunça ykdysady  
taýdan amatsyzlygy sebäpli kebşirlenilmeýär.

Kebşirlemede eremeýän wolfram elektrod ulanylýar. Zerur bo-  
landa sepiň arka tarapynda argony üflemek arkaly goralýar.

#### **4.4.1. Alýuminiň we onuň erginleriniň argon-duga kebşirlemesi**

Inçe alýimin we onuň erginlerinden bolan önüm eremeýän wolfram elektrod bilen kebşirlenilýär. Sepiň hili argonyň arassalygyna baglydyr. Kebşirleme üýtgeýän tokda amala aşyrylýar.

Ereýän elektrodda (ýarym awtomatda) ters polýarlykly hemişelik tok ulanylýar.

2-4 mm galyňlykdaky alýumin ergini eremeýän wolfram elektrody bilen kebşirlenilende şol bir galyňlykdaky we himiki düzümi boýunça ýakyn bolan sim ulanylýar, kebşirleme togy 170-240A bolýar. Argon minutda 15-18 litr sarp edilýär, sim beriş tizligi bolsa 54-24 m/sag, kebşirlemegiň tizligi 18-10 m/sag.

#### **4.5. Flýus astynda kebşirleme barada umumy maglumatlar**

Flýus astyndaky kebşirleme döwrebap kebşirleme tehnologiýasynda gazanylan iň uly üstünlikleriň biridir. Ilkinji gezek bu usuly XIX asyryň ahyrynda N.G. Slawýanow teklipe edýär we amala aşyrýar. Ol flýus hökmünde owradylan aýna çüýsesini ulanypdyr.

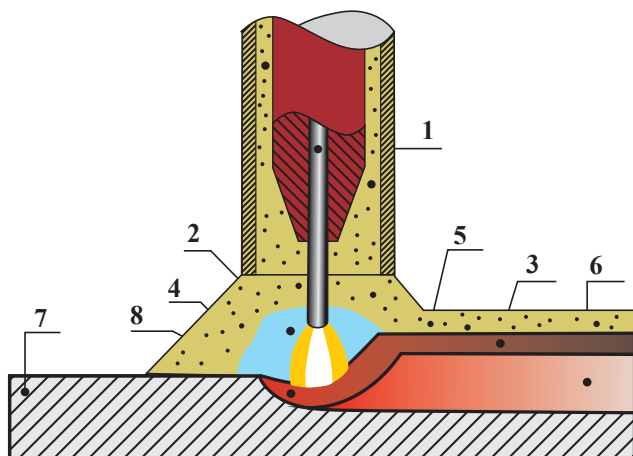
Flýus astynda awtomatik kebşirlemäni 1929-njy ýylda D.A. Dulçewskiý teklipe edýär. Flýus astynda awtomatik kebşirleme usulyny senagatda ulanmak akademik Ý.O. Paton bilen baglanyşyklydyr. Ol bu kebşirleme usulynyň tehnologiýasynyň, enjamlaşdyrylyşynyň we materiallarynyň işläp taýýarlanylýşyna uly goşant goşýar.

Flýus astynda kebşirleme – duga kebşirlemesinde ereýän elektrod ulanylyp, duganyň zolagyna däneli flýusy girizmek bilen dugany doly ýapýan gatlak emele getirilýär we ol eräp, onuň töwereginde herket edýän gorag örtügini döredýär.

Şeýlelikde, kebşirleme ojagy daşky gurşawyň, ýagny kislород we azotyň täsirinden doly goralyp, ýokary hilli kemçiliksiz sepi almaklyga uly ýardam edýär.

Awtomat kebşirleme ýörite enjamlaryň üsti bilen ýerine ýetirilýär, olar kebşirleme ojagyna kebşirleme simini berýär we ony kebşirleme birleşmesiniň uzaboýuna süýşürýär. Bu enjamlaryň flýusy ýygnaýan we berýän flýusoenjam diýilýän desgasy bardyr. Flýus iberiji bun-

ker sepiň uzaboýuna süýşýän mehanizminde ýerleşýär we elektrod siminden öňde durýar. Bu mehanizmlere kebşirleme awtomatlary, kebşirleme traktorlary ýa-da kebşirleme kelleleri diýilýär.



**26-njy surat. Flýus astyndaky elektroduga kebşirlemäniň shemasy:**

1 – elektrod simi; 2 – flýus gözenegi; 3 – şlak gatlagy; 4 – suwuk metal; 5 – flýus;  
6 – kebşirleme sepi; 7 – esasy metal; 8 – elektrod metaly

Kebşirleme prosesinde erän we gatan flýus sepde galyň şlak gatlagyny emele getirýär. Flýus 50-60 mm galyňlykdaky gatlak bilen örtülýär, duga flýusa gömülýär we erän flýusda, gaz we duganyň bugunyň emele getiren gaz gözeneginde ýanýar. Flýus duganyň suwuk metal ojagyny islenilmeýän mehaniki täsirlerden goraýar, onuň syçramagynyň we has ýokary tokda hem sepiň şekiliniň bozulmagynyň önüni alýar. Sebäbi flýus suwuk metala 8 g/sm<sup>2</sup>-e çenli statiki basyş edýär, bu bolsa kebşirleme toguny açyk dugaly kebşirlemeden 3 esse artdyrmaga ýol berýär hem-de öndümliligi we hili ýokarlandyryr.

Flýus astyndaky awtomat kebşirlemede energiýanyň termiki täsir zolagy we ululygy el kebşirlemesinden 2 esse az bolup, netijede, kebşirleme birleşmeleriniň hili ýokarlanýar.

Duganyň suwuk flýusly diwarjykly kebşirleme gözenegine girizilmegi metalyň kebşirlemede ýitirilmeginiň we syçramagynyň önüni alýar. Olar erän elektrod metalynyň agramynyň 1-2%-ni tutýar. Kebşirleme sepleri deň we ýokary hilli bolýar.

### **Flýus astyndaky kebşirlemäniň kemçilikleri**

- anyklygy talap edýän kebşirlemede ýerleriň görünmezligi;
- diňe aşakda kebşirläp bolýar;
- kiçi uzynlykdaky kebşirleme seplerinde mobillilik ýok, seh şertlerinde ulanyp bolmaýar;
- flýusyň gymmat bolmagy we çykdajylaryň köplügi;
- gysga sepler (400 mm az) kebşirlenilende täsirsiz.

Flýus astyndaky awtomat kebşirleme jogapkärçiligi uly bolan, uzyn, gönüçyzykly we egričyzykly ýokary takyklygy talap edýän metal konstruksiýalary taýýarlamak üçin ulanylýar. Ol demir ýol sisternalarynyň kebşirinde, 300 mm-den artyk diametrli turbalar öndürilende, galyňlygy 3 mm bolan propan ballonlary, şeýle hem uly galyňlykdaky konstruksiýalary taýýarlamakda ulanylýar.

Onda 2,3,4,5 mm diametrli elektrod simleri ulanylýar. 4 mm diametrli sim bilen flýus astynda kebşirlenilende kebşirleme togy 500-800 A (toguň dykzyzlygy 38-60 A/mm<sup>2</sup> bolanda), 4 mm diametrli elektrod bilen kebşirlenilende kebşirleme togy 150-220 A (toguň dykzyzlygy 12-17 A/mm<sup>2</sup> bolanda) bolýar.

Bu gatnaşykdan görnüşi ýaly, flýus astyndaky kebşirlemäniň netijeliligi örän ýokarydyr.

Ýarym awtomatly flýus astyndaky kebşirleme 60-njy ýyllaryň başlaryndan bäri ulanylmaýandygy üçin, bu ýerde oňa seredilmeýär.

Polady gorag gazlary bilen has mobil, ynamdar we amatly kebşirmek usuly ýüze çykalýan bäri ýarym awtomatly flýus astyndaky kebşirleme peýdasyz bolup galdy.

### **4.6. Elektroşlak kebşirlemesi barada umumy maglumatlar**

1950-nji ýyllarda flýus astyndaky kebşirlemäniň esasynda mis suw sowadyjy polzunlaryň kömegi bilen sep emele getiriji, uly galyňlykdaky metallaryň wertikal sepleriniň flýus astyndaky elektroşlak kebşirleme usuly oýlanyp tapyldy.

Elektroşlak kebşirlemesi içinden geçýän elektrik togy bilen gyzdyrylyp, eredilen şlagyň ýylylygy bilen metaly gyzdyrmak arkaly amala aşyrylýar. Kebşirleme ýörite enjamlaryň kömegi bilen ýerine

ýetirilýär. Bu enjamlar ojagy elektrod (sim ýa-da lenta) bilen üpjün edýär we elektroşlak prosesiniň durnuklylygyny saklaýar. Bu prosesde elektrik dugasy ýokdur, diňe eredilen flýusyň (şlagyň) suwuk oja-gy we onuň aşagynda ojakda eredilen metal bardyr.

Polzunlaryň, ýagny sep emele getiriji süýşýän suw sowadyjy enjamlaryň bolmagy kebşirleme zolagyndaky ojagyň erginini sakla-maga ygtyýar berýär.

Enjamlar hereket etme mehanizmine eýe bolup, olar gyra-deň ýagdaýda wertikal sepiň uzaboýuna ýokary hereket edýärler.

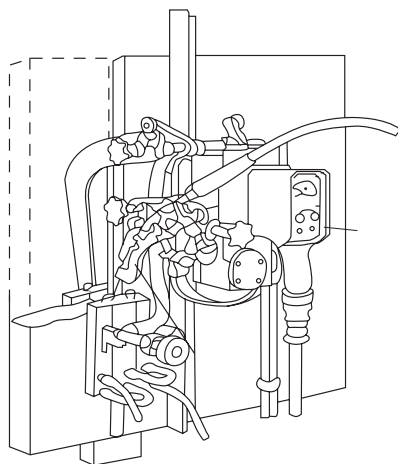
Elektroşlak kebşirlemesinde relsli we relssiz enjamlar bardyr. Relsli enjamlarda sepe parallel duran ýörite ugrukdyryjylar zerurdyr. Relssiz enjamlarda önüme göni ilteşdirilýän ýörite enjamlar bardyr.

Kebşirlenilýän önümiň ernegi bilen enjamlaryň arasynda emele gelen giňişlikde erän metal ergininden galan galyndynyň ojagy döredil-ýär we oňa elektrod batyrylýar. Elektrod bilen esasy metalyň arasyndan geçýän 700-3000 A (ojagyň naprýaženiýesi 3-50 W) kebşirleme togy metal ergininden galan galyndyny gyzdýrýar. Prosesiň başynda elek-trogeçijili flýus ulanylýar. Proses kebşirlenilýän erneklere berkidilen tehnologik plastinada başlanýar. Elektrod flýusy bilen birlikde metal bölejiklerine sepilýär. Elektrod materialy 2000°C-ä çenli gyzgynlyk-daky suwuk şlakda (gyzgyn suwda buz ýaly) ereýär.

Elektrod materialy eredilende önümiň ernekleri hem eräp, kebşirleme ojagyny, soňra bolsa sepi emele getirýär.

Kebşirlemäniň hili örän ýokary bolýar. Sebäbi sepiň metaly howanyň ýaramaz täsirinden doly halasdyr we ojagy legirlemegiň, berlen düzümlü metaly almagyň çäksiz mümkinçiligi bar. Metal er-gininden galan galyndy ergininiň ojagynyň beýikligi 40-60 mm. Kebşirlemäniň tizligi 0,35-8,0 m/sag. Enjamlar bir we köp elektrodly bolup bilýär.

Soňky ýyllarda elektroşlak kebşirlemesi üçin 20-den gowrak enjamlar işlenilip taýýarlanyldy. Meselem, enjam A-820M. Ol beriji mehanizminiň kebşirleme golowkasyndan, dolandyryş şkafyndan we kebşirleme siminiň katuskasyndan ybaratdyr. Enjam kebşirlenilýän önümde oturdylan standart burçda (45×45×5) ýerleşýär. Enjam kebşirleme simi üçin maýyşgak şlang, flýus üçin bunker, flýus beriji şlang, suw sowadyjy mis polzunlar, suw sowadyjy şlanglar bilen üp-jün edilendir.



**27-nji surat. Elektroşlak kebşirlemesi üçin A-820M enjamy**

**Tehniki häsiýetnamasy:**

- $nW = 100\%$  bolanda kebşirleme togy  $700\text{ A}$ ;
- kebşirleme siminiň diametri  $2,5\text{--}3\text{ mm}$ ;
- kebşirleme golowkasynyň hereket tizligi  $4\text{--}12\text{ m/sag}$ .

Enjam A-820M  $18\text{--}50\text{ mm}$  galyňlykdaky metallaryň werti-  
kal sepleriniň elektroşlak kebşirlemesi we  $14\text{--}20\text{ mm}$  galyňlykdaky  
metalyň flýus astyndaky elektroduga kebşirlemesi üçin niýetlenilen-  
dir. Şeýle hem  $35\text{ mm}$ -e çenli galyňlykdaky kese (wertikaldan  $45^\circ$   
köp bolmadyk) ýerleşen metallaryň sepiň elektroşlak kebşirlemesi  
mümkindir.



## V BAP

# ÇOÝNUŇ HEM-DE REŇKLI METALLARYŇ KEBŞIRLEMESI

### 5.1. Çoýun barada umumy maglumat

**Çoýun kebsirlemesi** – bu çoýun önümlerini kebsirlemek tehnologiýasydyr. Çoýun kyn kebsirlenýän metaldyr. Ol ereýän we eremeýän elektrodlar bilen gyzdyrylyp ýa-da gyzdyrylman kebsirlenilýär. Çoýunda uglerodyň mukdary–2,14% bolup, ol demriň uglerod bilen ergini polatdan tapawutlylykda, 2-5% köp uglerod we az-kem marganes, kükürt, fosfor saklaýar. Ýörite çoýunlar legirleýji goşundylary özünde saklaýar: nikel, molibden, hrom, wanadiý we ş.m.

Uglerodyň ergindäki mukdaryna baglylykda ak, kül reňkli, sozulýan, ýokary berkligi bolan çoýunlar tapawutlandyrylýar.

Çoýnuň ereme temperaturasy 1150-den 1200°C-ä çenlidir. Bu bolsa arassa demriňkiden 300°C azdyr. Çoýnuň ýylylyk geçirijiligi poladyňkydan pesdir, ýylylyk giňelmesiniň koeffisiýenti hem azdyr. Çoýnuň elektrogeçirijiligi grafitiň goşundylarynyň paýlanyşyna baglydyr.

Çoýun 750°C-den ýokary temperaturada çalt sowanda grafit segmente öwrülýär, çoýnuň özi bolsa kül reňkden aga öwrülýär. Içki dartgynlylygy bolan taplanan gurluş emele gelip, çatlar peýda bolýar.

**Kebşirleme aýratynlyklary. Çoýny kebsirlemegiň kynçylygy**

- düzümindäki grafit sebäpli emele gelýän çatlar; uglerodyň ýanyp, sepde gözenegiň peýda bolmagy;
- çoýnuň ereme temperaturasyndan ýokary temperaturada kyn ereýän okisleriň emele gelmegi;
- ýokary suwuk akýjylygy.

Çoýun el duga kebsirlemesi bilen ereýän ýa-da eremeýän (wolfram, kömür, grafit) elektrodлары bilen gyzdyrylyp ýa-da gyzdyrylman kebsirlenilýär. Metal sowanda sepde emele gelýän kebsirleme dartgynlylygy sepleriň taplanmagy bilen aýrylýar.

Çoýun sowuk kebsirlenilende «Zeller» kysymly elektrodлар ulanylýar.

Zeller – 855 çöýnuň ähli kebşirlenilýän görnüşlerini: ýokary berklikli çöýny (şar şekilli grafitli) we taplanan çöýny kebşirmek we eretmek, şeýle hem önünden gyzdyrylman, polat bilen çöýny kebşirmek üçin niýetlenendir. Çöýün önümlerini, korpus detallaryny, silindr bloklaryny, hereketlendirijileri, geçiriji gutulary, modifisirlenen çöýundan ýasalan ştamplary abatlamak üçin laýyk gelýär.

Zeller – 888 çal çöýunlardan, ýokary berklikdäki çöýundan, taplanan çöýundan ýasalan inçe, ýaglanan detallary kebşirmek we eretmek, şeýle hem çöýnuň görnüşlerini özarasynda we polat bilen önünden gyzdyrylmazdan kebşirmek üçin niýetlenendir.

Zeller – 866 ýokary berklikdäki çöýny, taplanan çöýny kebşirmek we eretmek, şeýle hem çöýnuň görnüşlerini özarasynda we polat bilen kebşirmek üçin niýetlenendir. Pes hilli çöýny kebşirmek, litiý kemçiliklerini dikeltmek üçin maslahat berilýär. Has agressiw kebşirleme dugasynyň hasabyna çöýnuň posy we ýagly hapa garyndylaryny birleşdirmek üçin laýyk gelýär.

Zeller – 800 termoýüklenen, ugleroddan doýan çöýun we pes hilli çöýny birleşdirýän birinji gatlagyny eretmek üçin niýetlenendir. Gyzgyn kebşirlemede metal önünden 500-700°C gyzdyrylmalydyr. Çöýun kebşirlenilende sepiň hilini artdyrmak üçin detal gyzdyrylýar we kebşirlemeden soň haýal sowadylýar.

## 5.2. Gyzgyn kebşirleme

Gyzgyn kebşirleme – bu metaly 600-800°C-ä çenli goşmaça gyzdyrylýan kebşirlemedir. Bu usul häzirki döwürde iň bir kämil usul hasaplanylýar. Ol N.G. Slawýanow tarapyndan oýlanylyp tapylandyr. Bu kebşirlemede kebşirleme ojagynyň ölçegi uly bolup, önünden suwuk metal saklanmagy üçin şekil berilýär.

Galyp garyndysy suwuk çüýşe ergini bilen çyglandyrylan kwars çägesi ýa-da grafit plastinalary bilen suwuk metal galypdan syzdyrylmaýar. Galyp guradylandan soň kebşirlenilýän önüm 600-700°C, sagatda 50-60°C bilen gyzdyrylýar. Soňra gaz ýa-da duga kebşirlemesi amala aşyrylýar.

Gaz kebşirlemesi kadaly asetilen-kislorod ody bilen amala aşyrylýar. Gaz kebşirlemesinde flýusy ulanmak hökmandyr. Köplenç,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  bura ulanylýar. Oturtma material hökmünde 8-12 mm dia-

metrli, 3-3,5% kremnili *A* we *B* markaly guýma çoýun simler DS-e laýyklykda ulanylýar.

Çoýnuň gaz kebşirlemesi üçin flýuslar düzgün boýunça, güýçli esasy oksislerden bolup, kremnisiz borly maddalardyr. Flýusyň esasy wezipesi kremniý okisini has ýeňil ereýän ýagdaýa getirmekdir. Esasy flýuslar hökmünde buradan başga natriý kömürturşusy we kaliý kömürturşusy ulanylýar.

Kebşirleme tamamlanandan soňra önüm 3-4 sagatlap sowadylýar. Gaz kebşirlemesiniň ýönekeýligi we amatlylygy, şeýle hem oňat netijeliligi ony deňsiz-taýsyz edýär.

### 5.3. Çoýnuň gyzgyn elektroduga kebşirlemesi

El bilen duga kebşirlemesi üçin «OMЧ-1» markaly elektrodlar ulanylýar, olar *B* markaly çoýun simlerinden taýýarlanylýar. Olar normativ resminamalara laýyklykda 6-12 *mm* diametrli bolup, şu düzüme eýedir:

- mermer – 25,0%;
- meýdan şpaty – 25,0%;
- kümüşsow grafit – 41,0%;
- ferromarganes – 9,0%.

Duga üçin üýtgeýän ýa-da hemişelik ters polýarlykly tok ulanylýar. Elektrod sterženleriň diametrleri 6-8 *mm*. Öňünden gyzdyrylma 600-800°C-ä çenli bolup, tizligi sagatda 60°C-dir. Kebşirleme prosesi döwründe ähli detal asbest listi ýa-da asbotkan bilen örtülmelidir.

Gyzgyn duga kebşirlemesi üçin ýarym awtomat toz simli kebşirleme ulanylýar. Kebşirleme, adatça, goragsyz edilýär, emma eger proses ýaramaz geçýän bolsa, onda ojagy goramak üçin kömürturşy gazy ulanylýar.

### 5.4. Gazly galaýy kebşirlemesi

Bu proses pes temperaturaly galaýy kebşirlemesi hasaplanylýp, käte kebşirlenilýän erňekleriň üsti ereme temperaturasyna getirilýär, käte bolsa getirilmeýär, oturtma materialynyň bolsa esasy metala görä ereme temperaturasy pes bolýar. Pes temperaturaly galaýy kebşirlemede öňünden gyzdyrmak bolýar, sebäbi bu işiň hilini ýokar-

landyrýar. Bu proses kebşirleme we galaýynyň aralygyndaky proses bolup, çoýnuň eremeýän erňekleri sebäpli galaýy hasaplanylýar.

Pes temperaturaly galaýy kebşirlemesi asetilen-kislorod odunda geçirilýär. Galaýy kebşirlemesiniň önüsrasynda önüm peçde 300-400°C-ä çenli gyzdyrylýar. Kebşirlemä taýýarlanylýan erňekler gorelkanyň ody bilen ýakylýar. Olaryň üstüne bura ýa-da beýleki flýus örtülýär. Erňekleriň galaýy kebşirlemesine taýýarlygynyň alamaty erän flýusyň deňtekizlikde akmagy bolup durýar. Oturtma siminiň uýy gyzdyrylyp, flýusa batyrylýar, munda gorelkanyň ody gyzdyrylýan ýerden aýrylmalydyr. Erňeklere yzygiderli flýus sepip durmaly.

**Çoýun oturtma materially çoýnuň galaýy kebşirlemesi** – bu usul kiçi kemçilikleri aýyrmak üçin we erän metaldaky çoýnuň gurluşyny almak zerurlygy ýüze çykanda ulanylýar. Kebşirlemäniň bu görnüşinde HЧ-2 we УНЧ-2 markaly çoýun simler ulanylýar.

*8-nji tablisa*

**Pes temperaturaly galaýy kebşirleme üçin ulanylýan oturtma çoýun simleriniň düzümi, %.**

Simiň mar-kasy	Uglerod	Krem-niý	Mar-ganes	Fosfor	Nikel	Titan	Mis	Kükürt
							Iň köp	
HЧ-2	3-3,5	3,5-4	0,6-0,7	0,2-0,4	0,4-0,6	0,15-0,2	0,1	0,05
УНЧ-2	3,4-3,7	3,5-3,8	0,6-0,7	0,2-0,4	0,4-0,6	0,15-0,2	0,1	0,03

УНЧ-2 simleri az kükürt saklaýandygy we uglerodyň kremniý bilen oňyn gatnaşygy sebäpli, sepiň metalynyň has dykyz bolmagyny üpjün edýär. Flýus hökmünde, köplenç, erän bura we beýleki flýuslar ulanylýar. Flýus oturtma metalyň damjalarynyň inçe gatlakly erňeklere ýeňil siňmegini gazanýar.

## 5.5. Çoýnuň latun simli galaýy kebşirlemesi

Asetilen-kislorod odunda mis we latun galaýyda galaýy oňat tabyn bolýar. Galaýylar hökmünde 57-62% misi, galany mis we onuň garyndylaryny düzüminde saklaýan adaty latuny ulanmak bolar.

Çoýnuň latun bilen galaýy kebşirlemesiniň artykmaçlygy latunyň ereme temperaturasyna çenli çoýun gyzdyrylanda onuň gurluşy üýtgemeyär, bu bolsa içerki termiki dartgynlygy döretmeyär.

Galaxy kebşirlemesi şulardan durýar: erňekler gyzyly reňke çenli gyzdyrylýar, flýus bilen işlenilip, kadaly otda ýa-da biraz okisleýji bilen aşakdan ýokary az-kem egik görnüşde amala aşyrylýar. Erän metal kebşirlemeden soň, derrew 600°C-de elde mis çekiç bilen süýndürilýär.

## 5.6. Elektrod örtükli çoýnuň sowuk kebşirlemesi

Elektrodly sowuk kebşirleme ilkinji gezek diňe reňkli metal we erginleriň sterženlerinde mis, mis-nikel, mis-polat, demir-nikel ulanyldy.

Polat ýa-da çoýun elektrodлары bilen çoýun kebşirlenilmeýär. Bu tehprosesi işläp taýýarlamak üçin edilen synanyşyklar ýaramly netije bermedi. Bu prosesiň iň uly ýetmezçiligi geçiş zonalaryndaky ýokary portluk we gatylyk bolup, olar, köplenç, döwürmelere getirýär.

Şeýle kebşirleme zerur bolan hili kepillendirmeyär. Sepiň gatylygyny azaltmak üçin çoýnuň sowuk kebşirlemesinde mis-nikel sterženli elektrodлар ulanylýar. Olara monel-metal diýilýär. Şeýle elektrodларыň esasy markasy MHЧ-2 (70% nikel, 28% mis):

- mermer–54%;
- şpat–32%;
- ferromarganes–3%;
- ferrotitan–3,0%;
- grafit–8%.

Kebşirleme togy elektrod sterženiniň 1 mm-e 30-40 A hasaby bilen alnýar.

Çoýnuň kemçilikleriniň elektroduga kebşirlemesi demir-nikel ergininden ýasalan elektrod bilen amala aşyrylýar, ol ýerde birleşmäniň ýokary berkligi talap edilýär. Elektrodлар SW-08H50 simlerinden DS-sy boýunça CЧ-3A markasynyň örtüğini çalmak bilen ýasalýar.

Mis we mis-polat elektrodly duga kebşirlemesi çylşyrymly guýma çoýnuň kemçilikleri kebşirlenilende ulanylýar. Kebşirlemede mis sterženli «Komsomoles-100» markaly örtükli elektrod we mis sterženli 034-1 markaly elektrodлар ulanylýar. Onuň örtüğine 50% demir tozy goşulýar.

«Komsomoles-100» elektrodлары bilen kebşirlenilende, hemişelik ters polýarlykly tok ulanylýar.

**Elektrodyň diametrine görä ulanylýan tok güýji**

Elektrodyň diametri, <i>mm</i>	3	4	5
Kebşirleme togy, <i>A</i>	140-200	200-300	300-380

Steržen we ojak ýokary ýylylyk bölüp çykaryjyly mis bolanlygy sebäpli, tok hem ýokary bolýar. Kebşirleme birleşmesiniň berkligi  $25-30 \text{ kg} \cdot \text{F/mm}^2$ -dir.

O3Ц-1 elektrodлары mis steržene şu düzümlі örtügiň çalynmagy bilen ýasалýар:

- mermer–27%;
- şpat–7,5%;
- kwars çägesi–4,5%;
- ferromarganes–2,5%;
- ferrosilisiý–2,5%;
- demir tozy–50,0%;
- ferrotitan–6,0%.

Kebşirleme ters polýarlykly hemişelik tokda geçirilýär. Kebşirleme togy elektrod sterženiniň 1 diametrine 35*A* sarp edilýär. Esasy metaly minimal ýagdaýda eretmeli.

Her bir waligi gyzgyn wagty pneumo çekiç bilen süýndürmeli-dir. Eger bu mümkin bolmasa, onda mis elektrodлары ulanmak maksadalaýyk däl-dir. Her bir walik 70-80°C-ä çenli sowamalydyr. Ähli talaplar ýerine ýetirilende kebşirleme esasy metalyň berkliginiň we kebşirleme sepiň dykыzlygynyň 70%-ini üpjün edýär.

**5.7. Reňkli metallaryň kebşirlemesi**

Esasy düzüм bölegi hökmünde demirden başga-da islendik element bolan metallara *reňkli metallar* diýilýär.

Reňkli metallar we olaryň erginleri kebşirleme konstruksiýalarynda, maşyn we mehanizmleriň aýry-aýry detallaryny taýýarlamak tehnikaсында giňden ulanylýar.

Kebşirleme ýoly bilen reňkli metallaryň we erginleriniň guýma detallaryndaky kemçilikler aradan aýrylýar, bu bolsa önümçi-

lik üçin juda ähmiýetlidir. Reňkli metallaryň we olaryň erginleriniň kebşirlemesi oňat taýýarlygy we dogry elektrody, oturtma metaly, flýus we örtükleri, şeýle hem kebşirleme düzgünini we soňraky termiki, termomehaniki we mehaniki gaýtadan işleýşi takyk saýlamagy talap edýär.

Kebşirlemede reňkli metallaryň we olaryň erginleriniň ýokary ýylylyk geçirijiligini göz önünde tutmalydyr. Galyberse-de, reňkli metallar ereme temperaturasynda okislenýär. Bu bolsa erän metalyň okisler bilen hapalanmagyna getirip, kebşirleme birleşmesiniň berkligini peseldýär.

Reňkli metallaryň kebşirlemesinde metal elektrodlar bilen flýusda, ýörite örtükli elektrodlar, kömür (grafit) we gorag gazыnda, wolfram elektrodlar hem ulanylýar. Misdən, latundan (mis bilen sinkiň ergini), bürünçden ýasalan önümler kebşirlenilýär.

Kebşirleme alýumin, silumin (alýumin bilen kremniniň ergini), dýuralýumin (mis, magniý we marganes bilen alýuminiň ergini) önümlerinde hem giňden ulanylýar. Soňky döwürlerde kebşirleme önümleri alýumin-marganes we alýumin-magniý erginlerinden taýýarlanylýar.

Alýuminiň dürli markalary bolup, olaryň ählisiniň hem kebşirlenijiligi oňat dälidir.

Meselem, dýuralýumin diýlip atlandyrylýan alýuminiň mis bilen ergin (4-5% Cu) D16, D1 kebşirlenijiliginiň ýaramazlygy üçin, kebşirleme birleşmelerinde ulanylmaýar. Onuň berkligi pes uglerodly poladyň berkligiden ýokarydyr.

**Alýuminiň aýratynlygy:**

- udel agramy -  $2 \text{ g/sm}^3$ ;
- ereme temperaturasy- $660^{\circ}\text{C}$ ;
- ýokary ýylylyk geçirijiligi, demirden 3 esse artyk.

Ýylylyk giňişliginiň ýokary koeffisiýenti demirden iki esse artyk bolup, deformasiýanyň artmagyna ýol açýar.

Alýumin erginleri deformirlenýän (prokat, şampowka) we guýlan deformirlenmeýän siluminlere-alýuminiň kremniý bilen erginlerine (5-12% Si) bölünýär.

### 5.7.1. Kebşirlemäniň aýratynlyklary

Alýumin kebşirlenilende esasy kynçylyk kyn ereýän  $\text{Al}_2\text{O}_3$  okis perde bolup, onuň ereme temperaturasy  $2050^\circ\text{C}$ , ol esasy we eremeýän metalyň eremegine päsgelçilik döredýär. Okis perdesi kyn ereýän bolup, ol mehaniki taýdan berkdir we örän berk himiki birleşme bolup, himiki neýtral häsiýeti tarapyndan flýus materiallaryndan tapawutlanmaýar. Sepe düşmek bilen okis plýonkasy metal däl goşundylary emele getirip, berkligiň we maýyşgaklygyny görkezijilerini mese-mälim peseldýär.

Alýumin eredilende öz reňkini ýitirmeýär, şonuň üçin ojagyň ýagdaýyna kebşirleme wagtynda gözegçilik etmek kyndyr. Esasan hem, gyzdyrylanda birleşmäniň metaly bir pursatda eräp bilýär. Alýumin gyzdyrylan ýagdaýda örän portdur. Kebşirleme mahalynda okis perdeli flýus, elektrod örtükleri we tok çeşmesinden duga ugradylyan ýörite siklleýin impulsar bilen aýrylýar.

Indiki kynçylyk–sepi wodorodyň barlygy sebäpli gözenekleriň emele gelmegi. Ol ojakdan haýal bölünip çykýar we gözenek şekilinde defekti emele getirýär. Alýumin kebşirlenilende kristallaşýan çatlary döredip bilýär. Onda demir we kremniniň bolmagy sepiň metalynda çat döremegine getirýär. Kremniniň 0,6%-e çenli köpelmegi çatlara garşy durnuklylygy peseldýär. Sepdäki 0,7%-e çenli bolan demir çatlara garşy durnuklylyga oňyn täsir edýär. 0,8%-den artyk demir bolsa bu görkeziji peselýär.

Alýumin kebşirleme görnüşleri: ereme we basyşly;

Usullary: elde ereýän we eremeýän elektrodly argonda mehanizirlenen, elektrodlar bilen örtülen; gaz basyşly.

### 5.8. Kömür elektrodly el kebşirlemesi

Kömür elektrodly el bilen kebşirlemesi öz döwründe elektromehanikler tarapyndan elektrogeçirijileriň kontaktlaryny kebşirlemek üçin ulanylypdyr.

**Kemçiligi:** arassa alýumin uglerod bilen hapalanýar.

**Tok çeşmesi:** hemişelik tok, polýarlylygy göni.

**Flýus:** kriolot–100% ýa-da kriolit–30%, hlorly kaliý–50%, hlorly natriý–20% litiý–ftor ýa-da litiý hlor. Kebşirlemäni grafit ýa-da



kömür podkladkalarda geçirmeli. Elektrodlar grafit ýa-da kömürden bolup, diametri 8-15 mm; kebşirleme togy 150-450 A. Flýus esasy we oturdylyan materiala sepilýär.

### 5.9. Elektrod örtükli duga el kebşirlemesi

Elektrod örtükli duga el kebşirlemesi 4 mm-den artyk galyňlyklar üçin ulanylýar. 10 mm-e çenli galyňlykly listler erňekleri aýrylmazdan kebşirlenýär, düýbüne çenli eredilýär, 10 mm-den artyk galyňlykda bolsa käte erňekler aýrylýar. Kebşirleme önünden 200-400°C-ä çenli gyzdrylýar. Tok hemişelik bolup, polýarlyk tersdir. Elektrod sterženiniň diametriniň bir millimetrine sarp edilýän kebşirleme togy 25-32 A. Elektrod örtükleriň esasyňy aşgar we ýer-aşgar materiallarynyň galoid duzlary düzüş, örtük galogenid görnüşlidir. Elektrodларыň markasy O3A-1 we O3A-2.

O3A-1 elektrodлары ADO, AD6, AD1, AD we ş.m. alýuminleri kebşirmek üçin niýetlenendir. Sepiň metalynyň berklik çägi 6,5-8,5 kg·F/mm<sup>2</sup>. Kebşirlemeden soň sepi gyzgyn suw bilen ýuwup, polat çotga bilen metal ergininden galan galyndylary arassalamaly. Elektrod çalgysy gigrokopik (daşky gurşawdan çyglylygy çekip alýar) bolanlygy üçin, elektrodлары kebşirlemeden ön 200°C-de 2 sagatlap guradýarlar.

Guýma defektleri ýapyşdyrmak üçin O3A-2 markaly AK 5 kremnili alýuminli elektrod sterženi bolan elektrodлар ulanylýar. O3A-2 elektrodлары AJI-2, AJI-4, AJI-5, AJI-9, AJI-11 markaly guýma erginleri eretmek we kebşirmek üçin ulanylýar. Kebşirlenilende islendik podkladkalary (asbest bilen ýumşadylan galyplar) alýumin ergininiň önüni almak üçin göz önünde tutmak zerurdyr.

Elektrod örtükleri gaz kebşirlemesindeki ýa-da kömür elektrodly kebşirlemedäki flýus ýaýly düzümlidir. AF-4 flýusy oňat netije berýär, düzümi:

- natriý hlory (nahar duzy)–28,0%;
- kaliý hlory– 50,0%;
- natriý ftory– 8,0%;
- litiý hlory– 14,0%.

Flýus toz görnüşinde sepilýär, suw ýa-da spirtde taýýarlanylýan pasta görnüşinde çalynýar. Flýus 6 sagat saklanmak üçin ýapyk gapda zerur bolan mukdarda ýasalýar.

Şu düzümlü flýuslar oňat netije berýär:

- kaliý hlory–45,0%;
- litiý hlory–15,0%;
- natriý hlory–30,0%;
- kaliý ftory–7,0%;
- natriý kükürt kislotasy–3,0%.

*B* flýuslary elektrod örtüklerde ulanmak üçin olara  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  kriolit goşulýar. Tehniki alýumin we onuň erginlerinden kebşirleme siminiň 10-dan gowrak markasy göz önünde tutulýar, meselem, Sw-A85T, Sw-Ams, Sw-AMg6, Sw-AK5 we diametri 0,8-12 *mm*-e çenli beýlekiler. Himiki düzümi boýunça sim kebşirlenilýän materiala ýakyn bolmalydyr. Birleşmäniň esasy görnüşi sepleme bolup, gorag gazly mehanizirlenen kebşirlemede burçly, tawroly birleşmelerde hem ulanylýar.

### 5.10. Flýus boýunça alýuminiň awtomatik kebşirlemesi

Bu usul flýus astyndaky kebşirlemeden tapawutlanýar. Bu flýusyň ýokary elektrik geçirijiligi bilen şertlendirilýär. AH-A1 markaly flýus şu düzüme eýedir:

- kaliý hlory–50%;
- natriý hlory–20%;
- kriolit–30%.

Flýuslaryň beýleki markalary (AH-A4, AH-A6) bardyr, emma olaryň düzümi känbir üýtgemeyär diýen ýalydyr. Flýus gatlagynyň beýikligi 15-30 *mm* bolup, kebşirleme simi 2-3 *mm* diametrli Sw-A97 we Sw-Ams; kebşirleme hemişelik tokda ters polýarlykda geçirilýär. Kebşirleme togy 300-400 *A*, dugadaky naprýaženiýe 38-44 *W*, kebşirleme tizligi 12-20 *m/sag*.

### 5.11. Alýuminiň argon-duga kebşirlemesi

Bu kebşirleme el, awtomat we mehanizirlenen usullarda ulanylýar. Aslynda, argon-duga kebşirlemesi berkligi üpjün edip, daşky görnüşi boýunça tehnologik çylşyrymlylygy pesdir.

Argonly el kebşirlemesi ökde kebşirleýji tarapyndan bir çalşykda

özleşdirilýär. El bilen duga kebşirlemesinde eremeýän wolfram elektrody, ýarym awtomatda we awtomatda ereýän elektrod ulanylýar.

Argon kebşirlemesinde alýuminiň erňeklerini arassalamak zerur däl, kebşirleme dugasynyň tok impulsy bilen okisli perdäni aýyryan ýörite enjam bilen geçirilýär. Kebşirleme prosesinde okis perdesi ojağynyň gyrasyna çekilýär we arassa kümüşsow metal galýar. Kebşirleme ýarym awtomatlarynda 1-2 mm diametrli alýumin simi ulanylýar, kebşirleme togy 300A-e çenli, sim beriş tizligi 150-650 m/sag, gorag gazynyň (argonyň) sarp ediliş mukdary 300-600 l/sag. Kebşirlemäniň tizligi näçe ýokary bolsa, argon şonça köp sarp edilýär. Wolfram elektrodly kebşirleme üýtgeýän tokda geçirilip, ereýän elektrodly ters polýarlykly hemişelik tokda geçirilýär, kebşirleme togy 300-400 A, du-gadaky naprýaženiýe 38-44 W, kebşirleme tizligi-12-20 m/sag bolýar.

10-njy tablisa

#### **Alýumin erginleriniň wolfram elektrod bilen awtomatik kebşirlemesiniň düzgünleri**

Metalyň galyňlygy, mm	Elektrodyň diametri, mm	Kebşirleme togy, A	Kebşirlemäniň tizligi, m/sag	Argonyň mukdary, l/min
2	3-4	170-180	19	16-18
3	4-5	200-220	15	16-18
4	4-5	210-235	11	18-20
6	4-5	230-260	8	18-20

#### **5.11.1. Alýumin erginleriniň wolfram elektrod bilen awtomatik kebşirlemesiniň düzgünleri**

2,0 mm diametrli oturtma materialy kebşirleme zonasyna mehaniki taýdan berilýär. Beriji mehanizm işleýiş ýörelgesi boýunça polat simdäki ýaly itiji däl-de, çekiji görnüşlidir.

Sim we kebşirlenilýän erňekler aseton ýa-da benzin bilen arassalanmaly, soňra okis perdesini polat çotga bilen aýyrmaly. Bu alýumini 2 sagat arassa saklamaga mümkinçilik berýär.

Kebşirlemäni metalyň gyzmazlygy üçin ýokary tizlikde bir gatlakda geçirmeli. Eger kebşirlenilýän metalyň galyňlygy 8 mm-den artyk bolsa, onda alýumini önünden 150-300°C gorelka ody bilen gyzdyrmaly.

Duganyň kebşirlemesi üçin enjam we onuň aýratynlyklaryna aýratyn bölümde seredip geçeris. Alýuminiň we onuň erginleriniň argon-duga kebşirlemesi 60-njy ýyllaryň ortasyna çenli ulanylyp, kebşirleme tehnologiýasynda ýeňil we ýörgünli bolupdyr.

### **5.11.2. Alýuminiň we onuň erginleriniň gaz kebşirlemesi**

Bu usul çylşyrymly däldir we argon kebşirlemesi mümkin däl wagty ulanylýar. Detallary birleşdirme hili boýunça gaz kebşirlemesi kanagatlandyryjy netijeleri berýär. Köplenç, kebşirlemäniň hili flýusyň hiline bagly bolup durýar. Flýus kebşirlemesi döredilmänkä, alýumini kebşirlemek mümkin däldi. Flýus bilen bilelikde alýuminiň okislerini eredijiler aşgar metal litiniň galoid birleşmeleridigi ýüze çykaryldy. Alýumini kebşirlemek üçin flýuslara, köplenç, litiý hlory ýa-da litiý ftory goşulýar.

Häzirki güne çenli alýumini kebşirlemek üçin flýuslar doly işlenilen dälidir.

Flýusyň ýaramlylygyny şeýle barlamaly: kiçeňräk zona gorelka bilen kül reňkli, бүдүр-сүдүр текizlik ýüze çykýança gyzdyrylýar, soňra flýus bilen örtülýär. Hakyky flýus, adaty, 15-30% litiý duzyny özünde saklaýar. Litiý duzlary gyt we gymmatdyr, şonuň üçin litiý saklamayan flýuslary oýlap tapmaga çalyşýarlar. Emma litisiz flýuslar häzirki günde diňe ýerini tutujy bolup, berýän netijeleri ýaramazdyr.

Ýangyç gazy hökmünde asetilenden başga tebigy gaz, propan-butan garyndylary we wodorod ulanylýar. Birleşmäniň hili doly kanagatlanarly bolýar.

Flýus pasta ýa-da toz görnüşinde, gyzdyrylan metala ýelmeşdirilmeýär.

Flýusdaky ftor birleşmeleri okis perdesini eredýär, litiniň hlorry duzlary bolsa alýumin okisindäki kislorody aýryp, metaly arassalaýar. Flýuslar gigroskopik bolup, germetik gapda saklanylýar. AF-4A flýusy iň gowusy hasaplanýar.

Kebşirleýji alýumin we onuň erginleri gyzdyrylanda gatydan suwuk hala geçýändigini ýatdan çykarmaly dälidir. 400-500°C-ä çenli gyzdyrylanda alýumin berkligini ýitirýär.

Şular kebşirlenilýän alýumin erginleridir: AD, AD-1, AMs, AMg3, AMg5B, AMg6, AB, AD33, AD35, D20, BAD-1, B92Y.

Simler we erňekler şu eredijiler bilen arassalanylýar: spirt, tehniki aseton, 646 markaly eredijiler. Flýusyň alýumini iýmezligi üçin aşakdaky usullary ulanmaly:

- gyzgyn suw bilen ýuwmaly;
- 2,0%-li hrom kislotasynda 80°C temperaturada 5 minut saklamaly;
- gyzgyn suwda ýuwup, 100°C şkafta ýa-da 60-80°C howada saklamaly.

Ýuwsuň hilini 2%-li kümşüň azot kislotaly ergini bilen barlamaly. Ak çökündi ýüze çykarylsa, gaýtadan ýuwmaly. 3 mm galyňlykly alýumin kebşirlenilende kebşirleme gorelkasy şu ýangyjy sarp edýär, l/sag:

- asetilen–200;
- tebigy gaz–380;
- propan-butan–130.

## 5.12. Misiň kebşirlemesi barada düşünje

Ýokary ýylylyk geçirijiligi, elektrogeçirijiligi we himiki durnuklylygy bolan mis metalyň üznüksiz guýulma prosesi üçin kristallizatorlary, elektroşlak eredilýän we elektroalýumin-marganes jynsly elektrik desgalary, himiki enjamlaryň şaýlaryny taýýarlamakda ulanylýar. El usullarynda mis kömür ýa-da metal elektrodlar bilen flýus we örtükler ulanylyp kebşirlenilýär. Şeýle hem kebşirlemede gorag gazyny ulanmak bolar.

**Kömür elektrody bilen kebşirlemek.** Mis kömür elektrod bilen kebşirlenende oturtma metaly hökmünde düzüminiň 0,2% fosfor, 1% kümüş, galany mis simleri ulanmaly.

Oturtma metaly hökmünde adaty elektrolitiý misi ulanylanda şu düzümlü flýusy ulanmalydyr: guradylan bura, bor kislotasy, fosfor turşy natriý. Flýusda fosfor turşy natriniň bolmagy erän metal-daky kislotalary doly aýyrmagy üpjün edýär. Mis kebşirlenende esasy metallaryň we oturtma metalyň oňat eremegi üçin önünden gyzdymaly. Haçanda kiçeňräk ölçegdäki ýönekeý şaýlar kebşirlenilende kömür dugasy bilen hem gyzdymak bolar. Uly göwrümlü önümler kebşirlenende önünden 500°C-ä çenli elektrik peçlerde gorag atmosferasynda gyzdurylmaly.

Gorag gazy hökmünde azot ulanmak bolar. Mis  $400^{\circ}\text{C}$ -den ýokary temperaturada okislenýär. Munda emele gelen misiň okisi metalda ereýär we mis port ýagdaýa gelýär. 4 mm-e çenli mis kömür elektrod bilen kebşirlenende erňekler kesilmeýär. Bu kebşirleme usulynda elektrod erän we oturtma metalyň arasynda ýerleşdirilýär. 4 mm-den artyk galyňlykdaky mis «sag» usuly bilen, erňekleri kesip kebşirlenilýär. Önümiň burçy  $70-90^{\circ}$ . Bu usulda oturtma metal erän metal we elektrodyň arasyna ýerleşdirilýär. Misden ýasalan şaýlar we önümler gurnalanda seplerde 0,5 mm-den artyk bolmadyk kiçeňrāk ýşlara ygtyýar berilýär.

Kebşirleme aşaky ýagdaýda şu yzygiderlilikde ýerine ýetirilýär: önünden gyzdyrylan kebşirleme ýerine flýus guýmaly we elektrik duga bilen gyzdyrylýar, soňra bolsa metal berilýär.

Sep oturtma metalyň uýy bilen doldurylanda kebşirleme ojagyna goşmaça flýus sepilýär. Munda duganyň gyzgynyna erän oturtma metal esasy metal bilen birleşmelidir. Kebşirleme ýeri ýeterlik gyzdyrylmadyk ýagdaýynda oturtma metaly topjagaz görnüşinde togalanýar we kebşirlenmeýär. Köp gatlakly kebşirlemede sepiň daşky gatlaklarynda gözenekler emele gelip biler. Kebşirlemeden soň erän metaly taplamaly we  $500-550^{\circ}\text{C}$  derejede ýakmaly, soňra suwda sowatmaly. Taplamak we gyzdyryp çalt sowatmak erän metalyň ýelmeşijiligini artdyryar.

**Metaly elektrod bilen kebşirlemek.** Mis metal elektrod bilen kebşirlenende taýýarlyk, önümi gyzdyrmak we soňraky gaýtadan işleýiş prosesleri kömür elektroddaky ýaly amala aşyrylýar. Bu elektrod bilen eredilen metal ýokary berkligi we maýyşgaklygy bilen tapawutlanýar.

Meselem, gaz bilen mis kebşirlenende asetileniň ýerini tutujylardan peýdalanmak maslahat berilmeýär, sebäbi ol erän metal wodorodly kislorod we metal ergininden galan galyndy goşundylary bilen daş durýandygy üçin, erän metalyň metallurgik we mehaniki häsiýetleri boýunça kanagatlanarly netije bermeýär.

Misiň kebşirlemesi şu aşakdaky kebşirleme usullary we ýollary bilen sepiň gorizontaý ýagdaýynda amala aşyrylýar:

– duga kebşirlemesi kömür, ereýän we eremeýän metal elektrodlar bilen;

– asetilen-kislorod otda gaz kebşirlemesi. Gorag gurşawy hökmünde flýus, mise otnositellikde inert gazlar (azot, argon), şeýle elektrod örtükler ulanylýar.

### **5.12.1. Misiň kömür elektrody bilen kebşirlemesi**

3 mm-e çenli galyňlykdaky misiň kömür elektrody bilen kebşirlemesi oturdylýan metalsyz amala aşyrylmaly. Oturtma hökmünde 2-8 mm galyňlykdaky mis, fosforly mis (meselem, MF8 we ş.m.) ýa-da kremnili бүрүнji (meselem, BrKMs-3-1) ulanmak bolar.

Kebşirlemeden öň 250-350°C-ä çenli gyzdymaly. Kebşirleme hemişelik tokda göni polýarlykda we diňe gorizental ýagdaýda ýerine ýetirilmeli. Misdäki fosfor işjeň gowşadyjy bolup, kebşirleme sepiň hilini gowulandyrýar. Flýus hökmünde 5% bor şlak, 95% bura ýa-da 100% bura ulanylýar.

Kömür dugasyndaky naprýaženiýe 40-50 W, dugasynyň uzynlygy has uludyr.

### **5.13. Misiň awtomatik kebşirlemesi**

4-6 mm galyňlykdaky misiň awtomat kebşirlemesi flýus astynda kömür elektrody bilen ýerine ýetirilýär. Kebşirlenilýän sepe LT-80 la-tun çyzyjagy we flýus goýulýar, düzgüni: hemişelik tok, göni polýarlykly, kebşirleme togy 750-1000 A, duganyň naprýaženiýesi 18-24 W, kebşirlemegiň tizligi 16-22 m/sag.

**Metal elektrodly misiň flýus astyndaky awtomat kebşirlemesiniň togy hemişelik, ters polýarlykly usuly:**

Elektrod simi, mis-M1, M2; flýuslar: AH-20, AH-348A, OCl-45, kebşirleme togy elektrodyň 1 mm diametrine 100 A, duganyň naprýaženiýesi: 38-40 W, kebşirleme tizligi 15-25 m/sag. Has uly galyňlykdaky misleri iki elektrodly bir ojakdaky kebşirleme bilen kebşirlemek maksadalaýyk bolar.

#### **Argon ýa-da azot gurşawyndaky kebşirleme**

Kebşirleme ereýän (mis-sim) we wolfram (eremeýän) elektrodlar bilen ýerine ýetirilýär. Tok: hemişelik, göni polýarlykly, kebşirleme

togy metalyň galyňlygyna baglylykda 400-900 *A*, wolfram elektrodyň diametri 2,4-4,8 *mm*, oturdylýan sim 2-4 *mm*, argon ýa-da azot mukdary 3-8 *l/min*.

### 5.14. Misiň gaz kebşirmesi

Misiň gaz kebşirmesi diňe gazlaryň berk kadaly gatnaşygy bolan asetilen-kislorod ody bilen ýerine ýetirilýär. Ot ýokary kuwwatlylykda ulanylyp, eger ot üçin bir gorelka kemterlik etse, goşmaça gyzygynlygy üpjün etmek üçin ikinji gorelka ulanylýar. Sep bir gatlakda emele getirilýär. Kebşirmäni sepleriň ýokary gyzdrylyş we sowadylyş tizliginde üznüksiz amala aşyrmaly. Oturdylýan simiň diametri kebşirlenilýän metalyň galyňlygynyň ýarysyna deňdir. Oturtma hökmünde mis simler M1, MCP1, MHЖ5-1, MHЖKT5-1-0,2-0,2 we ş.m. markalar ulanylýar. MCP1 kebşirleme siminiň düzüminde 0,8-1,2% kümüş bardyr. Oturtma siminiň ereme temperaturasy esasy metalyň ereme temperaturasyndan pes bolmalydyr. Kebşirleme ýylylyk bölünip çykyjylygyň tizligini peseltmek üçin kömür, grafit, asbest, polat podkladlary metaly örtmek bilen alnyp barylýar we şu flýuslar ulanylýar:

- bura–100%;
- ýarysy bor kislotasy bolan bura.

Misi kebşirmek üçin flýuslaryň onlarça görnüşleri bolup, olaryň ählisi hem bor we natriniň okisleri we duzlaryndan ýasalýar. Flýuslar toz, spirte garylan pasta görnüşinde ulanylýar.

Misi gazyň ýerini tutujylar bilen kebşirmek maslahat berilmeýär. Sebäbi ol wodorod bilen doýgunlaşýar. Agramy boýunça şu göterimli flýuslar bilen mis kebşirlenilende oňat netije gazanylýar:

- bura–70,0%;
- bor kislotasy–10,0%;
- nahar duzy–20,0%.

Oturtma materialy hökmünde arassa elektrotehnik misi ulanmak maslahat berilmeýär, onuň deregine düzüminde az-kem fosfor, sink, kremniý bolan simleri ýa-da 1%-e çenli kümüş goşulan simleri ulanmak ýerliklidir. Eger oturtma materialy üçin arassa mis ulanylsa, flýusyň düzümine fosforly mis goşulýar.



### 5.15. Latunyň kebşirlemesi

Latun düzüminde mis 54-75% we sink bolan ergindir. Latunyň ýörite görnüşleri azrak mukdarda kremnini, galaýyny we beýleki elementleri öz düzüminde saklaýar. Latun kebşirlenilende esasy kynçylyk sinkiň eremegi bilen baglanyşyklydyr. Sink 905°C-den ýokary temperaturada gaýnap, bugaryp başlaýar. Sinkiň bugy howada okislenýär we töwerekdäki predmetleriň üstüne ak çökünci görnüşinde düşýär. Sinkiň okisleri zäherli bolany üçin, ýörite howpsuzlyk düzgünlerine eýerilmelidir. Latunyň kebşirlemesi misiň kebşirlemesi üçin ulanylýan islendik usullarynda ýerine ýetirilip bilinýär. Kömür elektrod bilen latuny kebşirmeklik düzüminde mis, sink, kremniý bolmadyk JIK kysymly guýma ýa-da preslenen simler arkaly amala aşyrylýar. Oturtma metalynda misiň mukdary esasy metaldaky bilen deň bolmalydyr. Kremniniň mukdary 3%-e çenli bolmalydyr. Latun kebşirlenilende flýuslary ulanmak zerurdyr. Flýus hökmünde kaliý hlory ulanylýar.

Kebşirleme aşak ýa-da ýarym wertikal ýagdaýda 200-225 A ters polýarlykly hemişelik tokda, 6 mm diametrli elektrodda ýerine ýetirilýär.

### 5.16. Bürünjiň kebşirlemesi

Bürünç - misiň galaýy, alýumin, kremniý, marganes we sink bilen birleşen erginidir. Bürünçdäki bu garyndylaryň mukdaryna baglylykda galaýy bürünji (8-10% galaýy, 2-4% sink, galany mis) we ýörite bürünç (alýuminli, demir-marganesli, marganesli, kremnili) ýaly görnüşleri bar. Bürünç kömür, metal elektrodlar bilen ýerine ýetirilip bilinýär. Bürünç detallary kebşirlemeden öň 200-550°C derejede gyzdymaly. Munda has ýokary gyzdurma temperaturasy çylşyrymly düzümlü detallar üçin ulanylýar. Has ýönekeý detallar üçin pes temperatura hem ulanylyp bilner. Bürünjiň kebşirlemesi döwlen we könelen detallary kebşirmekde, çylşyrymly şekilli önümleriň bölümlerini birleşdirmekde ulanylýar. Şeýle önümlere kebşirleme-guýma diýilýär. Bürünjiň kebşirlemesi aşak we ýarym wertikal ýagdaýda amala aşyrylýar. Birleşme sepler we daşky kemçilikler kebşirlenilende metalyň akmagynyň önüni alýan düşekçeler ulanylmaly. Düşekçeler

polat listlerinden, asbestden, ýangyna çydamly palçykdan ýasalýar. Olaryň şekili detalyň kebşirleme ýerindäki içki tarapyna gabat gelmeli.

#### **5.16.1. Bürünjiň galaýylama kebşirlemesi**

Galaýyly bürünç kebşirlenilende oturtma metaly hökmünde düzümlü simler ulanylmaly: mis 95-96%; kremniý 3-4%; fosfor 0,25%. Flýus hökmünde taplanan bura ýa-da bor metal ergininden galan galyndy ulanylýar. Kebşirlemeden soň detalyň haýal sowamagy üçin asbest bilen örtülýär, bu bolsa çatlaryň emele gelmeginiň önüni alýar we galyndy dartgynlylygy aýyrýar.

#### **5.16.2. Ýörite bürünçleriň kebşirlemesi**

Ýörite bürünçler kömür elektrod bilen kebşirlenilende esasy metalyň düzümi bilen meňzeş düzümlü simler ulanmaly. Kremnili bürünçler kebşirlenilende flýus hökmünde taplanan bura ulanylýar. Alýuminli bürünçler kebşirlenilende alýumin we onuň erginleri üçin maslahat berilýän flýusy ulanmaly. Ýörite bürünçler metal elektrod bilen kebşirlenilende elektrodyň düzümi esasy metalyň düzümine baglylykda saýlanyp alynmaly. Eger fosforly bürünç kebşirlenilse, 0,5-1,0% fosfor; 9,0-11,0% galaýy, 0,75% garyndy we galany mis bolan düzümlü elektrod ulanylmaly. Alýumin bürünji kebşirlenilende esasy metaldaky alýumin, marganes bilen birmeňzeş mukdarda 1,5-2,5% alýumin we marganes, galany demir we mis bolan elektrod ulanylýar. Bürünç metal elektrod bilen kebşirlenilende ters polýarlykly hemişelik tok ulanylmaly. Toguň güýji elektrodyň 1 *mm*-i üçin 40 *A* hökmünde hasaplanylýar.

## VI BAP

### KEBŞIRLEME KONSTRUKSIÝALARYNY TAÝÝARLAMAGYŇ TEHNOLOGIÝASY

#### 6.1. Metal konstruksiýalarynyň ösüş taryhyndan

Metal konstruksiýalaryny taýýarlamakda demir XVII asyra çenli Russiýada kän ulanylmandyr. 1698-nji ýylda Pýotr I-niň permany bilen Newýanskide ilkinji döwlet metallurgiýa zawodynyň açylmagy bilen metallurgiýa senagatynyň düýbi tutulýar.

Gurluşyk konstruksiýalarynda demir elementler XII-XIV asyrlarda gysdyrgyçlar hökmünde ulanylyp başlanypdyr. XVII asyrdan ilkinji gümmez görnüşli demir konstruksiýalar Russiýa Federasiýasynyň Moskwadaky Beýik Iwanyň jaňhanasy peýda bolýar. XVIII asyrdan gurluşyk maksatlary üçin çöýün guýma prosesini özleşdirip, çöýünly konstruksiýalar ulanylyp başlandy. Ilkinji çöýün köpri 1784-nji ýylda Russiýa Federasiýasynyň Peterburg şäherindäki Sarskiý obasynyň parkynda gurulýar, 5 ýyldan soň bolsa Angliýada Sewern derýasynyň üstünden çöýün köpri gurulýar. XIX asyrdan köpri gurluşyklary beýleki metal konstruksiýalaryň arasynda öndebaryjy orny eýeleýär.

Inžener S.W. Kerbedz (1810–1899 ý.) Russiýada ilkinji gezek Luga derýasynyň üstünden demir ýol köprüsini gurupdyr. Inžener D.I. Žurawskiý (1821–1891 ý.) egri ferma hasabynyň we egrelende ýygnaýan dartgynlylyk taglymatyny orta atýar. Professor F.S. Ýasinskiý (1856–1899 ý.) metal sterženleriň durnuklylygyny hasaplamagyň usullaryny oýlap tapdy. Bu bolsa polat konstruksiýalarynyň ulanylyş gerimini giňeldipdir.

Professor N.A. Belelýubskiý (1845–1922 ý.) poladyň metriki sortlaryny döredip, köpri fermalarynyň konstruksiýasyny kämilleşdirýär we onuň taslamasy boýunça köpsanly köprüler gurulýar.

XIX asyryň başlarynda metal konstruksiýalarynda kebsirleme demri, 40-njy ýyllarynda bolsa fason demirleri, iki tawroly pürsler we listler ulanylyp başlanýar hem-de metal konstruksiýalary kem-kemden häzirki keşbine eýe bolup başlaýar. Şol döwrüň gurluşyk senagatynda metal konstruksiýalar örtük hökmünde ulanylýar. Asyryň ahylrlarynda bolsa zawod sehlerinde ýük göteriji kranlar peýda bolýar.

XX asyryň 30-njy ýyllarynda metal konstruksiýalaryny birleşdirmek üçin kebşirleme ulanylyp başlanýar. Kebşirleme metal konstruksiýalarynyň ösüşine badalga berýär we konstruksiýalar ýeňilleşip, olara sarp edilýän zähmet azalýar.

Metal konstruksiýalarynyň nazaryýetinde akademik W.G. Şuhov hem uly goşant goşupdyr. Ol metal konstruksiýalarynyň taslamasyna gönükdirilen gurama ýolbaşçylyk edýär.

Professor N.S. Strelskiý konstruksiýalaryň ýagdaýy, olary hasaplamagyň we taslamasyny düzmegiň esaslary barada baş pikirleriň we teklipleriň awtorydyr.

XX asyrda dürli metal konstruksiýalaryny kebşirleme arkaly taýýarlamak has ýörgünli bolýar.

#### **Kebşirleme konstruksiýalarynyň artykmaçlygy:**

- metal, elektroenergiýa we zähmet tygşytlylygy;
- taýýarlyk möhleti gysgalýar we agramy azalýar;
- ýörite aýratynlygy bolan gatlagy (könelmä garşy, gyzgynlyga, poslama garşy) emele getirmäge mümkinçilik berýär.

#### **Kebşirleme konstruksiýalarynyň kemçiligi:**

- wibrasion ýagdaýlarda ulanylyş möhleti gysgalýar;
- käbir birmeňzeş jynsly däl metallardan berk kebşirleme birleşmesini almak mümkin däl.

#### **Kebşirleme konstruksiýalaryndan edilýän esasy talaplar**

Baş talap – bu ulanylyşyň maksadalaýyk bolmagydyr. Konstruksiýalar berk, gaty we ynamly bolup, taýýarlanylanda we montajda (gurnalanda) tygşytly we az zähmet talap edýän bolmalydyr.

#### **Her bir konstruksiýanyň üç tapgyry bardyr:**

- taslama;
- taýýarlama;
- gurnama ýa-da montaj.

## **6.2. Dürli konstruksiýalaryň elektroduga kebşirlemesiniň aýratynlyklary**

### **6.2.1. Turba we turba konstruksiýalarynyň kebşirlemesi**

Kiçi diametrli turbalardan 2,5 m diametrli turbalara çenli ähli turbalaryň önümçiliginde kebşirleme esasy proses bolup durýar. Turbalar dürli galyňlykdaky listlerden ýasalýar. Uly diametrli turbalar ikä bölünip ýasalýar we soňra kebşirlenilýär.

Gaz, nebit geçiriji turbalar dürli kebşirleme usullaryndan, ýagny awtomat usullara çenli peýdalanylyp kebşirlenilýär. Montaj şertlerinde turbalar, köplenç, el bilen duga kebşirlemesinde kebşirlenilýär. Montaj meýdançasynda turbalar birnäçeden 36x48 *m* uzynlykda gurnalýar. Kebşirlemede seh şertlerine ýakynlaşdyrylan awtomatik kebşirlemäniň dürli usullary ulanylýar. Turbalar dürli gidroulgam we pnevmoulgamlaryň turbageçirijileri taýýarlanylanda ulanylýar.

Turbalar dürli turba şekilli kebşirleme konstruksiýalaryny taýýarlamakda ulanylýar. Olar pes uglerodly, pes legirlenen we ýokary legirlenen polatdan ýasalýar.

Turbalar el bilen duga kebşirlemesinde birleşdirilende montajda ilki bilen ýokary tokda 3 *mm* diamterli elektrodlar arkaly esasy sep ýasalýar, soňra yzyndaky gatlaklar 4 *mm* diametrli elektrod bilen emele getirilýär. Turba geçirijileriň montajynda turbalara flanesler, dykylar we ş.m. birikdirilýär. Köp ýagdaýda turbageçirijiler gorag gazynda ýarym awtomatda, şeýle hem elde elektrodlar bilen kebşirlenilýär.

### **6.2.2. Demir-beton armaturasynyň kebşirlemesi**

Armaturanyň polady 6-99 *mm* diametrli pes uglerodly we orta uglerodly polatlaryň tegelek ýa-da periodik kesimli sterženleridir. Armaturany kebşirlemek üçin dürli kebşirleme usullaryndan peýdalanylýar: el, ýarym awtomat, elektroşlak. Armatür gözeneklerini kebşirlemek üçin, köplenç, kontakt tokly kebşirleme usuly ulanylýar. Uly diametrli armatura birleşmeleriniň ojakly kebşirlemesi diýilýän kebşirlemäni aýratyn belläp geçmelidir. Ilki bilen duga formanyň aşaky bölümünde ýakylýar, erän metalyň we metal ergininden galan galyndy ojagy emele gelenden soňra elektroddan duga aýrylýar we elektroşlak prosesine öwrülýär. Munda elektrod metaly erän metal ergininden galan galyndyda ereýär, erän metal erän ojakda çökýär. Ýokary kebşirleme togunyň hasabyna proses çalt we ýokary hilli bolup geçýär. Kesgitli şertlerde proses käte dugaly, soňra ýene elektroşlak kebşirlemesine geçýär.

### **6.2.3. List konstruksiýalarynyň kebşirlemesi**

List konstruksiýalary üçin list we fasonly prokatlar (listler, burçlar, şwellerler we ş.m.) ulanylýar. Sada gaplardan, pürslerden, köprü-

lerden, direglerden başlap, has ýönekeý konstruksiýalara (meselem, adaty suw gaby) çenli köpsanly list konstruksiýalary bardyr.

Dürli suwuklyklar, nebit önümleri üçin silindr şekilli rezewuarlary listli polatdan taýýarlaýarlar. Listlerden 100 *mm*-e çenli galyňlykly ýokary basyşly bug gazanlarynyň barabanlary ýasalýar. Şeýle galyňlyklar elektroşlak kebşirlemesi bilen kebşirlenilýär.

Konstruksiýalarda birleşme we atanak şekilli birleşmeler ulanylýar. Dürli jogapkärçilikli gaplar, ýük göteriji, nebit-himiýa obýektlerinde basyş astynda işleýän barabanlary we gazanlary taýýarlamakda Döwlet tehniki gözegçilik gullugynyň kada we düzgünleri bardyr.

Polatlardan başga-da, list konstruksiýalaryny taýýarlamak üçin reňkli metallar hem ulanylýar. Kislorod maşyn gurluşygynda mis we latun, kislota, azyk önümlerini daşamak üçin alýumin we erginleri, himiki maşyn gurluşygynda gyzgynlyga çydamly, kislota çydamly hromnikel polatlar ulanylýar.

Bu konstruksiýalaryň kebşirlemesi hökmünde, esasan, gorag gazlaryndaky kebşirleme usuly we poslamaýan elektrodlar ulanylýar.

#### **6.2.4. Gözenek we pürsli konstruksiýalaryň kebşirlemesi**

Gözenek konstruksiýalaryna kebşirleme oklary, dürli ýük göteriji kranlaryň diregleri, konweýerleriň fermalary we ş.m. konstruksiýalar degişlidir. Gözenekli konstruksiýalar, esasan, profil prokatyndan: burçlardan, turbalardan, şwellerlerden taýýarlanylýar. Bu konstruksiýalaryň aýratynlygy, sepiň uzaboýuna gysga bolmagydyr. Olary kebşirmek üçin el dugasy, kömürturşy gazyndaky ýarym awtomat kebşirleme ulanylýar. Adatça, kebşirlenilýän metalyň galyňlygy 5-12 *mm*. Bu konstruksiýalar ýörite stendlerde, konduktorlarda gurnalýar, emma käte ýeke-täk önümçilikde, plitalarda, elde ölçemek üçin stellažlarda hem gurnalýar.

**Pürs konstruksiýasy** – bu kebşirleme konstruksiýasynyň list materialdan ýasalan, üznüksiz diwarly fermalarydyr. Pürsler köpri kranlarynyň, köprüleriň, estakadalaryň ýollarynda, senagat we raýat gurluşygynyň desgalarynda ulanylýar. Pürsler stellažlarda, stendlerde, konduktorlarda gurnalýar. Olar sepleriniň uzynlygy bilen tapawutlanýar. Şonuň üçin olar, köplenç, flýus astynda ýa-da gorag gazda, ýa-da argon (85%) + kömürturşy gaz (15%) gaz garyndysynda (po-

lat legirlenen bolsa we kebşirlemeden ýokary hil talap edilýän bolsa) awtomat usulda kebşirlenilýär. Pürslerde ilki birleşme sepleri, soňra beýlekiler ýerine ýetirilýär.

Pürslere gapyrgalar goşmaça güýç üçin oturdylýar. Eger berklilik gapyrgalary bolmasa, onda pürs iş ýüki astynda eplenip, durnuklylygyny ýitirip biler. Gapyrgalaryň maksady diňe berkligi üpjün etmekdir, şonuň üçin hem kebşirleme sepleriniň berkligi gapyrgalaryň durnuklylygynyň çäklerinde bolmaly we artykmaç sepler konstruksiýany gerekmejek gyzgynlyk we içki naprýaženiýe bilen ýaramazlaşdyrýar. Eger pürs iki diregde duran bolsa, ýokardan merkezde bolsa, iş ýüki hereket edýän bolsa, bu ýagdaýda iki tawroly pürsde aşaky gatdaky metal özüne ýüki kabul edýär. Şeýle ýagdaýlarda aşaky gatdaky metal ýokarkydan 2-8 mm az galyňlykda bolmalydyr.

Pürsüň üç sepiňiň galtaşýan zonasynnda sepler 40-60 mm burça ýetmeli däl, şeýle edilse gowşak ýerinde sepi bozjak naprýaženiýe ýygnanýar, şeýle hem bir tekizlikde kesişýän seplere ygtyýar berilmeyär.

**Otrisetel temperaturalardaky kebşirleme** – munda metallaryň we erginleriň sowuk temperaturalaryndaky üýtgemeleriniň fiziki mazmuny häzirki güne çenli doly öwrenilmedi. Şonuň üçin bu mesele boýunça ygtybarly we ýeke-täk maslahatlar (talaplar) ýokdur. Diňe minus temperaturalardaky çäklendirmeler bardyr, olar hem ähli konstruksiýalar üçin ulanylmaýar. Metalyň zarba ýelmeşegenliginiň birden peselmegi, gatylygynyň peselişi we wagtlaýyn garşylygyň azalmagy berkligiň hasap görnüşlerini ýaramazlaşdyrýar.

Sowuk metal kebşirleme seplerinde we kebşirleme prosesiniň elementlerinde erkin giňelip we daralyp bilmeýär. Sowukda ( $-5^{\circ}\text{C}$ ) kebşirleme tehnologik işleri amala aşyrylanda dürli gyzdyrma usullary ulanylýar. Bu kebşirleme zonasyndaky temperaturany peseltmezlik üçin ulanylýar. Bolmasa sep çalt sowap, mehaniki häsiýetleri peselýär.

### 6.3. Kebşirleme işleriniň hilini barlamak

Barlagyň maksady kebşirleme sepleriniň, birleşmeleriniň we konstruksiýalaryň kemçilikleriniň barlygyna, ýoklugyna seretmekden durýar.

## **Barlagyň görnüşleri**

- giriş;
- operasion - periodik (käte hemişelik);
- taýýar önüme gözegçilik;
- kebşirleýjiniň hünärine gözegçilik.

**Giriş gözegçiligi** deslapky materiallary, enjamlary, üpjünçiligi işiň başynda barlamagy göz önünde tutýar. Deslapky materiallar – esasy metalyň, elektrodларыň, flýusyň, kebşirleme siminiň, gorag gazynyň we ş.m. ölçeglere degişli hil sertifikatlary bolmalydyr. Aýratyn we jogapkärçilikli ýagdaýlarda alyjy materiallaryň degişli sertifikatlaryny barlap biler.

**Operasion - periodik** – bu iş prosesinde iş 100% gutarylandan soň, kebşirlemeden öň gurnama operasiýalarynyň aýratynlyklaryny barlamakdyr. Käbir önümlerde operasion barlag hemişe geçirilýär. Şeýle barlag detallary, kebşirleme materiallarynyň ýagdaýyny, üpjünçiligi, gurallary, kebşirleme düzgünlerini, gurnalýan şaýyň ölçegini, birleşmelerdäki çatlary, kebşirlenilýän ernekleriniň ululygyny barlamagy göz önünde tutýar. Kebşirlemäniň hilini barlamak üçin käte işleýän we önünden duýdurylmadyk kebşirleýjä kebşirleýän materialyna meňzeş nusga berilýär we iş şertleri hem-de düzgünleri üýtgedilmeýär. Soňra nusgany synap görýärler we hil babatynda karar kabul edilýär. Bu usul netijelidir. Barlagyň usullary, möçberi, serişdeleri her bir operasiýanyň ahyrynda tehproseslerde gorkezilýär.

**Kebşirleýjiniň hünärini barlamak**, aýratyn hem, döwlet gözegçilik gullugy tarapyndan göz önünde tutulan işleriň ýerine ýetirilişinde has hem möhümdir. Şeýle işlere aşakdakylar degişlidir:

- yük göteriji kranlar;
- gaz geçirijiler;
- +115°C ýokary temperaturaly suw gyzdyryjy gazanlar;
- bug gazanlary we köpsanly beýleki önümler.

Kebşirleýjiler we inžener-tehniki kadrlar (tehnologlar, konstruktorlar, ussalar) ýörite attestasion merkezlerde okuw geçip we synag tabşyryp, degişli resminamany almalydyrlar. Kebşirleýjiniň hünäri, başarnyklary hili gazanmakda ýa-da önümiň kemçiliginde kesgitleýji faktor bolup durýar. Meselem, turbalaryň kebşirlemesindeki kemçiliklerde 7% esasy günä kebşirleýjä degişlidir.



**Taýýar önümiň barlagy** – kemçilikleri ýüze çykarmak we olary aradan aýyrmagyň çäreleri. Käte ýüze çykarylan kemçilikler öňki amala aşyrylýan hereketiň täsiri astynda bolýar. Bu kemçilikler kebşirlemäni taýýarlamakdaky, gurnalandaky çatlaryň uly bolmagy ýaly kemçiliklerdir. Çyzgydaky ölçegleri we tehprosesler tarapyndan göz önünde tutulýan beýleki talaplary barlamaly. Tehproses ýok wagtynda çyzgyny barlamaly. Taýýar önümiň kabul edilişi resminama esasynda amala aşyrylýar. Uniwersal gurally sepleriň ölçegi, kebşirleme materialynyň diametri (elektrod, sim), faskanyň kebşirlemä taýýarlanan burçuny we birleşmeleriň çatlaryny ölçemekte kebşirleýjiniň köptaraply şablony ulanylýar.

#### 6.4. Kemçilikleriň görnüşleri

Häzirki döwre çenli hiç bir kemçiliksiz kebşirleme önümçiligi mümkin däl, şonuň üçin kada görä ygtyýar berilýän kemçilikler bardyr.

Kebşirleme birleşmeleriniň kemçilikleri daşky we içki kemçiliklere bölünýär:

##### ***Daşky kemçilikler***

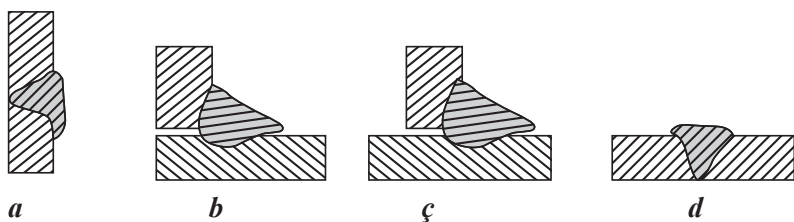
- sepiň ölçegleriniň we şekiliniň bozulmagy;
- kesikler;
- çendenaşa eremeler;
- krater sepiň soňundaky çuňluklar;
- ýanyklar.

##### ***Içki kemçilikler***

- gözenekler;
- metal ergininden galan galyndynyň goşundylary;
- eremän galan ýerler;
- çatlar;
- gurluşdaky kemçilikler.

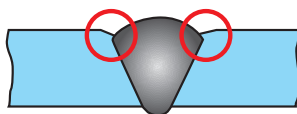
**Daşky we içki kemçilikleriň emele geliş sebäpleri hem-de olary düzetmek**

**Kesikler** – bular ýokarlandyrylan ýa-da peseldilen tok sebäpli, şeýle hem kebşirleýjiniň biliminiň ýeterlik bolmazlygy sebäpli ýüze çykýar.



**28-nji surat. Seplerde metalyň eräp akması:**

*a* – dikligine; *b* – burç birleşmesinde; *ç* – tawro birleşmesinde; *d* – arasy kesik birleşmesinde

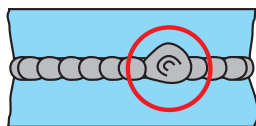


**29-njy surat. Kesik kemçiliginiň görnüşi**

**Krater** – kebşirleýjiniň ätiýaçsyzlygy sebäpli emele gelýär. Sepiň ölçegleriniň we şekiliniň bozulmagy, kebşirleýjiniň ünsüzligi sebäpli ýa-da kebşirlemäniň nädogry düzgünleri, biliminiň ýeterlik bolmazlygy sebäpli peýda bolýar.

Kesikler, kraterler kebşirleme bilen düzedilýär. Gözenekler (gaz bilen doldurylan boşluklar) kebşirlenilýän erňekleriň hapalanmagyndan, elektrodларыň, flýusyň çyglylygy, gorag gazynyň ýeterlik goralmazlygy, kebşirleme tizliginiň ýokarlandyrylmagy sebäpli emele gelýär.

Ähli kebşirleme sepinde içki we daşky gözeneklere ygtyýar berilýän ölçeg, olaryň arasyndaky aralyk we mukdar bardyr. Bu kadalar önümiň tehniki şertlerinde görkezilýär. Bu kadalar dürli-dürlüdür. Ýol berilmeýän gözenekleri aýyrmaly we soňra kebşirleme bilen düzetmeli.

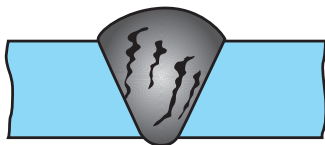


**30-njy surat. Krater kemçiliginiň görnüşi**

**Metal ergininden galan galyndy goşundylary** – bu sepiň metallaryndaky kiçeňräk mukdarlar bolup, metal däl maddalar bilen dol-

durylandyr. Metal ergininden galan galyndy goşundylary kebşirleme togunyň ýetmezliginden, kebşirleýjiniň tejribesizliginden, elektrody nädogry ugrukdyrmak, käte bolsa elektrodyň pes hilinden ýa-da galyň örtüğinden emele gelýär. Adatça, metal ergininden galan galyndy goşundylary aýrylýar we soňra kebşirleme bilen düzedilýär.

Eremän galan ýerler, adatça, gowy arassalanmadyk ýerli kemçilik, kebşirleme dugasynyň magnit meýdanlarynyň täsiri bilen gyşarmagy, elektrodalaryň ýeňil ereýän ýagdaýynda kebşirleme düzgünleriniň nädogry alnyp barylmany, duganyň tok çeşmesiniň durnuksyz işi, birleşmelerdäki çatlaryň azlygy, doly aýrylmadyk metal ergininden galan galyndy sebäpli emele gelýär. Olary aýryp, gaýtadan eredip kebşirlemek arkaly düzetmek mümkin.



31-nji surat. Çat kemçiliginiň görnüşi

**Çatlar** – iň howply we ýol berilmeýän kemçilik. Çatlar içinde we daşynda bolup bilýär. Olar köp zatlar bilen baglanyşyklydyr. Meselem, polatdaky uglerodyň we legirleýji elementleriň mukdaryndan, elementleriň berkliliginden, sowamanyň ýokary tizliginden, kebşirleme materiallaryndaky uglerodyň mukdaryndan, kebşirleme sepleriniň amatsyz ýerleşmeginden, toguň ýokary dykzlygyndan, pes temperaturaly kebşirlemeden emele gelip bilýär. Şeýle sebäpleriň köplügi üçin ýeke-täk sebäbini tapyp bolmaýar we sebäpleri toplumlaýyn aradan aýyrmaly bolýar. Çatlar howply kemçilik bolandygy üçin, olara ýol berilmeýär. Kemçilikler hemişe şol bir kebşirleme usuly we kebşirleme materialy bilen düzedilýär.

## 6.5. Kemçilikleri ýüze çykarmagyň usullary

### 6.5.1. Deslapky we dowamyndaky barlag

**Daşky gözegçilik** – bu hiç hili serişdesiz, 7 esseden köp ulaltmaýan lupanyň kömegi bilen geçirilýär. Çatlar, kesikler, sepiň tekizligi we ölçegleri barlanylýar. Bu operasiýa ýönekeýdir, emma täsirlidir.

**Mehaniki barlag** – bu nusgalaryň zarba çydamlylygynyň DS-e laýyklykda uzadylmagyny barlamakdyr.

**Gidrawliki barlaglar** suwuň ýa-da ýagyň prosesdäkiden 25-50%-den artyk bolmadyk basyşynda amala aşyrylýar. Bu barlag bilen sepiň dykzlygy, şeýle hem konstruksiýanyň dykzlygy barlanylýar.

**Pnewmatiki barlag** – munda gysylan howa bilen gaby doldurmary. Bu ýönekeý, çalt we amatly usuldyr. Meselem, propan üçin kebşirleme ballonlary barlanylýar. Howa bilen doldurylandan soňra ballony suwly gaba salyp, dykzlygy barlanylýar we howa köpükleriniň barlygyna-ýoklugyna seredilýär. Munda berklik barlanylýar.

**Wakuum usul bilen barlamak** – gapda emele gelen barlag gazynyň fiksasiýasynda ýa-da barlanýlan önümiň ýapyk gabynda wakuumyň peselişiniň registrasiýasyna esaslanýar. Bu proses çylşyrymly bolup, üst eredijiler bilen ýuwlup, soňra süpürilmeli, käte bolsa ýalpyldaýança ýylmamaly, soňra bolsa barlag geçirilýän üstde wakuum kamera goýulýar we wakuum emele getirilýär.

**Kerosin bilen barlamak** – kebşirleme seplerine kerosin çalyp, az-kem saklamaly, eger dykzlyk bolmasa, kerosin sepiň ters tarapynda hek örtükde sary tegmil bolup bildirýär. Proses ýönekeý bolsa-da, ygtybarlydyr.

**Ammiak bilen barlamak** – barlag geçirilýän sepler 5%-li suwly azot-kislotaly simap ýa-da fenoltalein siňdirilen kagyz, ýa-da hasa lenta bilen örtülýär. Önüme ammiak bilen garyndyly howa bellibir basyşa çenli berilýär. Sepiň dykz däl ýerlerinden geçende ammiak kagyzda gara ýa-da gyzyl tegmil galdyrýar.

**Syzyjylygy gözleýjiler bilen barlamak.** Munda geliý syzyjylygy gözleýjiler ulanylýar. Barlag geçirilende synalýan gabyň içinde çuňňur wakuum döredilýär, daşynda bolsa kebşirleme seplerine gelili howa garyndysy bilen üflenilýär. Dykzlygyň yok ýerinde geliý gabyň içine, soňra bolsa syzyjylygy gözleýjä girýär.

**Metallografiki barlaglar** – bu kebşirleme birleşmesini 110, 400 esse ulaldyp, mikroskop astynda ýörite şlifer bilen öwrenmekdir. Zerur bolanda bu gurluşlar surata düşürilýär.

### 6.5.2. Radiation defektoskopiya

**Rentgen şöhleleri bilen barlamak.** Bu şöhleler bilen galyňlygy 500 mm bolan metaly hem barlamak bolýar. Barlag prosesinde fotoplýonkada kemçilikleri tapyp, surata düşürmek mümkindir. Rentgen we gamma şöhleleri bilen barlagyň kemçiligi olar köp mukdarda ulanylanda howply bolýar. Barlagda şöhle sepe perpendikulýarlykda gönükdirilýär.

**Gamma şöhleleri bilen barlamak.** Içki kemçilikleri ýüze çykarmak üçin gamma şöhleleri ulanylýar. Kebşirleme seplerini barlamak üçin emeli radioişjeň maddalar (izotoplar), meselem, kobalt 60, seziý 137 ulanylýar. Gamma şöhle ýaýradyjylary ýörite goragly konteýnerlerde saklanylýar we olar bilen işlenilende sanitar inspeksiýasynyň düzgünnamalaryna we kadalaryna eýermelidir.

**Rentgen we gamma şöhle ýaýradyjylary** adamlar üçin howpludyr, şonuň üçin olar bilen işlenilende aýratyn jaýlarda we ýörite düzgünlere eýerilmelidir.



32-nji surat. Radiation defektoskopiya bilen barlagyň geçirilişi

Zähmeti goramagyň talaplaryna laýyklykda bu desgalarda işleýän hünärmenler ýörite hasaba alynýarlar. Tokly şöhle ýaýradyjy çeşmede iş wagtynda şöhle almagyň ýol berilýän mukdary hepdede 0,1 rentgendir (halkara rugsat berilýäni sagatda 0,3 rentgen).

Radiation defektoskopiýanyň perspektiw görnüşi kseroradiasiýadyr. Onda kemçiligi ýüze çykarmak üçin üstüne fotogeçiriji gatlak çalnan polat plastinka ýa-da alýumin folga ulanylýar. Plas-

tinany öňünden zarýadlandyrmaly. Rentgen ýa-da gamma şöhle ýaýradyjylarynyň täsiri bilen kseroplastina elektrik zarýadyny ýitirýär. Galan zarýad şöhläniň intensiwliginden azdyr. Şonuň üçin şöhläniň intensiwligi kemçilik ýerlerinde has ýokary bolup, bu ýerlerde zarýad az bolýar. Bular bolsa kseroplastinada gizlin elektrostatik şekili emele getirýär. Gizlin elektrostatik şekil öňünden elektrizlenen toz talk (tehnika we medisina ulanylýan, açyk reňkli ýumşak poroşok) bilen tozanlandyrylýar. Muňa 10-40 s sarp edilýär. Kseroradiografik plastinany elektrizlemegiň möhleti 10-120 s. Plastinadaky zarýad 30 minut saklanylýar.

### 6.5.3. Ultrases defektoskopiýasy

Barlagyň ultrases usuly ultrases tolkunlarynyň dürli akustik aýratynlyklary bolan iki tekiz gurşawyň çäklerindäki häsiýetine esaslanýar. Önümiň aşak ýüzünden serpigip, ultrases yzyna serpigýär we anyklaýjy (datçik) gelip, elektrik yrgyldylara öwrülýär, soňra elektron şöhle ekrana ugradylýar. Kemçilik ýüze çykarylanda ultrases yrgyldylary ýoýulýar, bu elektron şöhle enjamyň ekranynda görünýär.



33-nji surat. A1214 Expert ultrases defektoskopiýa barlag enjamy

Bu ultrases barlagyň kemçiligi: kemçiligi anyklamak çylşyrymly bolup, austenit polat, çöýun, iri däneli metallaryň önümlerinde ulanmak çäklendirilendir we kiçi galyňlykdaky (4 mm-e çenli) polatlary barlamak mümkin däldir.

#### 6.5.4. Magnit defektoskopiýasy

Kebşirleme seplerini magnit usuly arkaly barlamakda barlanylyan desganyň içinden geçilende kemçilik ýerlerinde akym gyşarýar, gapdala serpigýär we önümiň magnitli ýerleri ýörite enjam - magnit defektoskopy bilen anyklanylýar.

Eger barlanylyan zona ferromagnit tozy sepilse, defektiň bar ýerlerinde toz üýşüp durýar. Önümiň töwereginde magnit meýdanyny hemişelik togy geçirmek arkaly döretmeli. Magnit usuly bilen diňe ferromagnit materiallaryndan bolan önümleri barlap bolýar. Hromnikel polatlary, mis, alýumin magnitli däldir we magnit barlagyna tabyn bolmaýar.

Magnit akymyny registrirlemegiň usulyna baglylykda aşakdaky magnit usullary bolup, olar kebşirleme önümçiliginde ulanylýar:

- magnit tozy;
- magnitgrafik.

**Magnit toz usuly.** Bu usulda magnitlenen detallaryň üstüne ferromagnit poroşogy kerosin, ýag, sabyn ergini ýa-da magnit aerosoly bilen garylyp çalynýar. Magnit meýdanlarynyň çekiş güýjüniň täsiri bilen pytran tozlar detalyň üstünde ýerleşýär we kemçilikleriň üstünde üýşýärler. Olaryň şekili bolsa kemçiligiň ölçegini aňladýar.

**Magnitgrafik barlagy.** Bu usulda barlanylyan detalyň kebşirleme sepini we zonany magnit meýdanyny magnit lentasyna ýazdyryp, soňundan alnan maglumaty ýörite magnitografik defektoskoplaryň enjamlary bilen hasaplamaly. Bu usuly birleşmelerde, eretme arkaly ýerine ýetirilen kebşirleme seplerinde, magistral turbageçirijileriň seplerinde ulanmak maslahat berilýär.

**Barlag şu operasiýalardan ybaratdyr:**

- barlanyljak üsti taýýarlamak;
- sepe magnit lentasyny oturtmak, lentany maýyşgak «ýassyk», rezin guşak bilen gysdyrmak;
- barlanylyan önümi magnitlendirmek;
- barlagyň netijeleriniň aýdyňlaşdyrmasy, munuň üçin defektoskopyň hasaplaýjy guralyna magnit lentasyny oturdyp, defektoskopyň ekranlaryndaky signallar boýunça kemçilikleri ýüze çykarmaly.

Önümdäki kemçilik näçe çuňlukda ýerleşen bolsa, şonça ýaramaz ýüze çykarylýar.

### **Barlagyň kapillýar usuly**

- lýuminessent defektoskop usuly käbir maddalaryň ultramelewşe şöhleleriň astynda şöhlenenme aýratynlygyna esaslanýar;
- reňkli defektoskopiýa, munda kemçilik zonasynda gündizlikdäki ýagtylykda göze görünýän reňklendirijiler ulanylýar.

Kapillýar usul önümiň üstki gatlagyndaky üznüksizligi anyklamak üçin niýetlenilendir. Käte göz bilen görüp bolmaýan kiçilikdäki kemçilikleri tapmaly bolýar. Kontrastlygynyň ýetmezçiligi sebäpli, optiki enjamlary ulanmak hiç hili netije bermeýär.

Kapillýar defektoskoplaryň mazmuny şundan ybaratdyr, ýagny önümiň ýüzüni hapalardan arassalap guratmaly. Şondan soňra oňa penetrant gatlagy çalynýar we suwuklygyň bar bolan kemçilige siňmegi üçin 5 minut saklamaly. Soňra siňmän galan suwuklygy arassalamaly. Kemçiligiň ýüze çykarylyşyny ýokarlandyrmak üçin önümiň ýüzüne suwuklyk aýrylandan soňra ýörite tiz guraýan (kaolin, kollodiýa) ýa-da lak örtükler çalynýar. Olar penetraty kemçilik boşlugynda çekip alyp, özünde kemçiligiň yzyny saklap galýar. Bu lupasyz hem görünýär. Bu usulyň fiziki esasy kapillýar işjeňlik hadysasydyr, ýagny suwuklygyň ownujak deşiklere, çatlara, kanallara girip bilmek ukybydyr. Suwuklygyň siňiş çuňlugy we tizligi näçe ýokary bolsa, sonça kapillýaryň radiusy kiçi bolýar.

Barlag prosesi üsti taýýarlamakdan, defektoskopik material çalmakdan, kemçiligi ýüze çykaryp, önümi doly arassalamakdan ybaratdyr.



## VII BAP KEBŞIRLEÝJILERIŇ HÜNÄR SYNAGY

### 7.1. Umumy maglumat

Tehniki enjamlaryň adamlar we daşky gurşaw üçin howplulygyny göz önünde tutmak bilen olardan önüm öndürilende ýokary hilli taýýarlyk talap edilýär.

Dürli maksatly howply tehniki enjamlar üçin tehniki şertler köpdür, meselem, ýük göteriji maşynlaryň metal konstruksiýalarynyň düýpli abatlaýyş işleri üçin tehniki şertler.

#### **Aýratyn howply tehniki desgalaryň sanawy**

Bu desgalarda hünär synagyny geçen kebşirleýji tarapyndan kebşirleme amala aşyrylýar. Bu resminama ähli önümçilik we onuň görnüşleri üçin hökmanydyr.

*11-nji tablisa*

#### **Hünär synagyny geçen kebşirleýji tarapyndan kebşirlenilýän işleriň sanawy**

Aýratyn howply tehniki desgalaryň topary	Tehniki enjamlaryň toparyna girýänleriň sanawy
1	2
Göteriji-transport desgalar	1. Ýük göteriji kranlar 2. Turbagoýujy kranlar 3. Manipulýator kranlar 4. Liftler 5. Ýük alyjy desgalar 6. Eskalatorlar 7. Göterijiler (wyşkalar) 8. Ýüp ýollary, agregatlary, mehanizmleri we detallary 9. Gurluşyk göterijileri 10. Ýolagçy konweýerleri 11. Göteriji-transport desgalar üçin metal konstruksiýalary

1	2
Gazan enjamlary	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bug gazanlary, buguň basyşy 0,07 mPa-dan ýokary bolmaly we 115°C ýokary suw gyzydýrýjy gazanlar</li> <li>2. Bug we gyzgyn suw geçiriji turbalar, olaryň bug basyşy 0,07 mPa-dan ýokary bolmaly we 115°C-den ýokary</li> <li>3. 0,07 mPa-dan ýokary basyşly gaplar</li> <li>4. Armatura we goraýjy desgalar</li> </ol>
Gaz enjamlary	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Içki gaz üpjünçilik ulgamynyň turbageçirijileri</li> <li>2. Pes, orta we ýokary basyşly polat we metal däl gaz turbageçirijileri</li> <li>3. Gazanlaryň, tehnologik çyzygylaryň we agregatlaryň gaz enjamlary</li> <li>4. Gazgorelka desgalary</li> <li>5. Gaply we tokly suwgyzdyryjylar</li> <li>6. Enjamlar we peçler</li> <li>7. Metal materiallaryndan armaturalar we goraýjy enjamlar</li> </ol>
Nebitgaz burawlaýjy enjamlar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nebitgaz senagatynyň, burawlaýjy we gazy gaýtadan işleýji enjamlar</li> <li>2. Geogözleýji we geofiziki işler üçin enjamlar</li> <li>3. Nebitgaz akydýrýjy turba agregatlary we olaryň şaýlary</li> <li>4. Magistral turbageçiriji transport</li> <li>5. Senagat nebitgaz geçirijileri</li> <li>6. Kompresor stansiýalarynyň tehnologik turbageçirijileri</li> </ol>
Metallurgik enjamlar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Domen, koks, polat enjamlar</li> <li>2. Tehnologik enjamlar, gara we reňkli metallar üçin turbageçirijiler</li> <li>3. Gara we reňkli metallar hem-de erginleri öndürmek üçin tehniki enjamlar</li> <li>4. Polat we reňkli polady guýmak üçin maşynlar</li> <li>5. Turbasozujy agregatlar</li> </ol>

1	2
Himiki, nebithimiýa, nebiti gaýtadan işleýiş we partlama ot howply önümçilikleriň enjamlary	1. 16 <i>mPa</i> çenli basyşly himiki, nebithimiýa, nebiti gaýtadan işleýiş enjamlary 2. Wakuum astynda işleýän basyşly, himiki, nebithimiýa, nebiti gaýtadan işleýiş enjamlary 3. Zäherli we ýangyn howply maddalary saklamak üçin rezerwuarlar 4. Izotermiki saklaýjylar 5. Kriogen enjamlar 6. Ammiakly sowadyjy enjamlar 7. Peçler 8. Kompresor we nasos enjamlary 9. Sentrofugalar, separatorlar 10. Utilizirleýji gazanlar 11. Energotehnologik gazanlar 12. Turbageçiriji armaturalar we goraýjy enjamlar 13. Tehnologik turbageçirijiler we detallary
Howply ýükleri daşamak üçin enjamlar	1. Howply ýükleri daşamak üçin ýöriteleşdirilen konteýnerler 2. Sisternalar 3. Ekipaž bölümi

## 7.2. Kebşirleýjileri we kebşirleme önümçiliginiň hünärmenleriniň hünär synagy

### 7.2.1. Hünär synagy boýunça käbir soraglara gysgaça teswirnama

Kebşirleme konstruksiýalarynyň hili ony taýýarlamagyň tehnologik prosesine gatnaşan hünärmenleriň bilimine bellibir derejede bagly bolup durýar. Bu daş-töwerek üçin howply bolan tehniki gurluşlaryň kebşirinde aýratyn möhümdir.

Şonuň üçin oňa gatnaşyjylar hünär synagyndan geçirilýär. Hünär synagy döwlet gözegçiligi edaralarynyň ygtyýarnamasy bolan özbaşdak synag merkezlerinde geçirilýär.

Düzgünler hünär synaga resminamalarynyň tipli görnüşini öz içinde jemleýär:

- protokollaryň formasy;
- kebşirleýjileriň hünär synaga şahadatnamalary;
- hünär synagy üçin arza;
- synag döwründäki kebşirlemeleriň žurnaly.

Kebşirleme esasy we kebşirleme materiallary üçin normativ-tehniki resminamalaryň esasynda bahalandyrylýar.

Synagda dalaşgär üç synag tabşyrmaly:

– umumy (başdaky taýýarlykda);

– ýörite gözegçilik desgalaryndan edilýän talaplary bilmek boýunça synag;

– amaly kebşirleýjiler üçin ýa-da inžener tehniki işgärler üçin gözegçilik desgalaryndan edilýän talaplary bilmek boýunça synag.

Düzgünler kebşirlemäniň eretme usulyňa esaslandyrylandyr, emma beýleki usullaryny hem ulanmak bolar.

Kebşirleýjileriň hünär synagy ulgamy hünär taýýarlygynyň 4 derejesini tapawutlandyrýar:

- I dereje – kebşirleýji;
- II dereje – ussa-kebşirleýji;
- III dereje – tehnolog-kebşirleýji;
- IV dereje – inžener-kebşirleýji.

Derejäni almak hünär derejesini aradan aýyrmaýar.

### **Hünär ussatlygynyň taýýarlygyna edilýän talaplar**

1. Dalaşgär hünäri boýunça umumy bilime, hünär taýýarlygyna (mekdep we hünär boýunça resminama) we gerekli iş tejribesine eýe bolmaly.

I dereje – orta, doly däl orta, kebşirleýji hünäriniň resminamasy, iş tejribesi 12 aý.

II dereje – orta, orta hünär, ýokary hünär, degişlilikde iş tejribesi 12 we 24 aý.

III dereje – ýokary hünär, kebşirleme önümçiligi boýunça orta hünär, degişlilikde iş tejribesi 24 we 36 aý.

IV dereje – kebşirleme önümçiligi boýunça ýokary hünär, degişlilikde iş tejribesi 36 aýdan ýokary.

Iş tejribesi kebşirleme hünär synagy üçin görkezilendir. Synagdan öň kebşirleýjiler we hünärmenler ýörite taýýarlygy geçmelidirler.

### 7.2.2. Kebşirleýjiniň hünär synagy

Ähli kebşirleýjiler kebşirlemek boýunça synag tabşyryrlar. Synaglaryň 4 sany görnüşi bar:

- başlangyç;
- goşmaça;
- periodik;
- nobatdan daşary.

**Başlangyç** – bu hünär synagy ozal kebşirleme işlerine rugsady bolmadyk kebşirleýjiler üçin.

**Goşmaça** – bu synag başlangyç hünär synagyny tabşyran, ýöne entek kebşirleme işlerine rugsat berilmedik, şahadatnamasynda wagty görkezilmedik, örän çylşyrymly polatlaryň markalaryny kebşirlemekde ýa-da 6 aýlap kebşirleme işlerini ýerine ýetirmedi bolsa.

**Periodik** – ön ýanyndaky tabşyrylan hünär synagynyň wagty gutarmaga ýakynlaşanda tabşyrylýan synag. Bu hünär synagynda diňe ýörite we amaly synag tabşyrylýar.

**Nobatdan daşary** – bu synag kebşirleýjiniň tehniki düzgüni bozan ýa-da kebşirleme işleriniň hilini peselden halatynda wagtlaýyn hatardan çykarylan ýagdaýynda tabşyrylýar. Bu ýagdaýda umumy, ýörite we amaly synag tabşyrylýar.

Eger dalaşgär meýletin ýagdaýda synaga arza tabşyrsa, onda onuň azyndan 4-nji derejesi bolmalydyr.

**Kebşirleme önümçiliginiň hünärmenleriniň hünär synagy.** Hünär synagyna degişli bilim derejesi we iş tejribesi bolan inžener-tehniki işgärler goýberilýär. Bu synag hem ilkinji, goşmaça, periodik, nobatdan daşary diýlen toparlara bölünýär. Synagdan geçenler degişli görnüşli resminama şahadatnamasyny alýarlar. Ilkinji synagyň möhleti kebşirleýjiler üçin 2 ýyl, II we III derejeli hünärmenler üçin 3 ýyl, IV dereje üçin 5 ýyldyr.

**Umumy synag we ýörite synag adalgalarynyň düşündirilişi:**

**Umumy synag** – kebşirleme önümçiliginiň nazaryýetiniň esasy düzgünlerini we amalyýetini bilmek üçin edilýän synag;

**Ýörite synag** – anyk desgalaryň kebşirleme önümçiliginiň tehnologiýasynyň aýratynlyklaryny bilmek üçin edilýän synag.

Synag amaly synagdan başlanýar. Eger kebşirleýji synagdan geçmese, indiki synaga goýberilmeýär. Kebşirleýjä umumy synagda 20 sany sorag nazaryýetden, ýörite synagda bolsa 15 sany degişli kebşirleme usuly boýunça erkin sorag soralyar. Synag ýazmaça görnüşinde we goşmaça gürründeşlik esasynda geçirilýär. Eger kebşirleýji iň azyndan 80% soraga jogap berse, ol synagy tabşyran hasaplanylýar.

Eger kebşirleýji diňe amaly synagdan we bir nazary synagdan geçen bolsa, oňa birinji synagdan başlap bir ýylyň dowamynda, synag aýyndan bir aý soň gaýtadan geçmedik synagyny tabşyrmaga ygtyýar berilýär. Arzalarda kebşirleýjiniň ulanjak kebşirleme usuly görkezilýär.

Düzgünler listleriň we turbalaryň sepli we burçly birleşmeleriniň dört görnüşindäki (sepli, burçly, tawroly, atanak şekilli) kebşirlemesine hem degişlidir.

Kebşirleme konstruksiýalarynda ulanylýan ähli polat markalary (183 marka) kebşirmek tehnologiýasynyň çylşyrymlylygy boýunça 6 topara bölünýär. Eger-de kebşirleýji 4-nji topardaky kebşirlemesini başarsa, onda oňa 1, 2, 3-nji topara degişli islendik markaly polady kebşirmäge ygtyýar berilýär, emma 5-nji topara degişli polat markalarynyň kebşirlemesi üçin goşmaça hünär synagyna goýberilmeýär.

Düzgünde 3 sany alýumin erginleriniň topary, bir toparda mis, bir toparda bolsa latun bardyr.

El we mehanizmleşdirilen kebşirleme üçin gözegçilik edilýän birleşmeleriň plastinasynyň uzynlygy 300 *mm*-den az bolmaly däl, awtomatik kebşirlemede bolsa 450 *mm*-den az bolmaly däl.

Plastinalary kebşirmek üçin gurnamak işini hünär synagyndan geçýän kebşirleýji ýerine ýetirýär. Barlagdaky kebşirleme birleşmeleri bozulýan we bozulmaýan barlaga sezewar edilýär. Täze düzgünleriň aýratynlygy bolsa, sozulmak bilen birlikde barlanylýan nusgalaryň eplenilýänliginden ybaratdyr.

Döwme barlagy bolsa diňe radiografiki barlagyň deregine ulanylýar. Bu iki barlagy birwagtda ulanmak bolmaýar.

Wizual barlag guralсыз göz bilen ýa-da sepi 4-7 esse ulaldýan lupalar bilen geçirilýär.

Eger önüm üçin toparlaryň hiç haýsysyna degişli bolmadyk polat ulanylsa, onda diňe şol poladyň detallary üçin ulanylýan kebşirlemäniň aýratyn hünär synagy geçirilýär.

Hünär synag şahadatnamasy aşakdaky ýagdaýlarda öz güýjüni ýitirýär:

- möhleti dolsa;
- kebşirleme boýunça işde 6 aýdan gowrak işlemese;
- lukman barlagynyň ters netijesi;
- kesgitlenilen talaplara işiň hiliniň gabat gelmezligi.

Şahadatnamanyň birinji möhletiniň dolmagy bilen ony kebşirleýjiniň iş ýerinden berlen häsiýetnama we lukman gözegçiliginiň oňyn çözgüdi bilen 1 ýyla çenli uzaltmak bolar, emma iki gezekden artyk yzly-yzyna resmileşdirmek bilen uzaldyp bolmaýar.

Iki möhletiň dolmagy bilen (4 ýyl) döwürleýin hünär synagy doly durky bilen geçirilýär.

**Kebşirleme önümçiliginiň hünärmenlerini howpsuzlyk boýunça hünär synagundan geçirmegiň düzgüni:**

Önümçilik işiniň desgalary boýunça Döwlet gözegçilik gullugynyň howpsuzlyk düzgünlerini bilşi barlanylýar.

Kebşirleme önümçiligi boýunça ýokary tehniki ýa-da orta tehnik bilimli we öz ugry boýunça işleýän hünärmenler umumy synagy tabşyrmakdan boşadylýar.

Umumy synagda hünärmene 30-50 sorag, ýörite ugur boýunça 20-30 erkin saýlanan sorag berilýär we ol öz önümçilik ugruna degişlilikde amaly ýumşy ýerine ýetirýär.

Döwlet gözegçilik gullugynyň howpsuzlyk düzgünleri boýunça synag aýratyn synag biletləri boýunça tabşyrylýar. Synagyň geçiriliş düzgüni kebşirleýjileriňki bilen birmeňzeşdir.

Hünärmen soraglaryň 80%-ne jogap berip, amaly ýumşy ýerine ýetiren bolsa, synagy tabşyran hasaplanýlar.

Eger hünärmen bir ýa-da iki synagdan geçip bilmese, onda oňa 6 aýyň dowamynda gaýtadan tabşyrmaga rugsat berilýär.

Hünär synagundan geçen hünärmenler şahadatnama alýarlar. Şahadatnamanyň birinji möhleti dolsa, iş ýerinden berlen görkezme esasynda şahadatnamany beren hünär synag merkezi tarapyndan möhleti uzaldylýar.

Şahadatnamalar II we III derejeli hünärmenleri bir ýyl, IV derejeli hünärmenlere 2,5 ýyl uzaldylýar. II we III derejeli hünärmenler üçin üç gezek, IV derejeli hünärmenler üçin iki gezek uzaldylýar.

Doly möçberli hünär synagy şahadatnamanyň iki möhletiniň dolmagy bilen geçirilýär (ýagny 3+3 ýa-da 5+5 ýyl).

Temalar nazary mazmunly aşakdaky esasy bölümlerden ybaratdyr:

- kebşirleme usullary we enjamlary (7 sany esasy sorag);
- materiallaryň görnüşi we olary kebşirlemegiň usullary (8 sany esasy sorag);
- kebşirleme konstruksiýalary (5 sorag);
- obýektleriň görnüşi boýunça kebşirleme işlerini ýerine ýetirmegiň önümçiligi we tehnikasy (10 sorag);
- materiallaryň görnüşi we kebşirlenijilik (11 sorag).

Her bir dereje üçin soraglaryň mazmuny dürli-dürlüdür.



## VIII BAP

### KEBŞIRLEME ÖNÜMÇİLIGINDE ZÄHMET HOWPSUZLYGY

#### 8.1. Kebşirleme önümçiliginiň arassaçylyk häsiýetnamasy we esasy howpsuzlygy

Kebşirlemede, kesimde, eretmede we galaýyda dem alyş howa gurşawy tozan, zyýanly gaz we bug, meselem, gaz görnüşli florly birleşmeler, uglerodyň okisi, marganesiň ikili okisi, azotyň okisleri düzüminde bolan kebşirleme aerorozly we beýleki zyýanly maddalar bilen hapalanyp bilýär.

Iş ýerindäki dem alyş zolagynda zyýanly maddalaryň bolmagy işgärlerde hünär keselleriniň (pnewmokonioz, intoksikasiýa we ş.m.) döremegine getirýär.

Işgärlere ultrasesleriň ýokary güýji hem täsir edip biler, meselem, ultrases kebşirlemesinde ýa-da metallaryň plazma bilen gaýtadan işlenilişinde.

Elektrik enjamlarynyň nädogry ulanylmagy elektrik togunyň urma howpuny döredip bilýär.

Kontaktly kebşirlemede işgärler üýtgeýän magnit meýdanlarynyň täsirine duçar bolup bilerler. Käbir enjamlar önümçilik ýerlerinde ýokary ýygýlygy bolan elektromagnit meýdanyny döredip bilýär.

Elektron-şöhle gurluşlaryndaky işler ýumşak rentgen şöhlenmesiniň döremegi bilen baglanyşyklydyr.

Zyýanly ionlaşdyryjy şöhlenenmeleriň çeşmeleri gorag gazly kebşirlemede ulanylýan torirlenen wolfram elektrodlary we kebşirleme birleşmeleriniň gamma-defektoskopiýasynda ulanylýan radioaktiw garyndylar bolup biler.

Kebşirleme dugasynyň we plazmanyň güýçli ultramelewşe we ýagtylyk şöhlenenmeleriniň göze täsir eden ýagdaýynda işgärde elektroftalmiýa döräp biler. Infragyzyl şöhlesiniň uzak wagt täsiriniň netijesinde bolsa hrustaljik bulaşýar, ýagny katarakt döreýär. Kebşirleme önümçiliginde ýanyjy gazlar we kislorod ulanmak, basyş astynda işleýän gaplary ulanmak hem howp döredip bilýär.

Açyk gaz oduny, açyk duga we plazma akymyny ulanmak, kebşirleme we kesimde suwuk metalyň we metal ergininden galan galyndynyň syçramagy diňe bir ýanyk döretmän, eýsem, ýangynyň döremegine hem getirip bilýär.

Kebşirleme önümçiliginde dürli işleri guramak we ýerine ýetirmekde howply faktorlary aradan aýyrmak zerurdyr, eger bu mümkin däl bolsa, olary bitaraplaşdyrmagyň we olardan goranmagyň çärelerini görmeli. Kebşirleme önümçiliginde iş zolagyndaky howada zyýanly maddalaryň bolmagy howpludyr.

Adam organizmine täsir ediş derejesi boýunça olary dört görnüşe bölýärler:

- I– juda howply;
- II– howplulygy ýokary bolan;
- III– az-kem howply;
- IV– az howply.

Ýol berilýän aerazol konsentrasiýasynyň ýa-da zyýanly maddalaryň buglarynyň çäginı adamyň saglygyna salýan howpy boýunça kesgitlemek bolar.

Meselem, alýumin okisiniň ýol berilýän çäk konsentrasiýasy  $4 \text{ mg/m}^3$ , wolfram, wolfram karbidiniňki-6; marganes-0,3; nikel-0,1; gurşun-0,01; angidrid hromy, hromatlar-0,01; ftorly birleşmeler-0,5; titan we onuň ikili okisi-10; berilliý we onuň birleşmeleri-0,001, sink buglary-0,01; we ş.m. Bu ýerden görnüşi ýaly, hrom-nikel (poslamaýan) elektrodлары howpludyr. Bu elektrodлар bilen kebşirlemede gowy tüssesorujy bolmasa, kebşirleýjiniň jan saglygyna howp döreýär.

Sink buglary bölünip çykýan latuny eretme we kebşirleme aýratyn howpludyr. Bularda hem ygtybarly tüssesorujy bolmalydyr.

Kebşirleme aerzollaryny ygtyýar berilýän çäge getirmek üçin zerur bolan howa mukdary bardyr. Meselem, AHO, O3C, MP markaly 1 kg sarp edilýän elektrod üçin (pes uglerodly poladyň kebşirlemesi) ortaça  $2500\text{--}6000 \text{ m}^3$  howa; poslamaýan elektrodлар üçin  $30000\text{--}60000 \text{ m}^3$  howa, gaty erginli elektrodлары eretmek üçin  $280000\text{--}350000 \text{ m}^3$  howa zerurdyr. Bu sifrler kebşirleme we eretmede ulanylýan elektrodларыň dürli markalarynyň howplulyk derejesini görkezýär.

Kebşirleýjileriň köpüsi, esasan, sowuk-salalyk ýa-da bilmezlik sebäpli zäherlenýär.

10-100 *kW* naprýaženiýede işleýän elektron-şöhle enjamlary tehnologiýa maksatlarynda ulanylmaýan rentgen şöhledenmesiniň çeşmelerine degişlidir. Elektron-şöhle enjamlarynyň elektron atyjylarynyň gorag galyňlygy maksimal düzgünler boýunça hasaplanylýar. Goragyň dozimetri ýylda bir gezek geçirilýär.

Metallaryň argon-duga kebşirlemesinde we plazma işlenişinde torirlenen wolfram elektrodлары ulanylýar. Şertli radiasion howp 5 *kg*, şeýle hem wolfram elektrodлары ýiteldilende we bir wagtda bir sehde ýerleşdirilen 5 iş ornunda kebşirlenilende döreýär.

1 *kg*-a çenli torirlenen wolfram elektrodларыny iş ýerlerinde saklamak üçin aýratyn talap ýokdur.

### **8.1.1. Önümçilik howpsuzlygy**

Kebşirlemede okuw okan, düzgünnama, bilim we howpsuzlyk synagyndan geçen, elektrohowpsuzlyk boýunça II-den kiçi bolmadyk hünär topary bolan we degişli şahadatnamasy bolan 18 ýaşdan ulular goýberilýär.

Elektroşlak kebşirlemesini ýerine ýetirmek üçin EŞK tehnologiýasy boýunça goşmaça okuwdan we howpsuzlyk talaplarynyň synagyndan geçen kebşirleýjiler we kebşirleýjileriň kömekçileri goýberilýär. Elektroşlak kebşirlemesini özbaşdak ýerine ýetirmäge kebşirleýjiniň kömekçisine ygtyýar berilmeýär.

Beýiklikdäki kebşirleme işlerine ýörite lukmançylyk gözegçiliginden geçen, beýige dyrmaşmak işlerinde iň azyndan bir ýyl iş tejribesi bolan we iň azyndan III kebşirleýji derejesi bolan işgärler goýberilýär.

Zenan zähmetiniň ulanylmagy gadagan edilen we kesgitlenilen tertipde tassyklanylan önümçiligiň sanawyna, agyr we zyýanly zähmet şertlerindäki hünär we işleriň düzgünine degişlilikde kebşirlemä zenanlar goýberilmeýär.

#### **Kebşirleme işleri geçirilende howpsuzlyk talaplary**

– kebşirleme işleri geçirilende tehniki howpsuzlygyň bozulmagy, köplenç, gynançly netijelere–ýangynlara, partlamalara we adamlaryň heläkçilige uçramagyna eltip bilýär.

– kebşirlemede şu şikesleriň hem alynmagy mümkin: elektrik toguň urmagy, metal ergininden galan galyndydan we metalyň damjalaryndan döreýän ýangynlar, mehaniki häsiýetli şikesler.

Bu ýagdaýlaryň ählisiniň öňüni almak üçin öňüni alyş çärelerini geçirmek hökmanydyr.

Tok çeşmesi we kebşirleme dugasynyň dugasy bilen bagly geçirijilerde ygtybarlylyk izolýasiýasy, kebşirleme enjamlaryň korpuslarynyň ýere gysga utgaşmasy (zazemleniýesi) wajypdyr.

Ýere gysga utgaşma (zazemleniýe) şular degişlidir:

- tok çeşmesiniň korpusy;
- enjam gutusy;
- goşmaça elektrik enjamlar.

Ýere gysga utgaşma simleriniň kesişmesi iň azyndan  $25 \text{ mm}^2$  bolmalydyr. Kebşirleme enjamlarynyň öçürilip ýakylmasy, abatlaýyş işleri bilen nobatçy elektromontýor meşgullanýar. Kebşirleýjilere bu işi ýerine ýetirmek gadagan edilýär.

Boş aýlanma pursadynda kebşirleme zynjyryny bölýän we saklaýja  $12 \text{ W}$  naprýaženiýe berýän ýokary naprýaženiýeli awtomatiki togy öçürüp, ýakyjy enjamly tok çeşmesini ulanmaly.

Gurat, gury ýörite lybasda we elliklerde işlemek. Ýapyk ýerlerde we dar bölümlerde işlenilende rezin köwüşleri we halyçalary,  $6\text{--}12 \text{ W}$ -dan ýokary bolmadyk naprýaženiýeli ýagtylyk çeşmelerini ulanmak hökmanydyr.

Kebşirleýjä işlemek amatly bolar ýaly şu maslahatlary ýerine ýetirmelidir:

- iri göwrümlü bölümleri gurnamak we kebşirlemek işi ýöriteleşdirilen ýerlerde ýerine ýetirilmeli we munda konstruksiýanyň her tarapyndan ýeterlik geçelgeler üpjün edilmelidir;

- beýiklikdäki uly göwrümlü kebşirlemede kebşirleýjiniň iş yeriniň daşynda kebşirleme enjamlaryny ýerleşdirmek üçin ýer taýýarlanylmaladyr;

- näsaz bolan ähli enjamlar naprýaženiýe astynda bolup biler we umumy gorag ýere gysga utgaşmasyna çykarylmalık bilen onuň özbaşdak ýerlenmesi bolmalydyr;

- ähli kebşirleme desgalary montýoryň gözegçiligi astynda bolmalydyr we elektrokebşirleme enjamlarynyň kemçiliklerini düzetmäge diňe montýoryň ygtyýary bardyr;

- iri göwrümlü önümler kebşirlenilende kebşirleme yerini umumy geçelgeler tarapyndan bentleýän gorag şitleri ulanylmalydyr.

## 8.2. Elektrohowpsuzlyk

Ähli kebşirleme enjamlary hereket edýän DS-e we «Elektrik enjamlarynyň gurluş düzgünlerine» gabat gelmeli.

Elektrokebşirleme ulgamyndan enjamlary birleşdirip aýyrmak işini elektrotehnik işgäri ýerine ýetirmelidir. Kebşirleýjiler elektrohowpsuzlyk boýunça okadylan we synagdan geçirilen bolmalydyr. Elektrosaklaýjy konstruksiýalary DS-iň talaplaryna gabat gelmelidir. Elde ýasalan elektrosaklaýjylary ulanmak gadagan edilýär.

Kebşirleme enjamynyň islendik tok çeşmesiniň korpusyny 6-8 mm diametrli bolt bilen ýerleşdirmelidir. Kebşirleme enjamynyň ýere gysga utgaşmasyndan başga-da, kebşirleme transformatorynyň ikinleş sargysynyň gysdyrgyjyny hem ýerleşdirmelidir.

Kebşirleme enjamyny dolandyryş gulluklarynda funksional maksadyny görkezýän anyk ýazgylar ýa-da şertli belgiler bolmalydyr.

Aýratyn howply şertlerde kebşirleme üçin niýetlenilen üýtgeýän we hemişelik tokly ähli elektrokebşirleme enjamlar naprýaženiýäni awtomatik öçürýän ýa-da ony 0,5 s saklaýan 12 W-a çenli çäklendirýän gurluş bilen üpjün edilmelidir.

Kondensatorlary saklaýan kebşirleme enjamynyň şaýlary awtomat kondensatorlaryň awtomat razrýady bilen üpjün edilmelidir. Önümçiligiň ýerli ýşyklandyryjylaryň naprýaženiýesi 36 W-dan geçmeli däl, daşalýan ýşyklandyryjylaryňky 12 W bolmalydyr.

### 8.2.1. Gaz kebşirleme enjamlarynyň we ulgamlarynyň howpsuzlygy

Gaz kebşirleme gurluşlary ulanylanda howpsuzlygy üpjün etmek üçin gazlaryň fiziki-himiki aýratynlyklary bilen şertlendirilen düzgünlere eýermelidir. Gaz kebşirleme enjamlaryny ulanmaklyk «Metallaryň asetilen, kislorod we gaz otly gaýtadan işlenişiliniň önümçiliginde tehniki howpsuzlygy we önümçilik arassaçylygynyň (sanitariýasynyň) düzgünlerine» laýyklykda amala aşyrylmalydyr.

Berkidilen etiketi bolmadyk, wentilleri näsaz bolan, çatly korpusly, reňki we ýazgysy gabat gelmeýän ballonlary ulanmak gadagandyr. Ballonlary we wentilleri bejermek ýörite kärhanalarda amala

aşyrylýar. Kislorodly we ýangyç gazly ballonlary bir ýerde saklamak gadagan edilýär. Ýangyç gazly ballonlar üçin ammarlaryň poly zarba uçgun emele gelmeýän materialdan bolmalydyr. Doldurylan ballonlary gaçmagyň önüni almak üçin wertikal ýagdaýda saklanylmalydyr.

Gazly ballonlar islendik ýerde gyzdyrylýan enjamlardan 1 *m* uzaklykda, açyk ot çeşmelerden bolsa 5 *m* uzaklykda saklanylmalydyr.

Gysylan gazly ballonlarda galan basyş 0,5  $\text{kg}\cdot\text{F}/\text{sm}^3$  bolmalydyr, eredilen asetilenli ballonlarda bolsa 0,5-1,0  $\text{kg}\cdot\text{F}/\text{sm}^3$  bolmalydyr.

Kislorod we asetilen ballonlaryny bile daşamak islendik ulag üçin gadagan edilendir. Ballonlary elde we eginde götermek gadagan edilýär. Ballonlary kiçi aralykda biraz eglen ýagdaýda daşamak bolýar. Işgärler okadylan we oňat taýýarlykly bolmalydyrlar.

### 8.3. Özbaşdak gorag serişdeleri

Bedeni ýylylyk we beýleki täsirlerden goramak üçin ýörite eşik we aýakgap ulanylýar. Dem alyş ýollaryny dürli respiratorlar we käte gazagarşy ulanylýan nykaplar bilen goramak bolar. Soňky ýyllarda kebşirleýjä arassa howaly nykaplar berlip başlandy.

#### 8.3.1. «Hameleon» kebşirleme nykaby

«Hameleon» – bu kebşirleýjiniň ulanýan nykaby. Ony ulanýan kebşirleýji işini görmek üçin nykaby çykaryp, soň gaýtadan geýmäge mejbur bolmaýar. Nykapda kebşirläp we sepi arassalap bolýar. Bu bolsa köp işli we kyn ýerlerde kebşirleme işi geçirilende amatly bolýar.

«Hameleon» nykaby ýönekeý usulda işleýär, ýagny duga ýananda gorag ekraný garalýar we kebşirleýjiniň gözlerini goraýar, duga sönende penjire ýene-de önki reňkine gelýär. Hut reňkini üýtgetmek ukyby hem nykaba öz adyny beripdir. Ýagny edil reňkini üýtgedýän hameleon ýaly nykap hem penjiresiniň reňkini garaldyp-ýagtyldýar. Bu nykaplar 25 ýyl mundan ön peýda boldy we bahasy gymmatdy. Sebäbi reňk filtrlriniň önümçiligi ýaňy-ýaňy ösüp gelýärdi we köp serişde talap edýärdi. Häzirki günde bu önümçilik has ösdi we hameleonlar islendik adam üçin elýeterli boldy.

**Gorag reňk filtriniň aýratynlygy** – bu «Hameleon» nykabynyň reňk filtri adaty däldir, ol suwuk kristaldan ýasalandyr. Ol birnäçe kristal gatlagyndan we olaryň arasynda ýerleşdirilen bugizolýasion ýukajyk perdeden ybaratdyr. Kristallara tok berlende olaryň gurluşy üýtgeýär, olardan geçýän reňk kesilýär.

Reňk filtri nykabyň korpusyna oturdylan Gün batareýasy arkaly iýmitlenýär. Käbir modellerinde bolsa litiý elementi bilen hem iýmitlenýär. Ýüz tarapyndaky fotoanyklaýjylar duganyň ýanmagyndan täsirlenýär, reňk filtri garalýar. Duga sönende gaýtadan ýagtylýar. Aýnanyň daşky tarapy gorag düzümi bilen örtülip, infragyzyl we ultramelewşe şöhlelerinden goraýar. Bu kebşirleýjiniň gözüniň hemişelik goragyny üpjün edýär.

**Uçgun girme howpy** – bu duga ýananda ýüze çykýan şöhledenme kebşirleýjiniň gözüne bir sekuntadan hem az wagtda baryp ýetýär. Baryp ýeten şöhleden gözi ygtybarly goramak üçin nykaba 100mks-dan 1/10 000 s-a çenli tizlikde täsirlenýän reňk filtrlere oturdylýar. Bu wagtyň içinde ekran garalyp ýetişýär we duganyň uçgunlary adama zeper ýetirmeýär.

Galyberse-de, has ygtybarly gorag üçin köpsanly modellerde täsirliligi elde sazlamak mümkinçiligi döredilendir. Iş yeriniň ýagtylygyna we gyzgyn metalyň reňk päsgelçiligine görä gorag derejesini sazlamaly. Şeýle hem duga sönenden soňra reňk filtriniň açylmagynyň dowamlylygyny sazlamak bolýar. Nykabyň şeýle aýratynlyklary kebşirleýji üçin howpsuz işi üpjün etmekde zerurdyr.

«Hameleon» reňk filtri iki düzgünde işlemek üçin niýetlenendir: kebşirlemek (penjire garalýar) we ýylmamak (penjire ýagtylýar). Sepi mehaniki taýdan arassalamak üçin nykaby çykarmak zerur däldir sebäbi iş yeri penjireden aýdyň görünýär. Şeýle ýagdaýda göz uçgun we hapalardan goralýar. Üstesine-de, reňk filtriniň özüni goramak üçin daşky aýna ýerleşdirilendir, şeýlelikde, suwuk kristal penjirede çat bolmazlygy üpjün edilýär. Aýnany könelende çalşyp bolýar.

Önde hem belläp geçişimiz ýaly, «Hameleon» nykaby alyjylar üçin elýeterlidir. Muny ähli internet - dükanlardaky teswirler we forumlardaky gürründeşlikler hem subut edýär. Önümiň bahasy dürli-dürlüdür.

Arzan modelleriň filtrleriniň hili barada şulary aýtmak bolar: Şeýle elementler kebşirleýji duga ýokary burçdan sereden ýagdaýynda gözi gorap bilmeýär. Howpsuz gyşarma 10°-a çenli ýol berilýär, 30° bolsa gymmat bahalylar üçin niýetlenendir. Arzan filtrlr ýokary tozan şertlerinde dugadan oňat täsirlenip bilmeýär, minus temperaturalarda bolsa haýal garalýar. Eger öý şertlerinde aýda iki gezek kebşirleme bilen meşgullanmakçy bolsaňyz, onda bu kemçilikler ähmiýetli dälär.

Hakyky kebşirleýji üçin bu kemçilikler ähmiýetlidir we şol sebäpli gymmat nykap almak maslahat berilýär. Zähmetiň öndürilijisini artdyryp, gözi bolsa kebşirlemede goramak has oňat amala aşyrylýar.

Gopgundan goranmak üçin şlem, gulaklyklar ulanylýar. Adatça, hapa seh howasyny sorduryp, atmosfera çykarýan sorujylar ulanylýar. Emma gyş gününde ýyladyş ornuna geçdi, sebäbi ýylylyk energiýasy bölünip çykarylýar.

Soňky 20 ýylda Ýewropada ýerli himiki, mehaniki taýdan kiçeňräk desganyň içinde zyýanly maddaly aerozollary bitaraplaşdyrýan tüssesorujylar ulanylýar. Onuň shemasy gündelik tozansorujynyňka meňzeşdir. Ýeke-täk tapawut tüssesorujynyň korpusynda himiki işjeň taýdan çalşylýan plastinkalar we filtrlr bardyr. Filtrlerde ähli tozan jemlenip, blok-plastinkadan geçip, himiki taýdan zyýanly maddalar bitaraplaşdyrýar we howa çykanda arassa bolýar.



1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Eserler ýygyndysy. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanda saglygy goraýşy ösdürmegiň ylmy esaslary. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. I-VI tomlar. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008–2013.
5. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ahalteke bedewi – biziň buýsanjymyz we şöhratymyz. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2009.
6. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2009.
7. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
8. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň ykdysady strategiýasy: Halka daýanyp, halkyň hatyrasyna. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
9. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Älem içre at gezer. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2011.
10. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan – melhemler mekany. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2011.
11. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Janly rowaýat. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2011.
12. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. I–V tomlar. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2011–2013.
13. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Döwlet guşy. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2013.
14. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ynsan kalbynyň öçmejek nury. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
15. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Bagtyýarlyk saglykdan başlanýar. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
16. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Bilim–bagtyýarlyk, ruhubelentlik, rowaçlyk. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
17. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ile döwlet geler bolsa.... Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2015.

18. *Gurbanguly Berdimuhamedow. Watan goragy mukaddesdir.* Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullygy, 2015.
19. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2016.
20. Харламова Е.В. Технологические основы сварки плавлением. Новосибирск, 2006.
21. Юхин Н.А. Механизированная дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах. Москва, 2002.
22. Овчинников В.В. Технология газовой сварки и резки металлов. Москва, 2013.
23. Чернышов Г.Г. Сварочное дело. Москва, 2013.
24. Акулова А.И. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки. Москва, 2003.
25. Куркин А.С. Неровный Э.Л. Якушин Б.Ф. Теория сварочных процессов. Москва, 2007.
26. Лаврешин С.А. Производственное обучение газосварщиков. Москва, 2012.
27. Овчинников В.В. Современные виды сварки. Москва, 2010.
28. Овчинников В.В. Дефекты сварных соединений. Москва, 2010.

## MAZMUNY

Giriş.....	7
------------	---

### I bap

#### Kebşirlemegiň we metallary kesmegiň esasy nazaryýetleri

1.1. Kebşirleme barada umumy düşüňjeler.....	9
1.1.1. Kebşirlenen konstruksiýalaryň önümçiliginde kebşirlemäniň döreýşi .....	11
1.2. Metallary kebşirlemegiň usullary we görnüşleri.....	13
1.2.1. Metalyň duga kebşirlemesi .....	14
1.2.1.1. Ereýän elektrodly metalyň el duga arkaly kebşirlenilişi .....	15
1.2.1.2. Ereýän elektrodly metalyň el duga arkaly kebşirlenilişi.....	15
1.2.2. Metalyň flýus astyndaky awtomat we ýarym awtomat kebşirlemesi.....	15
1.2.3. Metalyň gorag gazyndaky duga bilen kebşirlemesi.....	16
1.2.4. Metalyň elektroşlak bilen kebşirlenilişi .....	17
1.2.5. Metaly kebşirlemegiň aýratyn görnüşleri .....	18
1.3. Kebşirlemäniň esasy görnüşleri .....	19
1.4. Kebşirleme birleşmeleri we sepleri.....	22
1.5. Metallary kebşirlemä taýýarlamak.....	26
1.6. Kebşirleme dugasy barada esasy düşüňjeler .....	28
1.7. Kebşirleme materiallary .....	31
1.7.1. Kebşirleme elektrodлары .....	31
1.7.2. Gorag gazlary .....	35
1.8. Gazkisorod ýalňy hakynda maglumat.....	40
1.9. Kebşirleme ýalňy .....	41

### II bap

#### Kebşirlemegiň we metallary kesmegiň tehnikasy

2.1. Polatlar .....	43
2.2. Poladyň kebşirlenijiligi .....	45
2.2.1. Metalyň himiki düzümi boýunça kebşirlenijiligi bahalandyrmagyň goşmaça mukdar usullary .....	47

2.3. Kebşirleme tehnikasy.....	48
2.3.1. Dikligine we başaşa sepleriň kebşirlemesi .....	51
2.3.2. Kömür elektrody bilen dugaly el kebşirlemesi .....	52
2.3.3. Pes uglerodly polatlaryň el bilen duga kebşirlemesiniň tehnologiýasy.....	54
2.3.4. Pes legirlenen polatlaryň kebşirlemesi.....	58
2.3.4.1. Pes legirlenen az uglerodly konstruksiýa polatlaryň kebşirlemesi.....	58
2.3.4.2. Pes legirlenen gyzgyna çydamly polatlaryň kebşirlemesi.....	58
2.4. Gaz kebşirlemesiniň tehnologiýasy.....	59
2.5. Metallaryň gaz-kislorod bilen kesilişi.....	64
2.6. Kebşirleme gorelkalarynyň görnüşleri we olaryň maksatlary.....	69

### **III bap**

#### **Kebşirleme dugasynyň energiýa çeşmeleri**

3.1. Umumy maglumatlar .....	74
3.1.1. Kebşirleme dugasynyň energiýa çeşmelerine bolan talaplar .....	75
3.2. Kebşirleme dugasynyň energiýa çeşmeleri.....	76
3.3. Kebşirleme göneldijisi .....	78
3.4. Kebşirleme inwertory.....	80
3.5. Kebşirleme transformatory .....	82
3.6. Hemişelik toguň energiýa çeşmesi.....	84

### **IV bap**

#### **Gorag gazlarynda kebşirleme**

4.1. Gorag gazyndaky kebşirlemäniň esaslary.....	86
4.2. Ýarym awtomat kebşirlemesi .....	87
4.3. Toz simli kebşirleme görnüşi .....	90
4.4. Poladyň argon-duga kebşirlemesi .....	91
4.4.1. Alýuminiň we onuň erginleriniň argon-duga kebşirlemesi.....	92
4.5. Flýus astynda kebşirleme barada umumy maglumatlar.....	92
4.6. Elektroşlak kebşirlemesi barada umumy maglumatlar.....	94

## **V bap**

### **Çoýnuň hem-de reňkli metallaryň kebşirlemesi**

5.1. Çoýun barada umumy maglumat.....	97
5.2. Gyzgyn kebşirleme.....	98
5.3. Çoýnuň gyzgyn elektroduga kebşirlemesi.....	99
5.4. Gazly galaýy kebşirlemesi.....	99
5.5. Çoýnuň latun simli galaýy kebşirlemesi.....	100
5.6. Elektrod örtüklü çoýnuň sowuk kebşirlemesi.....	101
5.7. Reňkli metallaryň kebşirlemesi.....	102
5.7.1. Kebşirlemäniň aýratynlyklary.....	104
5.8. Kömür elektrodly el kebşirlemesi.....	104
5.9. Elektrod örtüklü duga el kebşirlemesi.....	105
5.10. Flýus boýunça alýuminiň awtomatik kebşirlemesi.....	106
5.11. Alýuminiň argon-duga kebşirlemesi.....	106
5.11.1. Alýumin erginleriniň wolfram elektrod bilen awtomatik kebşirlemesiniň düzgünleri.....	107
5.11.2. Alýuminiň we onuň erginleriniň gaz kebşirlemesi.....	108
5.12. Misiň kebşirlemesi barada düşünje.....	109
5.12.1. Misiň kömür elektrody bilen kebşirlemesi.....	111
5.13. Misiň awtomatik kebşirlemesi.....	111
5.14. Misiň gaz kebşirlemesi.....	112
5.15. Latunyň kebşirlemesi.....	113
5.16. Bürünjiň kebşirlemesi.....	113
5.16.1. Bürünjiň galaýylama kebşirlemesi.....	114
5.16.2. Ýörite bürünçleriň kebşirlemesi.....	114

## **VI bap**

### **Kebşirleme konstruksiýalaryny taýýarlamagyň tehnologiýasy**

6.1. Metal konstruksiýalarynyň ösüş taryhyndan .....	115
6.2. Dürli konstruksiýalaryň elektroduga kebşirlemesiniň aýratynlyklary.....	116
6.2.1. Turba we turba konstruksiýalarynyň kebşirlemesi .....	116
6.2.2. Demir-beton armaturasynyň kebşirlemesi .....	117
6.2.3. List konstruksiýalarynyň kebşirlemesi .....	117

6.2.4. Gözenek we pürsli konstruksiýalaryň kebşirlemesi.....	118
6.3. Kebşirleme işleriniň hilini barlamak.....	119
6.4. Kemçilikleriň görnüşleri .....	121
6.5. Kemçilikleri ýüze çykarmagyň usullary .....	123
6.5.1. Deslapky we dowamyndaky barlag .....	123
6.5.2. Radiasion defektoskopiýa .....	125
6.5.3. Ultrases defektoskopiýasy .....	126
6.5.4. Magnit defektoskopiýasy .....	127

## **VII bab**

### **Kebşirleýjileriň hünär synagy**

7.1. Umumy maglumat .....	129
7.2. Kebşirleýjileri we kebşirleme önümçiliginiň hünärmenleriniň hünär synagy.....	131
7.2.1 Hünär synagy boýunça käbir soraglara gysgaça teswirnama .....	131
7.2.2. Kebşirleýjiniň hünär synagy .....	133

## **VIII bab**

### **Kebşirleme önümçiliginde zähmet howpsuzlygy**

8.1. Kebşirleme önümçiliginiň arassaçylyk häsiýetnamasy we esasy howpsuzlygy .....	137
8.1.1. Önümçilik howpsuzlygy .....	139
8.2. Elektrowpsuzlyk .....	141
8.2.1. Gaz kebşirleme enjamlarynyň we ulgamlarynyň howpsuzlygy ...	141
8.3. Özbaşdak gorag serişdeleri .....	142
8.3.1. «Hameleon» kebşirleme nykaby.....	142
Peýdalanylan edebiýatlar .....	145

*Allaberdi Annageldiyew, Eziz Annataganow*

KEBŞIRLEMEGIN ESASLARY  
WE KEBŞIRLEÝIŞ IŞLARI

*Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby*

Redaktor	<i>M. Berdiyewa</i>
Surat redaktory	<i>O. Çerkezowa</i>
Teh. redaktor	<i>O. Nurýagdyýewa</i>
Kompýuter bezegi	<i>J. Gaýypberdiyewa, B. Mämmetgurbanow</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>M. Myradow</i>

Çap etmäge rugsat edildi 02.04.2019. Ölçeği 60x90  $\frac{1}{16}$ ,  
Times New Roman garniturasý. Çap listi 9,5. Şertli çap listi 9,5.  
Hasap-neşir listi 8,15. Şertli-reňkli ottiski 35,5. Sargyt № 3166. Sany 500.

Türkmen döwlet neşirýat gullugy.  
744000. Aşgabat, Garaşsyzlyk şaýoly, 100.  
Türkmen döwlet neşirýat gullugynyň Metbugat merkezi.  
744015. Aşgabat, 2127-nji (G. Gulyýew) köçe, 51/1.