

S. Kakabaýew, T. Mamedowa, M. Annaýew

# ÝYLYLYK ELEKTRIK STANSIÝALARYNDA HIMI-KI-SUW DÜZGÜNLERI

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi  
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat  
«Ylym» neşirýaty  
2020

**Kakabaýew S. we beýl.**

**K17 Ýylylyk elektrik stansiýalarynda himiki-suw düzgünleri.**  
Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Ylym, 2020.  
– 160 sah.

Kitapda ýylylyk elektrik stansiýalarynda we bug gazanlarynda himiki-suw düzgünleriniň mazmuny we çözüň meseleleri, himiki-suw düzgünlerini guramagyň usullary, himiki gözegçilik arkaly enjamlaryň poslama sezewar boluş derejelerine hem-de olaryň diwarlarynda kesmekleriň emele gelmegine baha bermegiň usullary we kadalary, bug güýç enjamlaryň metalynyň korroziýasynyň geçişiniň aýratynlyklary, enjamlaryň we ýyladyş torlarynyň saklanylyş düzgünleri, energetiki enjamlarda emele gelyän kesmekler, olaryň emele gelmeginiň önüni almagyň we aýyrmagyň usullary, energetikada himiki-suw düzgünleriniň kadaly saklanmagy üçin görülyän çäreler barada maglumatlar berilýär.

Okuw kitaby «Ýylylyk elektrik stansiýalarynda suwuň we ýangyjyň tehnologiýasy» hünäri boýunça bilim alýan ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin niýetlenilip, şol bir wagtda ýörite orta hünär okuw mekdepleriniň talyplary, elektroenergetika pudagynyň inžener-tehniki hünärmenleri tarapyndan peýdalanylýan bilner.

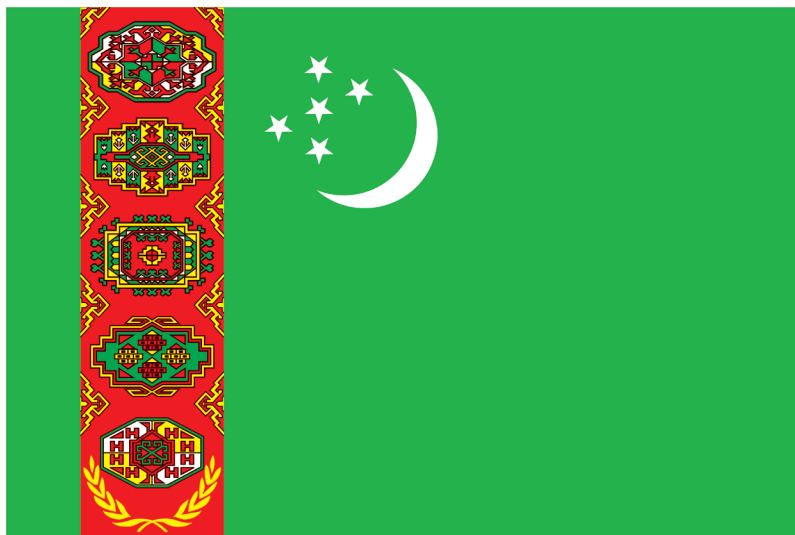


**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI  
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**





**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 öňünde.

*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

Türkmenistanda ýangyç-energetika toplumyny ösdürmegi çaltlandyrmak döwlet syýasatynyň ileri tutulýan ugry hasaplanylýar. Şol sebäpli hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow energetika pudagyna degişli häzirki zaman desgalary gurmak we ulanmaga bermek boýunça uly möçberli taslamalary üstünlikli durmuşa geçirýär. Muňa kabul edilen «Türkmenistanyň elektrik energetikasy pudagyny ösdürmegiň 2013-2020-nji ýyllar üçin Konsepsiýasy», «Energiýany tygşytlamagyň 2018-2024-nji ýyllar üçin Döwlet maksatnamasy» mysal bolup biler. Bu maksatnamalaryň wezipesi Türkmenistanyň ykdysadyýetini durnukly ösdürmek üçin energetika pudagynyň mümkinçilikleriniň we tebigy energiýa serişdeleriniň ýokary derejede netijeli peýdalanylmagyny üpjün etmekden, Türkmenistanyň ýangyç gorunda energiýanyň gaýtadan dikeldilýän we adaty däl çeşmeleriniň, saýlanyp alynýan ýangyç görnüşleriniň we ikilenji energiýa serişdeleriniň paýyny artdyrmakdan, senagat kärhanalarynyň bökdençsiz işlemegini üpjün etmekden, energiýa serişdelerinden ilatyň saglygyna zyýansyz we ýaşawyş-durmuşyna howpsuz peýdalanmaktan ybaratdyr.

Bu wezipeleri ýerine ýetirmekde ýylylyk elektrik stansiýalarynyň we ýylylyk torlarynyň himiki-suw düzgünlerini berjaý etmekligiň ähmiýeti uludyr.

Ýokary hilli suwy taýýarlamakda amatly himiki-suw düzgünleri:

– ýylylyk energetika enjamlarynyň we ýyladyş torlarynyň ygtybarlylygynyň, betbagtçylykly hadysasyz işlemeginiň kepilidir;

– ýylylyk energetika enjamlaryň içki üstlerinde, aýlanyşykda suwuň ýollarynyň elementlerinde, şol sanda ýyladyş enjamlarynda çökündileriň ähli görnüşleriniň emele gelmeginiň we poslama sebäpli bozulmalarynyň önüni almagy üpjün etmektir;

– sarp edilýän ýangyjy tygşytlamakdyr, sebäbi gyzýan üstlerde emele gelýän çökündiler ýokary termik garşylyga eýe, ol bolsa ýangyjyň uly ýitgisine getirýär.

Çökündileriň galyňlygyna baglylykda ýangyjyň ýitgilerini aşakdaky ýaly görkezmek bolar:

– kesmegiň galyňlygy, mm	1,5,	3,	7,	10,	13;
– ýangyjyň ýitgisi, %	15,	25,	39,	50,	70.

Kesmekli gatlagyň termik garşylygynyň ýokarydygy sebäpli, onuň 0,2 mm galyňlygynda hem gazanyň diwarlarynyň temperaturasy gazan suwunyň temperaturasyndan düýpli tapawutlanyp we häzirki zaman gazanlarynda 70°C-e ýetip biler; ol gazan enjamlarynyň ekran turbalarynyň ýarylmagyna getirýär, bu hem, öz gezeginde, ýylylyk energetika çeşmeleriň energiýa tygşylylygyna ýaramaz täsir edýär.

Häzirki wagtda meseläniň wajyplygy has ýokary, sebäbi ýerüsti suwlaryň düzümine önümçilik kärhanalarynyň dürli suwuk we gaty galyndylarynyň täsiri uly bolup, netijede, suw organiki we organiki däl häsiýetli dürli görnüşli himiki birleşmeler bilen hapalanyp bilýär, ol bolsa ýylylyk energetika desgalaryna ýaramaz täsir edýär. Şonuň üçin ýylylyk elektrik stansiýalarynda we bug gazanlarynda suwy taýýarlamagyň we himiki-suw düzgünleriniň tehnologiýalaryny hemişe kämilleşdirip durmak zerurdyr.

Bularyň ählisi ýylylyk energetikasynyň ýaş hünärmeninden nazary we amaly bilimini we öz tehniki derejesini ýokarlandyrmak boýunça hemişe öz üstünde işlemekligini talap edýär.

Kitapda aşakdakylar:

– ýylylyk energetikasy üçin hünärmen taýýarlamak boýunça ýokary hünär biliminiň Döwlet bilim standartynyň esasy talaplary;

– suwy taýýarlamagyň fiziki-himiki prosesleri; häzirki zaman ýylylyk energetika enjamlarynyň, ýylylyk torlarynyň suwly we bugly ýollarynda geçýän, metalda çökündileriň emele gelme we poslama hadysalary, olaryň önüni almagyň amaly usullary barada zerur maglumatlar;

– iýmitlendiriji suwuň, buguň, aýlanysykdaaky kondensatyň, ýyladyş torunyň iýmitlendiriji we tor suwunyň hiliniň hereket edýän ka-



dalaryny açyp görkezmek bilen himiki-suw düzgüniniň özboluşly aýratynlyklary;

– ýylylyk energetikada himiki-suw düzgüniniň bozulmagy sebäpli döräp biljek betbagtçylykly ýagdaýlar beýan edilýär.

Okuw kitabynda ýurdumyzdaky we daşary ýurt tehniki maglumatlar, şeýle hem kitapda hereket edýän kesgitli maglumatlar (çözümler, betbagtçylykly ýagdaýlara garşy ulanylyş buýruklar) ulgamlaşdyrylýar we umumylaşdyrylýar.

Geljekki inženere – ýylylyk-energetige suwy taýýarlamagyň we amatly himiki-suw düzgünleriniň tehnologiýalary barada anyk garaýyşlara eýe bolmak zerurdyr.

# BIRINJI BÖLÜM

## ÝYLYLYK GÜÝÇ ENJAMLARYNYŇ, ÝYLYLYK TORLARYNYŇ HIMIKI-SUW DÜZGÜNI WE ESASY MESELELERI

Ýylylyk elektrik stansiýalarynda suw düzgünini guramaklygyň aşakdaky usullary ulanylýar:

a) fiziki-himiki – bu iýmitlendiriji we gazan suwlarynyň düzümini sazlamak, ýagny suwa onuň hilini kadaly görkezijilere laýyk getirýän degişli reagentleriň az mukdaryny goşmakdyr, netijede, suwdan onda galan hapalaýjylaryň ujypsyz mukdary aýrylýar. Suwuň düzümini sazlamagyň usullaryna: fosfatlaşdyrma, aminleşdirme, sulfitleşdirme, gidrazinleşdirme, nitritleşdirme, trilonlaşdyrma, silikatlaşdyrma degişlidir;

b) ikinji usula: üfletme, basgançakly bugartma, doýgun bugy ýuwma ýa-da olary bilelikde ulanmak degişlidir.

Himiki-suw düzgünleri gidrazin-ammiakly, gidrazinli, kislod-ammiakly, bitarap-kislorodly görnüşlere bölünýärler.

Energiýa blogunyň göni akymly ýa-da barabanly gazanynyň suw düzgüniniň ygtybarlylygynyň esasy görkezijileriniň biri bug generatoryny hem-de turbinany aralyk ýuwmagyň döwürleriniň dowamlylygydyr.

Gazanlaryň birlik kuwwatynyň ýokarlanmagy we işçi gurşawyň görkezijileriniň artmagy bilen himiki-suw düzgünini guramak ygtybarly we tygşytly işi üpjün etmekde aýratyn möhüm orny eýeleýär.

Ýylylyk elektrik stansiýalarynyň, bug gazanlarynyň «Himiki bölegi» gazanlaryň, ýylylyk çalşyjy enjamlaryň, ýyladyş torlarynyň we bug turbinalarynyň konstruktion materiallaryny poslama (korroziýa) sebäpli zaýalanmagyndan, olarda çökündileriň emele gelmeginden we toplanmagyndan goramak bilen ygtybarly işini üpjün edýän toplumlaýyn serişdelerinden ybaratdyr. Bu toplum goşmaça suwy taýýarlamaklygy; turbinanyň we önümçiligiň kondensatlaryny arassalamaklygy; iýmitlendiriji we gazan suwlarynyň düzümini sazlamaklygy; sowadyjy suwy we ýyladyş torlaryna barýan suwy işlemekligi; zyňyndy suwlary bitaraplaşdyrmaklygy we doly zyýansyzlandyrmaklygy; suwy arassalamagyň we onuň düzümini sazlamagyň düzgünlerine himiki gözegçiligi öz içine alýar.

Amatly himiki-suw düzgüni bug-suw aýlanyşygyna hil taýdan arassa suwy goşmagy üpjün etmekden ybaratdyr.

Ýylylyk elektrik stansiýalaryny we bug gazanlaryny uzak möhletleýin üznüksiz ulanmak mümkinçiligi köp derejede bug generatorlarynyň gyzýan üstlerinde kesmekleriň emele gelmeginiň fiziki-himiki prosesleriniň, kremniý kislotasynyň duzlarynyň we metallaryň oksidleriniň buguň kömegi bilen enjamlardan we bugarýan gazan suwundan çykarylmanyň we olaryň bug turbinalarynyň akymly böleginde çökmeginiň, şeýle hem geçiriji turbalarda we energetika enjamlarynda olaryň metallarynyň korroziýalarynyň işjeňligi bilen kesgitlenilýär.

Bu prosesleriň ählisiniň işjeňligi buguň, ýymitlendiriji we gazan suwlarynyň hiline baglydyr.

Kuwwatly energiýa bloklarynyň köp ýylylyk ulanylyş tejribesi ýylylyk elektrik stansiýalaryny, bug gazanlaryny uzak möhletleýin, ygtybarly we tygşytly ulanmagyň zerur şertiniň, suwy taýýarlamaklygy, bug generatorlarynyň suw düzgünini amatly guramakdan we ilkinji nobatda, buguň, kondensatyň, ýymitlendiriji we gazan suwlarynyň hiliniň amaly-usuly taýdan esaslandyrylan ulanylyş kadalaryny berk saklamakdan ybaratdygyny görkezýär.

Bug turbinaly elektrik stansiýalarynyň suw bilen baglanyşykly meseleleri çözülende, pes basyşdan aşa ýokary we aşa kritiki basyşa geçilende, diňe bir bug emele gelme şertiniň däl-de, eýsem işçi jisi miň öz häsiýetiniň hem üýtgeýändigini uly ähmiýete eýedir.

Häzirki zaman ýylylyk elektrik stansiýalarynyň we bug gazanlarynyň suw bilen baglanyşykly meseleleriniň zerur ähmiýetini şertlendirýän ýagdaýlaryň biri bug generatorlarynyň bugy emele getiriji turbalarynyň diwarlarynyň ýokary udel ýylylyk ýüklenmeleridir. Bu üstleriň metalynyň ygtybarly temperatura düzgünini we şol sanda, gazan enjamlarynyň uzak işlemeçligini üpjün etmek maksady bilen suw, bug-suw garyndysy ýa-da bug bilen ýuwulýan gyzýan üstlerde çökündileriň rugsat berilýän ululyklaryny berk çäklendirmeklik zerurdyr. Ýylylyk elektrik stansiýalarynyň, bug gazanlarynyň bug-suwly ýolunda çökündileriň emele gelmegi esasy we kömekçi enjamlaryň işleýişine ýaramaz täsir edýär. Çökündileriň himiki düzümleriniň we gurluşlarynyň durludigine garamazdan, metallar bilen deňeşdirilende, olaryň ählisi pes ýylylyk geçirijilik koeffisiýentleri [46-120 Wt/(m·K)-e garşy 0,06-6]

bilen häsiýetlendirilýär. Ýylylyk geçirýan üstleriň aýratyn bölekleri çökündiler bilen hapalansa, olaryň ýylylyk geçirijilik koeffisiýentleri peselýär, diwarlaryň bütür-südürliligi artýar, geçirijileriň kese kesigi kiçelýär, netijede, sürtülmä ýitgiler ýokarlanýar.

Işçi gurşawyň oňnositel taýdan pes temperaturalarynda bularyň ählisi, meselem, regeneratiw gyzdryjylarda, gazanlaryň ekonomazyerlerinde, turbinalaryň kondensatorlarynda we ş.m. diňe enjamlaryň işleýşiniň ykdysady görkezijilerine öz täsirini ýetirýär. Işçi gurşawyň ýokary temperaturalarynda bolsa, ýagny gazanlaryň ekran turbalarynyň bugy aşa gyzdryjylarynda çökündiler enjamlaryň ykdysady netijeliligini peseltmek bilen bir hatarda, olaryň işleýşiniň ygtybarlylygyny hem peseldýär.

Bu ýagdaýda bugy aşa gyzdryjylarda metalyň süýnme we köýük emele gelme prosesleri güýçlenýär, ol bolsa diwarlaryň ýukalmagyna we turbalaryň dargamagyna getirýär. Ekran turbalarynyň aşa gyzyan ýerlerinde metal ýumşayar we işçi gurşawyň täsiri netijesinde ýemşerýär, netijede, turbalarda güberçeklik emele gelýär, olar wagtyň geçmegi bilen ulalýar, bu ýagdaýda diwarlar ýukalýar we soňra metal dargayar (deşilýär).

Bugy aşa gyzdryjynyň ýa-da ekran turbalaryň diňe bir turbasy zaýalansa-da, bug gazanyny meýilnamadan daşary saklamaly bolýar. Işçi gurşawyň täsir etmegi bilen metal korroziýa sebäpli zaýalansa hem şol bir netijä getirýär. Gazany saklamaga, ony sowatmaga, onuň hatardan çykan bölegini aýyrmaga, ony çalyşmaga we gaýtadan işe goýbermäge kesgitli wagt talap edilýär. Enjamyň birlik kuwwaty näçe ýokary bolsa, onuň meýilnamadan daşary saklanandygy sebäpli, oňa ykdysady taýdan ýetirilýän zyýan hem şonça-da ýokary bolýar. Olaryň önüni almak üçin çökündileriň emele gelmegine we metallarda korroziýanyň döremegine päsgel berýän şertleri döretmeli.

Gürrüňň işçi gurşawyň täsirinde geçýän prosesler barada gidýändigini sebäpli, bu hili şertleri döretmeklik, onuň düzümine täsir etmekligi ýa-da gazanyň himiki-suw düzgünini guramaklygy talap edýär.

Ýene bir möhüm ýagdaýlaryň biri hem ýokary basyşly turbinalaryň akymly böleginiň hapalanmagyna duýgurlygydyr. Turbinanyň pilçelerindäki onuň amatly kuwwatyny entek peseltmeýän az mukdardaky çökündiler hem tutuş energobloguň we onuň turbinasynyň ýylylyk tygşylylygyny düýpli peseldip bilýär. Bugun basyşynyň ýokarlanmagy we aşa

kritiki basyşly göni akymly bug generatorlaryna geçilmegi, temperatura-nyň ýokarlanmagy netijesinde korroziýa prosesleriniň işjeňligi artyp, ýymitlendiriji suwuň dürli hapalar bilen hapalanma howpuny döredýär.

Turbinanyň akymly böleginde emele gelýän çökündiler, düzgün bolş ýaly, bu enjamlaryň bozulma esasynda saklanmaklaryna sebäp bolmaýar, emma olaryň işiniň ykdysady netijeliligine öz täsirini ýetirýär. Turbinada çökündiler toplansa, onuň içki otnositel peýdaly täsir koeffisiýenti (PTK) peselýär, pilçeli enjamlaryň üstlerinde nätekizlik emele gelýär, buguň geçýän kesikleri daralýar we netijede, turbina-nyň kuwwaty peselýär, sarp edijilere energiýanyň harçlanmasy azalýar. Turbinalarda çökündileriň mukdary az bolsa hem, olaryň PTK-sy peselýär. 100 MWt kuwwatly turbinalarda, olaryň akymly böleginde bary-ýogy 1 kg çökündi toplansa PTK 1–2% peselýär. 300 MWt turbinalarda 1 kg çökündi toplansa PTK takmynan 0,5–1% peselýär.

Göräýmäge bug turbinalarynyň PTK-larynyň 1–2% we olaryň kuwwatlyklarynyň 2–5% peselmekleri ujypsyz ýaly bolsa-da, hakykatda biziň döwletimiziň ýylylyk bug turbinaly stansiýaly elektrik energiýa önümçiliginiň giň gerimlerinde göterimiň her bir üleşi PTK-nyň peselmegi sebäpli ýangyjyň artyk harçlanmagyna, elektrik kuwwatlygyň ätiýaçlygynyň peselmegi sebäpli energiýa üpjünçiligiň ygtybarlylygynyň peselmegine we netijede, önümçilik kärhanalarynda önümiň doly öndürilmezligine getirýär.

Turbinalarda çökündileriň emele gelmeginiň çeşmesi oňa gelýän bugda saklanýan goşundylardyr. Onuň hili näçe ýokary bolsa, şonçada bugda, turbinanyň pilçelerinde gaty çökündileri emele getirýän goşundylar az, onuň PTK-sy we kuwwaty hasaplama ululyklara ýakyn bolýar. Diýmek, ykdysady taýdan netijeli işi üpjün etmek üçin aşa gyzdyrylan bug aýratyn goşundylaryň mukdarlary boýunça kesgitli talaplara laýyk gelmelidir.

Bu bolsa öz gezeginde, bug gazanlaryň özlerinde çökündileriň emele gelmekleriniň önüni almaklygyň şertleri sebäpli däl-de, eýsem turbinalarda çökündileriň emele gelmekleriniň önüni almak üçin arassa bugy almaklygyň şertleri sebäpli gazanlaryň ýymitlendiriji suwunyň hiline bildirilýän talaplaryň birnäçesiniň ýerine ýetirilmegi bilen baglanyşyklydyr.

Bugda we suwda saklanýan, emma gazanlarda we turbinalarda çökündileriň emele gelmegine gatnaşyklykda parhsyz, meselem, nit-

ratlaryň we nitritleriň erän gazlary ýaly goşundylaryň birnäçesiniň bolmagy zerur däl, sebäbi olar işçi gurşaw bilen galtaşýan metallaryň korroziýa proseslerini şertlendirýär ýa-da güýçlendirýär.

Enjamlaryň korroziýa sebäpli hatardan çykmagyny duýdurmaklyk, buguň we suwuň korroziýa önümleri bilen hapalanma derejesini peseltmeklik, gazanlarda we turbinalarda metallaryň oksidlerini saklaýan çökündileri azaltmaklyk – bu meseleler bütin stansiýanyň tutuş himiki-suw düzgünini guramaga degişli, sebäbi bug-suw ýollarynyň ähli ýerleri korroziýa sezewar bolýarlar.

Şeýlelikde, ýylylyk elektrik stansiýalarynda, bug gazanlarynda suwy taýýarlamaklygyň we himiki-suw düzgünini amatly guramaklygyň umumy meseleleri aşakdakylardan ybaratdyr:

– bugy emele getirýän we bugy aşa gyzdyrýan turbalaryň içki üstlerinde kalsili birleşmeleriň we demriň oksidleriniň çökündileriniň, bug turbinalarynyň akymly böleginde bolsa, misiň, demriň, kremniý kislotasynyň we natriniň çökündileriniň emele gelmeginiň önüni almaly;

– ýylylyk elektrik stansiýalarynyň, bug gazanlarynyň we ýyladyjy ulgamlaryň esasy we kömekçi enjamlarynyň konstruksiýa metallaryny bug we suw bilen galtaşanda, şeýle-de ätiýaçlykda saklananda korroziýadan goramaly.

Bug turbinaly elektrik stansiýalarynyň we bug gazanlarynyň himiki-suw düzgünine talaplar ýylylyk elektrik stansiýalarynyň esasy aýlanyşygyndaky suwda we bugda, ýyladyjy torlaryň we turbinanyň kondensatorlarynyň sowadyjy ulgamlarynyň suwlarynda dürli goşundylaryň mukdarlarynyň kadalaşdyrylmagynda öz beýanyny tapýar. Esasy aýlanyşyk üçin turbina barýan buguň, kondensatyň, gazanlaryň goşmaça we iýmitlendiriji suwlarynyň hilleriniň kadalary kesgitlenilýär. Ýyladyş ulgamynyň aýlanyşygy üçin goşmaça we tor suwlarynyň kadalary, sowadyş ulgamlary üçin sowadyjy suwuň kadalary kesgitlenilýär.

Ýylylyk elektrik stansiýalarynyň bug-suw ýollarynyň aýratyn ýerleri boýunça suw düzgünini guramaklyk, onuň ähli ýerlerindäki goşundylaryň hereketleriniň aýratynlygyny hasaba almaklyga, şeýle hem aýratyn enjamlaryň suw düzgünleriniň täsirini we özara baglanyşygyny ýüze çykarmaklyga we şeýlelikde, stansiýanyň bug gazanynyň tutuş suw düzgünini häsiýetlendirýän ähli soraglaryň jemini kesgitlemeklige mümkinçilik berýär.

## IKINJI BÖLÜM HIMIKI GÖZEGÇILIK HIMIKI-SUW DÜZGÜNINIŇ ESASYDYR

Himiki gözegçiligiň esasy meseleleriniň biri ulanylýan ýylylyk energetiki enjamlaryň ýagdaýyna korroziýanyň we çökündileriň dürli görnüşleriniň emele gelmegine görä baha bermekdir. Çökündileriň (işden saklanan enjamlardan, ekran turbalarynyň, bugy aşa gyzdyryjylaryň kesilen nusgalyklaryndan, turbinanyň işçi we ugrukdyryjy pilçelerinden aýrylan) mukdaryny we düzümini kesgitlemeklik geçen döwürde suw düzgüniniň alnyp barlyşyna baha bermeklige mümkinçilik berýär.

Gözçaky bilen geçirilen gözegçilikler olaryň peýdalydygyna garamazdan, enjamlaryň korroziýa sebäpli zaýalanmaklaryna we çökündiler bilen hapalanmaklaryna mukdar taýdan häsiýetnama berip bilmeyärler. Bu gözegçilikler çökündileriň mukdar ölçeglerini, olaryň düzüminiň derňewini, mehaniki häsiýetlerini, korroziýanyň aralaşan çuňlugyny we ýaýraýyş çäginde kesgitlemeklik bilen utgaşyklykda geçirilmelidir. Işläp duran gurluşda suw düzgünine baha bermek üçin, haçan-da içine seretmäge hiç hili mümkinçilik ýok bolanda, aýratyn fiziki-himiki prosesleriň geçişine gözegçilik etmegiň beýleki ýoly, ýagny işçi gurşawda bu proseslere gatnaşyp bilýän goşundylaryň konsentrasiýalarynyň üýtgemegine gözegçilik etmeklik galýar.

Bug-suw ýolunyň dürli ýerlerinde işçi gurşawyň himiki gözegçiligi suw düzgüniniň hakyky ýagdaýyny we hereket edýän kadalara laýykdygyny ýa-da olaryň kadadan çykma ölçeglerini häsiýetlendirilmelidir. Belli bolşy ýaly, buguň, ýymitlendiriji we gazan suwlarynyň hilleriniň kadalarynyň birnäçesi görkezijileriň birnäçe sanawyny saklaýarlar, olar kadalaşdyryjy diýip atlandyrylýar. Bu görkezijileriň her biriniň bolmaly çäkleri kesgitlenendir.

Buguň we suwuň hakyky hili barada düşünje almak üçin hil kadalary kesgitlenen ähli bug-suw ýollardan işçi gurşawyň nusgalyklaryny almaly we olaryň derňewlerini bellenen tertipde, zygiderli ýerine ýetirmelidir. Bu görnüşli gündelik gözegçilik ulanylyşdaky ýada gündelik himiki gözegçilik diýlip atlandyrylýar. Suw düzgüniniň

bozulmagynyň sebäplerini diňe himiki gözegçiligiň serişdeleri bilen ýüze çykaryp bolýar diýip pikir etmeli däl. Onuň üçin gözegçiligiň beýleki görnüşleri, hususan-da, işçi gurşawyň temperaturasyna we basyşyna, işläp duran enjamlaryň düzgünlerine we ş.m. gözegçilik etmek hem ulanylýar. Gözegçiligiň beýleki görnüşleri bilen utgaşyklylykda himiki gözegçilik ýylylyk energetika gurluşlaryň suw düzgünleriniň bozulmagynyň sebäplerini ýüze çykarmaga kömek edýär.

Elektrik stansiýalarda we bug gazanlarynda himiki gözegçilik aşakdakylary üpjün etmelidir:

– korroziýanyň, kesmekleriň, çökündileriň emele gelmegine getirýän suw taýýarlaýjy, ýylylyk energetika we ýyladyş tor enjamlarynyň iş düzgünleriniň bozulmagyny öz wagtynda ýüze çykarmaly;

– suwuň, buguň, kondensatyň, çökündileriň, reagentleriň, konserwirleýji we ýuwujy erginleriň, ýangyçlaryň, metal ergininden galan galyndylaryň (şlaklaryň), külüň, gazlaryň, ýaglaryň we akdyrylýan hapa suwlaryň hillerini kesgitlemeli;

– önümçilik jaýlarynyň, gaplaryň, guýularyň, kanallaryň we beýleki desgalaryň gazlylyk derejesini barlamaly;

– elektrik stansiýalarynyň we bug gazanlarynyň daşky gurşawa zyňýan zyýanly zyňyndylarynyň mukdarlaryny kesgitlemeli.

Energetika desgany diňe onuň mukdar taýdan himiki derňewi ýerine ýetirýän bölümi pudaklaýyn synagdan geçen enjamlar, talap edilýän kadalaşdyryjy resminamalaryň toplumlary bilen üpjün edilenden soň ulanmaga rugsat berilýär. Mukdar taýdan himiki derňewi ýerine ýetirýän bölüm degişli okuw we gözükdirme geçen, hünär derejesi ýokarlandyrylan işgärler bilen dolý üpjün bolmaly, olaryň hünär kämilligi barada hereket edýän şahadatnamalary bolmalydyr.

Bug-suw ýollarynyň ähli gözegçilik edilýän ýerlerinde, buguň we suwuň nusgalyklary alynýan nokatlarda nusgalygy 20–40°C-e çenli sowatmak üçin sowadyjylar gurnalan bolmalydyr.

Nusgalyk alynýan hatarlar we sowadyjylaryň sowadýan üstleri poslamayan polatdan ýerine ýetirilmelidir.

200 MWt we ondan ýokary kuwwatly energiýa blokly ýylylyk elektrik stansiýalarynda we 50 MWt we ondan ýokary kuwwatly enjamly ýylylyk elektrik stansiýalarynda nusgalyk alynýan hatarlar



ekspres-tejribehana ýanaşýan, ýörite howa çalşyjy bilen üpjün edilen jaýlara çykarylmalýdyr.

Enjamlaryň içki gözegçiligine goşmaça turbalaryň nusgalyklaryndan bölekler kesilip alynmaly, şeýle hem turbalaryň akymly böleginden, gyzdyryjylardan çökündiler alynmalýdyr.

Turbalaryň nusgalyklarynyň bölekleriniň kesilip alynýan ýerleri we döwürleýinligi hereket edýän kadalaşdyryjy resminamalara laýyklykda kesgitlenilýär.

Enjamlaryň içki gözegçiligini we çökündileriň mukdaryny hem-de himiki düzümini bahalandyrmagyň esasynda enjamlaryň içki üstleriniň ýagdaýy, enjamlary himiki arassalamagyň zerurlygy we korroziýanyň hem-de çökündileriň emele gelmegine päsgelçilik berýän beýleki çäreleri geçirmegiň zerurlygy barada delilnama düzülen bolmalýdyr.

# ÜÇÜNJI BÖLÜM

## BUG GÜYÇ ENJAMLARYNYŇ METALYNYŇ KORROZIÝASY WE ONUŇ BILEN GÖREŞMEGIŇ USULLARY

### 3.1. Esasy ýagdaýlar

Ýylylyk energetika enjamlary taýýarlamak üçin ulanylýan metallar we metal erginleri, olar bilen galtaşýan ol ýa-da beýleki korroziýa meýilli goşundylary (kislorod, kömür we beýleki kislotalary, aşgarlary) saklaýan gurşawlar (suw, bug, gaz) bilen täsirleşmäge ukyplydyrlar. Metal ýa-da metal ergin meýilli (agressiw) gurşawyň täsir etmegi zerarly geçýän elektrohimi we himiki prosesleriň netijesinde korroziýa (poslama) bozulmalaryna sezewar bolýar, olar, adaty, üstde başlap, has çuňluga çenli ýaýraýarlar.

Metallaryň elektrolit erginleri we çyg bug bilen galtaşýan üstlerinde makro- ýa-da mikrogalwaniki elementler emele gelse, elektrohimi korroziýa geçýär, ol ýylylyk elektrik stansiýalarynyň ulanylyş tejribesinde köp duş gelýär. Suw taýýarlaýjy enjamlar, iýmitlendiriji suwuň ýolunyň ähli elementleri we önümçilikden kondensaty zyyna gaýtarýan geçiriji turbalar, bug generatorlary, bug turbinalarynyň kondensatorlary we ýyladyş torlary korroziýanyň bu görnüşine sezewar bolýarlar.

Görkezilen bug güýç enjamlary ulanylanda elektrohimi korroziýanyň geçmegi üçin şert, şol sanda dürli metallaryň arasynda galtaşma, üstleriň dürlüligi, metalyň kristal gözenekleriniň bozulmalary, temperatura deňsizligi, metal bilen galtaşýan ergindäki goşundylaryň konsentrasiýalarynyň dürlüligi we beýleki sebäpler hemişe bardyr.

**Himiki korroziýa** bug gazan metalyň aşa gyzdyrylan bug bilen gös-göni okislenmeginiň netijesinde geçýär.

Energogurluşlaryň ulanylyş tejribesinde metalyň utgaşykly esasy hatardan çykmagyna, ýagny himiki we elektrohimi korroziýalaryň bilelikde geçmegine gözegçilik edip bolýar. Iýji goşundylaryň gös-göni metalyň üstüne korroziýaly täsiri we olaryň galtaşmagy netijesinde mikroöýjükli okisli gorag perdesi emele gelýär,

ol metalyň korroziýa önümi bolup, korroziýanyň soňky prosesini togtadýar. Okis perdesi metalyň üstüni näçe doly we deňölçegli örtse, onda şonça-da az jaýryklar emele gelýär, ol şonça-da ýokary çäkli häsiýete eýe bolýar.

Tejribe şertlerinde perdäniň gorag häsiýeti diňe onuň korroziýa meýilli goşunda görkezýän garşylygy bilen däl-de, eýsem onuň abatlygy bilen hem kesgitlenilýär. Metal bilen has gowy galtaşýan (metala gowy ilişýän), ýeterlik berk we maýyşgak, metal bilen deňeşdirilende çyzykly giňelme koeffisiýenti az tapawutly gorag perdeler has bitewi hasaplanylýar.

Gorag perde mehaniki, himiki ýa-da termik prosesleriň netijesinde bozulyp biler. Bug generatorlarynyň barabanlarynyň бүкүlmegi, suw we bug bilen gezekli-gezegine ýuwulmagynyň netijesinde bug emele getiriji turbalaryň diwarlarynyň temperaturalarynyň birden üýtgemegi, gazan suwy bugardylanda bug gazan metalyň üstüne NaOH-yň konsentrirenen ergininiň täsiri we ş.m. – ähli bu prosesler gorag okis perdesini bozup biler. Eger gorag perdesi ol ýa-da beýleki sebäplere görä bozulsa we metaldan bölünse, onda korroziýa prosesi soňra ýokary tizlik bilen ýaýraýar we gorag perdesi gaýtadan bozulýança kem-kemden haýallaýar. Bugy emele getiriji we bugy aş gyzdyryjy turbalarda hem, bug turbinanyň akymly böleginde hem metallaryň oksidleriniň çökmegi bug generatorynyň we ýymitlendiriji suwuň ýolunyň elementleriniň korroziýasynyň netijesidir.

Statistik maglumatlar ýylylyk elektrik stansiýalarynda suw düzgüniniň kemçilikleri sebäpli ýüze çykýan heläkçilikli ýagdaýlaryň ýarsyndan gowragynyň we ulanylyş näsazlyklarynyň köp böleginiň, esasy we kömekçi enjamlaryň korroziýa sebäpli hatardan çykmagynyň netijesinde döreyändigine şaýatlyk edýär.

Ýylylyk göterijide demriň we misiň oksidleriniň emele gelmeginiň esasy çeşmesi: a) suw-bug ýollarynyň elementleriniň, şol sanda suwy taýýarlaýjy enjamlaryň, regenerativ gyzdyryjylaryň we turbinanyň kondensatorlarynyň turbalar toplumlarynyň, kondensat geçirijileriň, duzsuzlandyrylan suwy we kondensatlary saklamak üçin gaplaryň korroziýasydyr; b) suw ekonomazerleriniň korroziýasydyr; ç) ätiýaçlykda duran bug generatorlarynyň we kömekçi enjamlaryň

netijeli konserwasiýasynyň (ýörite şertlerde saklamak) ýokdugynyň netijesinde döreýän korroziýasydyr; d) barabanlaryň, bugy emele getiriji we bugy aşa gyzdyryjy turbalaryň içki üstlerinde köýük gatlaklarynyň we oksidli çökündileriň dargamagydyr; e) bug generatorlarynyň netijesiz gyrmançaly üfledilmegidir. Aşa ýokary we aşa kritiki basyşly elektrik stansiýalarynda austenit polatdan taýýarlanan enjamlaryň elementlerinde korroziýa sebäpli jaýrylma gözegçilik edip bolýar. Tejribede korroziýanyň bu howply görnüşiniň örän gysga wagtyň dowamynda enjamlary bozulma esasynda hatardan çykarýan ýagdaýlary bellidir. Bug turbinanyň akymly böleginiň elementleriniň korroziýasy pilçeleriň we daşky gabygyň arasynda radial yşyň ulalmagyna getirýär, ol bolsa turbinanyň PTK-syny peseldýär.

Ätiýaçlykda duran bug turbinalarynyň korroziýalarynyň netijesi örän howpludyr. Şol sebäpli olary işsiz duran wagty korroziýadan goramak, olary ulanylyş prosesinde goramak ýaly hökmany çäre bolup durýar.

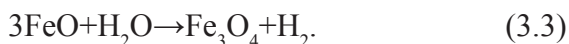
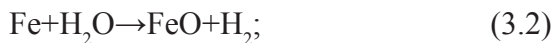
Sowadyjy suwuň sorulmagy netijesinde kondensator turbalarynyň hem bugly tarapynyň ( $\text{NH}_3$  we  $\text{O}_2$  täsirinde) hem suwly tarapynyň (iýji sowadyjy suwuň täsirinde) korroziýa sebäpli zaýalanmagynyň kondensatyň hapalanmagyna getirýändigini hasaba almalydyr.

Korroziýanyň netijesinde emele gelýän güberçekler ýa-da demir oksidleriň çökündileri sebäpli ýyladyş torlarynyň kese kesiginiň daralmagy torlaryň gidrawlik garşylygynyň artmagyna we geçirijilik ukyplylygynyň peselmegine getirýär. Suwuň korroziýa önümleri bilen doýgunlaşmagy ýyladyş torlarynyň işine uly zyýan ýetirýär, ýagny olar suwuň akymсыз ýa-da az hereketli ýerlerinde toplanýarlar. Ýerli ýyladyjy ulgamlaryň korroziýa çökündileri bilen dolmagy aýratyn enjamlary we dik paýlaýjy turbalary bütinleý işden çykarýar.

Bug turbinaly gurluşlaryň we ýyladyjy ulgamlaryň enjamlarynda korroziýany togtatmak, şeýle hem metalyň üstünde gorag okis perdesini uzak wagt bitewi saklamak örän çylşyrymly mesele, ony çözmek üçin goşmaça suwy taýýarlamaklygyň, gazan suwuny işlemekligiň häzirki zaman serişdelerini ulanmak, şeýle hem korroziýa durnukly metallary we gorag örtüklerini saýlamak zerurdyr.

### 3.2. Aşa gyzdyrylan bugda poladyň korroziýasy

Demir – suw bugy ulgamy termodinamik taýdan durnuksyzdyr. Bu maddalar täsirleşip, magnetiti ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) ýa-da wýustiti ( $\text{FeO}$ ) emele getirip bilerler:



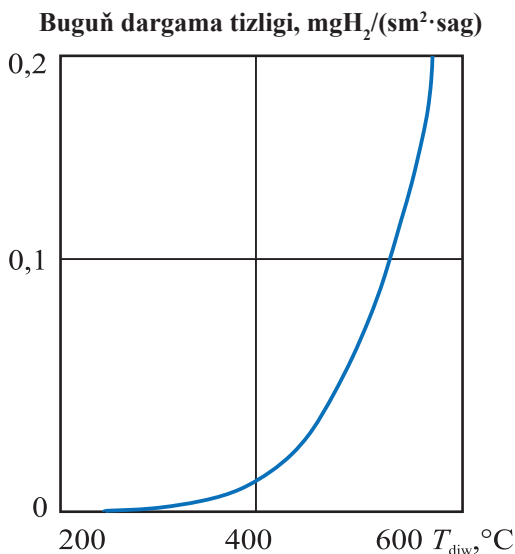
3.1–3.3-nji reaksiýalardan suw bugy metal bilen täsirleşende özboluşly dargamak bilen molekulýar wodorody emele getirýändigini görmek bolýar, ol aslynda suw bugunyň termik dissosiasiýasynyň netijesi däldir. 3.1–3.3-nji deňlemelerden aş gyzdyrylan bugda kislorod ýok bolsa, polatlaryň korroziýasynyň netijesinde üstlerde diňe  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ýa-da  $\text{FeO}$  emele gelýändigini görmek bolýar.

Aş gyzdyrylan bugda kislorod bar bolsa (meselem, bitarap suw düzgünlerinde, kondensata çäkli ölçegde kislorod goşulanda), aş gyzdyrylýan zolakda magnetitiň ahyryna çenli okislenmeginiň hasabyna gematitiň  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  emele gelmegi mümkindir.

Bugda korroziýa  $570^\circ\text{C}$ -den başlap himiki diýip hasap edilýär. Häzirki wagtda ähli gazanlar üçin bugy aş gyzdyrmagyň çäkli temperaturasy  $545^\circ\text{C}$ -e çenli, diýmek, bugy aş gyzdyryjylarda elektrohimi korroziýa geçýär. Ilkinji bugy aş gyzdyryjylaryň çykalgasy korroziýa durnukly austenit poslamaýan polatdan, gyzdyrmaklygyň şol bir ahyrky temperaturasyna ( $545^\circ\text{C}$ ) eýe bolan aralyk bugy aş gyzdyryjylaryň çykalgasy bolsa perlit polatlardan taýýarlanylýar. Şonuň üçin aralyk bugy aş gyzdyryjylaryň korroziýasy, adatça, güýçli derejede ýüze çykýar.

Buguň polada täsir etmegi netijesinde, onuň ilkinji arassa üstünde kem-kemden metala gowy ilişen we şol sebäpli ony korroziýadan gorayan, topotaktiki diýip atlandyrylýan gatlak emele gelýär. Wagtyň geçmegi bilen bu gatlakda ikilenji epitaktiki gatlak emele gelýär. Bu

gatlaklaryň ikisi hem buguň 545°C-e çenli temperatura derejesi üçin magnetit bolup durýar, emma olaryň gurluşy dürli – epitaktiki gatlak iri däneli, şeýle-de, korroziýadan goramaýar.



**3.1-nji surat. Aşa gyzdyrylan buguň dargama tizliginiň diwaryň temperaturasyna baglylygy**

Aşa gyzyan üstleriň korroziýasyna suw düzgüniniň usullary bilen täsir edip bolmaýar. Şol sebäpli himiki-suw düzgüniniň, hususan-da, bugy aşa gyzdyryjylaryň himiki-suw düzgüniniň esasy wezipesi topotaktiki gatlagyň bozulmagyna ýol bermezlik maksady bilen bugy aşa gyzdyryjylaryň metallarynyň ýagdaýyna bellenen tertipde yzygiderli gözegçilik etmekden ybaratdyr. Ol aýratyn goşundylaryň, aýratyn hem duzlaryň bugy aşa gyzdyryjylara düşmeginiň we olarda çökmeginiň hasabyna, meselem, ýokary basyşly gazanlaryň barabanlarynda suwuň derejesiniň birden ýokarlanmagy netijesinde geçýär. Şonuň bilen baglanyşykly bugy aşa gyzdyryjylarda duzlaryň çökündileri diwaryň temperaturasynyň ýokarlanmagyna hem-de gorag oksidli topotaktiki gatlagyň bozulmagyna getirip biler, muňa buguň dargama tizliginiň birden ýokarlanýandygyna syn etmek bilen göz ýetirip bolýar (3.1-nji surat).

### 3.3. Íymitlendiriji suwuň ýolunyň we kondensat geçirijileriniň korroziýasy

Ýylylyk elektrik stansiýalarynyň korroziýa sebäpli zaýаланýan enjamlarynyň aglaba bölegi metallary has agyr şertlerde bolýan íymitlendiriji suwuň ýollarynyň paýyna düşýär. Sebäbi onuň bilen galtaşýan himiki taýdan işlenen suwuň, kondensatyň, distillýatyň we olaryň garyndylarynyň korroziýa meýilliligidir. Bug turbinaly elektrik stansiýalarynda íymitlendiriji suwuň, misiň birleşmeleri bilen hapalanmagynyň esasy çeşmesi turbalar toplумы latundan taýýarlanan, turbinalaryň kondensatorlarynyň we pes basyşly regeneratiw (dikeldiji) gyzdyryjylaryň ammiakly korroziýasydyr.

Bug turbinaly elektrik stansiýalarda íymitlendiriji suwuň ýoluny iki esasy bölege bölmek bolýar: termik deaeratordan öň we ondan soň, olarda korroziýanyň döreýiş şerti düýpli tapawutlydyr. Deaeratordan öň ýerleşdirilen íymitlendiriji suwuň ýolunyň birinji böleginiň elementleri geçiriji turbalary, gaplary, kondensat sorujy enjamlary, kondensat geçirijileri we beýleki enjamlary öz içine alýar. Íymitlendiriji ýoluň bu böleginde korroziýanyň häsiýetli aýratynlygy suwda saklanýan iýiji goşundylaryň, ýagny kömür kislotasynyň we kislorodyň azalma mümkinçiliginiň ýokdugydyr. Íymitlendiriji ýol boýunça suwuň üzüksiz gelip durmagynyň we onuň hereketiniň netijesinde, olaryň ýitgileriniň öwezi hemişe dolup durýar. Demriň suw bilen täsirleşme önümleriniň belli bir böleginiň suwdan üzüksiz aýrylmagy we oňa täze iýiji goşundylaryň düşüp durmagy korroziýa prosesleriniň işjeň geçmegi üçin amatly şert döredýär.

Turbinanyň kondensatynda kislorodyň emele gelmeginiň esasy çeşmesi turbinanyň yzky böleginden we kondensat sorujy enjamlarynyň jebislendirijilerinden howanyň sorulmagydyr. Íymitlendiriji ýoluň birinji böleginde ýerleşdirilen üst gyzdyryjylarda  $O_2$  we  $CO_2$  saklaýan suwuň 60-80°C-e we ondan hem ýokary temperatura çenli gyzdyrylmagy, latun turbalarynyň korroziýa bilen düýpli zaýаланmagyna getirýär. Latunlar port bolup başlaýarlar we birnäçe aý işlänlerinden soň has aýdyň görünýän saýlama korroziýanyň netijesinde öýjüklü gurluşy emele getirýär.

Íymitlendiriji suwuň ýolunyň ikinji böleginiň elementleri – deaeratordan bug generatorlaryna çenli – íymitlendiriji sorujy enjamlary

we esasy turbalary, regeneratiw gyzdyryjylary we ekonomayzerleri öz içine alýar. Bu bölekde suwuň temperaturasy regeneratiw gyzdyryjylarda we suw ekonomayzerlerinde zygyder gyzdyrylmagynyň netijesinde gazan suwunyň temperaturasyna ýakynlaşýar. Bu bölge degişli enjamlarda korroziýa iýmitlendiriji suwdaky erän erkin kömürturşy gazyň metallara täsir etmegi netijesinde döreyär, erkin kömürturşy gazyň çeşmesi goşmaça goşulýan himiki taýdan arasalan suwdur. Erän kömürturşy gazyň bolmagy we suwuň gyzdyrylmagy bilen şertlendirilýän wodorod ionlarynyň konsentrasiýasy ýokarlansa ( $\text{pH} < 7,0$ ), onda iýmitlendiriji ýoluň bu bölginde korroziýa prosesi ýaýrap, wodorody bölüp çykarýar. Korroziýa deňölçegli häsiýete eýedir.

Latundan taýýarlanan enjamlar bar bolsa (pes basyşly gyzdyryjylar, kondensatorlar), bug-kondensat ýoly boýunça suw kislorodyň we erkin ammiagyň gatnaşmagynda misiň birleşmeleri bilen baýlaşýar. Misli-ammiakly kompleksleriň, meselem,  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$  emele gelmeginiň hasabyna misiň gidratlaşan oksidiniň ereýjiligi ýokarlanýar. Pes basyşly gyzdyryjylaryň latun turbalarynyň bu korroziýa önümleri ýokary basyşly regeneratiw gyzdyryjylaryň ýollarynda dargap başlaýarlar, az ereýän misiň oksidlerini emele getirýärler we ýokary basyşly gyzdyryjylaryň turbalarynyň üstlerinde bölkleýin çökýärler. Ýokary basyşly gyzdyryjylaryň turbalarynda misli çökündiler enjamlar işläp duran wagty we konserwasiýasyz uzak wagt saklananda korroziýany emele getirip bilýärler.

Iýmitlendiriji suwlar ýeterlik termik taýdan deaerasiýa sezewar edilmese, ekonomayzerleriň girelgesinde (bu ýerde kislorod iýmitlendiriji suwuň temperaturasynyň görnetin ýokarlanmagy netijesinde ýüze çykýar), şeýle-de iýmitlendiriji ýoluň hereketsiz böleklerinde başly korroziýa gözegçilik etmek bolýar.

Bugy sarp edijileriň ýylylyk ulanyjy enjamlary we önümçilik kondensatyny ýylylyk elektrik stansiýa gaýtaryp getirýän geçiriji turbalar olarda saklanýan kislorodyň we kömür kislotasynyň täsiri netijesinde korroziýa sezewar bolýarlar. Kislorodyň emele gelmegi, kondensatyň açyk gaplarda howa bilen (kondensaty ýygnamagyň açyk shemasynda) galtaşmagy we onuň enjamlaryň jebis bolmadyk ýerlerinden sorulmagy bilen düşündirilýär.



Iýmitlendiriji suwuň ýolunyň birinji böleginde ýerleşdirilen enjamlarda (suwy taýýarlaýjy gurluşlardan termik deaeratora çenli) korroziýanyň önüni almak üçin geçirilmeli esasy çäreler aşakda görkezilendir:

1) turşy reagentleriň erginleri ýa-da korroziýa meýilli suwlar bilen ýuwulýan suw taýýarlaýjy enjamlaryň üstleri we gap hojalygy üçin korroziýa garşy gorag örtüklerini (rezinler, epoksid smolalar, perhlorwinil esasda taýýarlanan laklar, suwuk naýrit (organiki polimer ergini) we silikon) ulanmaly;

2) polimer materiallardan taýýarlanan (polietilen, poliizobutilen, polipropilen) kisloata durnukly turbalary we armaturalary ýa-da içi gaz ýalynly tozanlandyрма usuly bilen gorag örtügi çalyýan polat turbalaryny we armaturalaryny ulanmaly;

3) ýylylyk çalşyjy enjamlarda korroziýa durnukly metallardan edilen (gyzyl mis, poslamaýan polat) turbalary ulanmaly;

4) goşmaça goşulýan himiki arassalanan suwdan erkin kömürturşy gazyny aýyrmaly;

5) pes basyşly regeneratiw gyzdryjylaryň bug kameralaryndan, tor suwларыny sowadyjylardan we gyzdryjylardan kondensirlenmeýän gazlary (kislород we kömür kislotasy) hemişe çykaryp durmaly we olarda emele gelýän kondensaty tiz aýyrmaly;

6) kondensat sorujy enjamlarynyň, armaturalaryň jebislendirijilerini we iýmitlendiriji suwlary geçiriji turbalaryň wakuum astynda bolýan flanes birikmelerini pugta jebislendirmeli;

7) turbinanyň kondensatorларыnyň sowadyjy suw we howa tarapdan ýeterlik jebisligini üpjün etmeli we ýazyjy kislород ölçejjileriň kömegi bilen howanyň sorulmagyna gözegçilik etmeli;

8) kondensatdan kislороды aýyrmak maksady bilen kondensatorлары ýörite gazсызландырыjy gurluşlar bilen üpjün etmeli.

Iýmitlendiriji suwuň ýolunyň ikinji böleginde (termik deaeratorlardan bug generatorlara çenli) ýerleşdirilen enjamlarda we geçiriji turbalarda korroziýa bilen göreşmek üçin aşakdaky çäreler geçirilýär:

1) ýylylyk elektrik stansiýalary, islendik iş düzgüninde, rugsat berilýän kadadan geçmeýän kislородыň we kömürturşy gazыnyň galyndysyny saklaýan deaerirlenen suwy berýän termik deaeratorlar bilen üpjün etmeli;

2) ýokary basyşly regeneratiw gyzdryjylaryň bug kameralaryndan kondensirlenmeýän gazlary, mümkin boldugyça, doly çykarmaly;

3) ýmitlendiriji sorujy enjamlaryň suw bilen galtaşýan elementlerini taýýarlamak üçin korroziýa durnukly metallary ulanmaly;

4) ýmitlendiriji we drenaž gaplary 80–100°C-e çenli temperatura-lara durnukly metal däl örtükler, meselem, asbowinil (etinol lak bilen asbestiň garyndysy) ýa-da epoksid smolalarynyň esasynda taýýarlanan reňkli lak materiallary örtmek ýoly bilen korroziýadan goramaly;

5) ýokary basyşly regeneratiw gyzdryjylarynyň turbalaryny taýýarlamak üçin ýaramly, korroziýa durnukly konstruksiya materiallary saýlamaly;

6) ýmitlendiriji suwuň pH-nyň berlen amatly ululygyny saklamak maksady bilen ýmitlendiriji suwy aşgar reagentleri bilen hemişe işlemeli, bu ýagdaýda kömürturşy korroziýasy azalýar we gorag perdesiniň ýeterlik jebisligi üpjün edilýär;

7) termik deaeratorlardan soň galan kislorody birleşdirmek we enjamlaryň üstünden ýmitlendiriji suwa demir birleşmeleriniň geçmegini haýalladyjy ingibitor netijeliligini döretmek üçin ýmitlendiriji suwy hemişe gidrazin bilen işlemeli;

8) ýmitlendiriji suw bilen bug generatorlarynyň ekonomazyzlerine kislorodyň düşmezligi üçin ýmitlendiriji suwuň saklanýan gaplaryny ýapyk ulgamy döretmek ýoly bilen jebislendirmeli;

9) ýmitlendiriji suwuň ýolundaky enjamlar ätiýaçlykda duran wagty ygtybarly konserwasiýany üpjün etmeli.

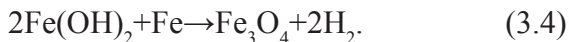
Bug sarp edijilerden ýylylyk elektrik stansiýa gaýtarylýan kondensatda korroziýa önümleriniň konsentراسیalaryny peseltmegiň netijeli usuly sarp edijilere ugrukdyrylýan turbinadan alynýan buga perde emele getiriji aminleri – oktadesilamini ýa-da onuň ornuny tutujylary goşmakdyr. Bugda bu maddalaryň konsentراسیasy 2–3 mg/dm<sup>3</sup>-a deň bolanda önümçilik kondensatynda demir oksidlerini 10–15 esse azaldyp bolýar. Goşujy sorujy enjamyň kömegi bilen poliaminleriň suwly emulsiýasyny goşmaklyk kondensatdaky kömür kislotasynyň konsentراسیasyna bagly däl, sebäbi olaryň täsiri bitaraplaşdyryjy häsiýete bagly däl-de, poladyň, latunyň we beýleki metallaryň üstlerinde bu aminleriň suwda eremeýän we ezilmeýän perdesini emele getirmek ukyplylygyna esaslanýandyr.

### 3.4. Bug generatorlarynyň elementleriniň korroziýasy

#### 3.4.1. Bugy emele getiriji turbalaryň we bug generatorlarynyň barabanlarynyň ulanylyş döwründäki korroziýasy

Bug generatorlarynyň metallarynyň korroziýa sebäpli zaýalanmagy bir ýa-da birnäçe ýagdaýlar bilen, ýagny gyzýan üstleriň kadaly ýuwulmagyna we sowadylmagyna päsgel berýän gyzýan üstleriň çakdanaşa ýylylyk dartgynlylygy, suwuň Gowşak aýlanyşygy, buguň duruklylygy, metalyň dartgynlylygy, goşundylaryň çökmegi we beýleki sebäpler bilen şertlendirilýär.

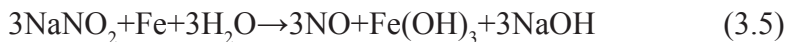
Bu ýagdaýlar ýüze çykmasa, kadaly magnetit perdesi ýeňil emele gelýär we erän kislorod saklamaýan suwda gurşawyň bitarap ýa-da aram täsirleşmesinde saklanýar.  $O_2$  bar bolsa, suw ekonomazyerleriň girelgeleri, barabanlar we aýlanyşykdaky goýberiji turbalar kislorodly korroziýa sezewar bolýarlar. Suw ekonomazyerlerine, esasan, suwuň pes tizlikli hereketi ( $v < 0,3$  m/s) ýaramaz täsir edýär, sebäbi bu ýagdaýda bölünip çykýan howanyň köpürjikleri turbalaryň içki nätekiz üstlerinde saklanýar we işjeň ýerli kislorodly korroziýany ýüze çykarýar. Ýokary temperaturada suwly gurşawda uglerodly poladyň korroziýasy iki döwri: başlangyç elektrohimiýa we ahyrky himiki döwürleri öz içine alýar. Korroziýanyň bu geçişine laýyklykda iki walentli demriň ionlary okis perdeden onuň suw bilen galtaşýan üstüne ýaýraýar, gidroksil ýa-da suw bilen täsirleşip, demriň zakis gidratyny emele getirýär, ol bolsa öz gezeginde aşakdaky reaksiýa boýunça magnetite we wodoroda dargaýar:



Okis perdesinden demriň ionlary bilen birlikde üste geçýän elektronlar wodorod ionlary bilen özleşip,  $H_2$ -ni bölüp çykarýarlar. Wagtyň geçmegi bilen okis perdesiniň galyňlygy artýar, diffuziýa bolsa kynlaşýar. Onuň netijesinde wagtyň geçmegi bilen korroziýanyň tizliginiň peselýändigine gözegçilik etmek bolýar.

**Nitritli korroziýa.** Ýymtlendiriji suwda natriý nitriti bar bolsa, bug generatorlarynyň metallarynda daşky görnüşi boýunça kislorodly

korroziya meñzeş bolan korroziya ýüze çykýar. Emma ondan tapawutlylykda nitritli korroziya goýberiji turbalaryň girelgelerini dälde, ýylylyk dartgynlylykly göteriji turbalaryň içki üstlerini zaýalaýar we 15–20 mm-e çenli diametrli has çuň başy emele getirýär. Nitritler katod prosesiniň geçişini, şol sanda bug generatorynyň metalyň korroziyasyny tizleşdirýär. Nitritli korroziya prosesi aşakdaky reaksiya boýunça geçýär:



**Bug generatorynyň metalyň galwanokorroziyasyny.** Bugy emele getiriji turbalaryň galwanokorroziyasynyň çeşmesi ammiagyň, kislorodyň we erkin kömürturşy gazynyň köp mukdarlaryny saklaýan ýimitlendiriji suwuň, regeneratiw gyzdyryjylaryň latun we mis turbalaryna iýji täsiriniň netijesinde bug generatorlaryna düşýän misdir. Diňe çökýän metal misiň bug generatorlarynyň diwarlarynda galwanokorroziyany emele getirip bilýändigini bellemek zerurdyr. Ýimitlendiriji suwuň pH-y 7,6-dan ýokary bolanda, bug generatorlaryna mis korroziya meýilli häsiýete eýe bolmadyk oksidler ýa-da kompleks birleşmeler görnüşinde düşýär we gyzýan üstlerde gyrmança görnüşinde çökýär. pH-y pes bolan ýimitlendiriji suwda saklanýan mis ionlary hem soňra bug generatoryna düşüp, aşgar gurşaw şertlerinde misiň gyrmança görnüşli oksidi görnüşinde çökýär. Şeýle-de bolsa, bug generatorlarynda bölünip çykýan wodorodyň ýa-da artykmaç natriý sulfidiniň täsiri netijesinde misiň oksidleri metal mise çenli doly dikelip bilýärler, olar gyzýan üstlerde çöküp, gazan metalyň elektrohimi korroziyasyna getirýärler.

**Gyrmançaasty (balykgulak görnüşli) korroziya.** Gyrmançaasty korroziya bug generatorynyň aýlanyşykdaky durnukly zolagynda, metallaryň korroziya önümlerinden we gazan suwunyň fosfat bilen işlenenden soňky galýan galyndylaryndan emele gelýän gyrmança gatlagynyň aşagynda ýüze çykýar. Eger bu çökündiler gyzdyrylýan böleklerde toplansa, onda gazan suwy işjeň bugarýar, ol bolsa onuň duzlulygyny we aşgarlygyny howply ululyga çenli artdyrýar.

Gyrmançaasty korroziya ojagyň alawyna gönükdirilen bug emele getiriji turbalaryň içki üstlerinde 50–60 mm-e çenli diametrli uly

baş görnüşinde ýaýraýar. Başlaryň çäklerinde turbalaryň diwarlarynyň galyňlyklary deňölçegli kiçelýär, netijede, köplenç, deşik emele gelýär. Başlarda demir oksidleriniň balykgulak görnüşli dykz gatlagy ýüze çykýar. Beýan edilen metalyň dargamagy edebiýatlarda «balykgulak görnüşli» korroziýa adyny aldy. Üç walentli demriň we iki walentli misiň oksidleri tarapyndan döreyän gyrmançaasty korroziýa metalyň utgaşykly dargamagynyň mysaly bolup durýar; bu prosesiniň birinji döwri arassa elektrohimiýa, ikinjisi bolsa, gyrmança gatlagynyň aşagyndaky metalyň aşy gyzan ýerlerinde suwuň we suw bugunyň täsiri bilen şertlendirilen himiki korroziýadyr. Bug generatorlarynyň «balykgulak görnüşli» korroziýasy bilen göreşmegiň has netijeli serişdesi – iýmitlendiriji suwuň ýolunda korroziýanyň önüni almak we ondan iýmitlendiriji suw bilen demriň we misiň oksidlerini çykarmakdyr.

**Aşgarylý korroziýa.** Bug-suw garyndysynyň gatlaklanmasy (kese ýa-da çala ýapgyt bugy emele getiriji turbalarda) bilen bug hal-tajyklary emele gelýär, metal aşy gyzýar we gazan suwy aşy bugarýar. Gazan suwy bugaranda emele gelýän ýokary konsentrirenen perde erginde aşgarylý köp mukdaryny saklaýar. Gazan suwundaky pes konsentriresiýaly iýiji natriý metaly korroziýadan gorýar, emma eger bug generatorynyň üstüniň haýsy hem bolsa bir ýerinde gazan suwunyň aşy bugarmagy üçin şert döräp, NaOH-yň konsentriresiýasy ýokarlan-sa, onda ol has howply bolup başlaýar.

Gazan suwunyň bugarýan perdesindäki iýiji natriniň konsentriresiýasy:

a) bug generatorynda berlen basyşda bugy emele getiriji turbalaryň diwarlarynyň gaýnama temperaturasy bilen deňeşdirilende gyzma derejesine, ýagny  $\Delta t_d$  ululyga;

b) iýiji natriniň konsentriresiýasy bilen aýlanyşykda suwda saklanýan berlen basyşda suwuň gaýnama temperaturasyny has ýokarlandyrmaga ukyply natriý duzlaryň gatnaşygyna baglydyr.

Eger gazan suwunda hloridleriň konsentriresiýasy ekwiwalent gatnaşykda NaOH-yň konsentriresiýasyndan ýokary bolsa, onda ol bugarýan perdede NaOH-dan ön howply ululyga ýetýär, onda hloridleriň mukdary şeýle bir artýar, netijede, erginiň gaýnama temperaturasy turbanyň aşy gyzan diwarynyň temperaturasyndan ýokary bolýar we soňra suw bugarman başlaýar. Eger gazan suwy, esasan, iýiji natriý

saklaýan bolsa, onda  $\Delta t_d = 7^\circ\text{C}$  ululykda konsentrlenen suwuň perdesinde NaOH-nyň konsentrasiýasy 10%-i düzýär,  $\Delta t_d = 30^\circ\text{C}$  ululykda bolsa 35%-e ýetýär. Gazan suwunyň temperaturasy  $200^\circ\text{C}$ -den ýokary bolanda iýiji natriniň eýýäm 5–10%-li ergininiň gyzdyrylýan ýerleriň metallaryny we olaryň kebşirlenip seplenen ýerlerini işjeň korroziýa sezewar edip, demriň böwşeň magnitli zakis-okisini emele getirmek bilen bir wagtda wodorody bölüp çykarmaga ukyplydygy amaly-usuly ýol bilen kesgitlenildi. Aşgarly korroziýa saýlama häsiýete eýe bolup, esasan, perlitniň däneleri boýunça metalyň çuňlugyna ýaýraýar we kristallitleriň arasynda jaýryklaryň gözeneklerini emele getirýär. Ýokary temperaturalarda iýiji natriniň konsentrlenen ergini demir oksidleriniň gorag gatlagyny eredip, natriý ferritini  $\text{NaFeO}_2$  emele getirmäge hem ukyply, ol bolsa öz gezeginde gidrolizlenip aşgary emele getirýär:



Bu aýlanyşykly prosesde aşgaryň harçlanmaýandygy sebäpli, korroziýa prosesiniň üznüksiz geçmegine mümkinçilik döreýär. Gazan suwunyň temperaturasy we iýiji natriniň konsentrasiýasy näçe ýokary bolsa, aşgarly korroziýa prosesi şonça-da işjeň geçýär. Iýiji natriniň konsentrlenen erginleri diňe bir gorag magnetit perdäni bozman, eýsem bozulandan soň onuň gaýtadan dikelmegine hem päsgel berýär.

Bug generatorlarynyň aşgarly korroziýasynyň çeşmesi bolup gyrmançaly çökündiler hem hyzmat edip bilýärler, olar gazan suwunyň aşa bugarmagyna ýardam berip, aşgaryň ýokary konsentrlenen korroziýa meýilli erginini emele getirýärler. Gazan suwunyň umumy duzlulygynda aşgaryň oňnositel üleşüni azaltmak we onda hloridler ýaly duzlaryň agdyklyk etmegini gazanmak gazan metalyň aşgarly korroziýasyny birden gowşatmaga ýardam berýär. Aşgarly korroziýany bug generatorynyň ähli ýerlerinde işjeň aýlanyşygy we gyzýan üstleriň arassalygyny üpjün edip hem ýok edip bolýar, ol suwuň aşa bugarmagynyň önüni alýar.

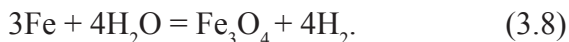
**Kristallitara korroziya.** Kristallitleriň arasyndaky korroziya gazan metalynyň aşgarly gazan suwy bilen täsirleşmegi netijesinde ýüze çykýar. Kristallitleriň arasyndaky jaýryklaryň häsiýetli aýratynlygy onuň metallaryň has dartgynly ýerlerinde ýüze çykýanlygyndadyr. Mehaniki dartgynlylyk, barabanly bug generatorlaryny taýýarlama we gurnama proseslerinde ýüze çykýan içki dartgynlylykdan, şeýle hem olaryň ulanylyş prosesinde ýüze çykýan goşmaça dartgynlylykdan durýar. Goşmaça statiki-mehaniki dartgynlylyklar turbalardaky kristallitleriň arasynda halkaly jaýryklaryň emele gelmegine ýardam berýärler. Olar bug generatorynyň barabanlarynda we turbaly aýlawlarynda temperatura uzalmasynyň ýeriniň doldurylmaklygynyň ýetmezçiligi, şeýle-de barabanyň ýa-da kollektoryň aýratyn bölekleriniň deňöleşsiz gyzdyrylmagy ýa-da sowadylmagy netijesinde ýüze çykýarlar.

Kristallitara korroziya käbir tizlenme bilen geçýär: başlangyç döwürde metal örän haýal we deformasiýasyz dargaýar, soňra wagtyň geçmegi bilen onuň tizligi birden ýokarlanýar we weýrançylyga getirýän ölçege eýe bolup biler. Gazan metalynyň kristallitara korroziýasyna ilki bilen elektrohimiýa korroziýanyň hususy ýagdaýy ýaly seretmek bolar, ol gazan suwunyň aşgarly konsentraty bilen galtaşýan dartgynly metalyň däneleriniň aralary boýunça geçýär. Katodlaryň ornuny tutýan kristallitleriň arasyndaky potensiallaryň tapawudynyň netijesinde korroziýaly mikrogalwaniki elementler ýüze çykýar. Däneleriň dargaýan çäkleri anodlaryň ornuny tutýar, bu ýerde metalyň mehaniki dartgynlylygy sebäpli, olaryň potensialy örän pes bolýar.

Kristallitara korroziýanyň ýaýramagynda elektrohimiýa prosesler bilen bir hatarda korroziýaly elementleriň katodynda  $H^+$  ionlaryň razýadynyň önümi bolan atomar wodorod hem uly orun tutýar; ol poladyň galyňlygyna ýeňil ýaýrap, karbidleri dargadýar we bug gazan metalynda metanyň emele gelmeginiň netijesinde ýokary içki dartgynlylygy döredýär, netijede, kristallitleriň arasynda inçejik jaýryklar (wodorod ýarygy) emele gelýär. Ondan başga-da, wodorodyň polat bilen täsirleşmesiniň netijesinde dürli gaz görnüşli önümler emele gelýär, olar bolsa öz gezeginde goşmaça dargadyjy güýçleri döredýär we metalyň düzüminiň ýumşamagyna, jaýryklaryň çuňlaşmagyna, giňemegine we şahalaýyn ýaýramagyna ýardam berýär.

Gazan metalynda wodorodly korroziýanyň öňüni almagyň esasy ýoly atomar wodorody emele getirýän islendik korroziýa proseslerini ýok etmekdir. Ony gazanlary himiki arassalamak, suwuň aýlanyşygyny gowulandyrmak we gyzýan üstlerde has ýokary ýerli ýylylyk ýüklenmeleri peseltmek bilen bug generatorna demriň we misiň oksidleriniň berilmegini azaltmak arkaly gazanyp bolýar. Bug generatorlarynyň elementleriniň seplesýän ýerlerinde gazan metalyň kristallitara korroziýasy diňe durnuksyzlyk çägene ýakyn ýa-da ondan geçýän ýerli süýndüriji dartgynlylyk bug gazanynyň elementleriniň jebis däl seplerinde toplanýan gazan suwundaky NaOH-ýň konsentrasiýasynyň 5–6%-den geçmegi bilen birlikde ýüze çykanda emele gelýär. Gazan metalyň kristallitleriniň arasyndaky bozulmanyň güýçlenmeginde aşgarlygyň absolýut ululygy däl-de, eýsem gazan suwunyň umumy duzly düzüminde iýiji natriniň ülsi uly orun tutýar. Eger bu ülüş, ýagny gazan suwunda iýiji natriniň oňositel konsentrasiýasy ereýän mineral maddalaryň jeminden 10–15%-ni düzse, onda düzgün bolşy ýaly, bu görnüşli suwuň korroziýa meýilliligi tejribe ýoly bilen kesgitlenildi.

**Bug-suwly korroziýa.** Barabana tiz berilmän, kemçilikli aýlanyşykly ýerlerde bug uzak wagt saklanyp, turbalaryň diwarlary bug haltalarynyň astynda aşa gyzýarlar. Bu bolsa has aşa gyzdyrylan buguň täsiri netijesinde 450°C-e we ondan hem ýokary temperatura çenli gyzýan metalyň himiki korroziýasyna getirýär. Uglerodly poladyň has aşa gyzdyrylan (450–470°C temperaturada) suw bugundaky korroziýa prosesi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ -i we gaz görnüşli wodorody emele getirýär:



Doýgun bugda erkin wodorodyň ýokarlanmagy gazan metalyň bug-suwly korroziýasynyň işjeňliginiň kriterisidir. Bugy emele getiriji turbalarda bug-suwly korroziýa diwaryň temperaturasynyň birden üýtgeýän ýerlerinde ýüze çykýar, ol ýerlerde ýylylyk çalyşma bolup, gorag okis perdesi bozulýar. Şeýlelikde, turbanyň aşa gyzan metalyň suw ýa-da suw bugy bilen gös-göni galtaşmagy we olaryň himiki täsirleşmegi üçin mümkinçilik döreyär.

**Korroziýaly ýadawlyk.** Bug generatorlarynyň barabanlarynda we gazan turbalarynda metala korroziýaly gurşaw bilen ala-

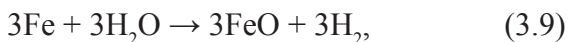


maty we ululygy boýunça üýtgeýän termik dartgynlylyk bilelikde täsir etse, poladyň çuňlugyna ýaýraýan korroziýaly ýadawlygyň jaýryklary emele gelýär, olar transkristallitli, aralyk kristallitli ýa-da garyşyk häsiýete eýe bolup bilýärler. Köplenç, gazan metalyň jaýrylmagynyň önüsyrasy gorag okis perdesi bozulýar, ol bolsa elektrohimiiki köpdürlülige we netijede ýerli korroziýanyň artmagyna getirýär.

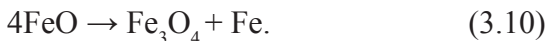
Bug generatorlarynyň barabanlarynda geçiriji turbalaryň (iýmitlendiriji suw, döwürleýin şemallatmak, fosfat erginini bermek üçin) we suw görkeziji sütünleriň barabana birigýän ýerlerinde metal gezekli-gezegine gyzdrylanda we sowadylanda, korroziýaly ýadawlygyň jaýryklary emele gelýär. Eger turba boýunça geýýän iýmitlendiriji suwuň temperaturasy bug generatorynda basyş astynda doýgunlaşma temperaturadan pes bolsa, ähli bu seplerde barabanyň metaly sowayar. Barabanyň diwarlaryny ýerli sowatmaklyk we soňra gyzgyn gazan suwy (iýmitlendirme togtadylanda) bilen gyzdrymaklyk hemişe metalda ýokary içki dartgynlylygyň emele gelmegi bilen baglanyşykly bolýar. Üstler yzly-yzyna, gezekli-gezegine öllenende we guranda, şeýle-de bug-suw garyndysynyň turba boýunça hereketi aýlawly häsiýete eýe bolanda, ýagny bug-suw garyndysynyň hereket tizligi we onuň buglulygy ýygydan we birden üýtgände, şeýle-de bug-suw garyndysy aýratyn buguň we suwuň «dykynlaryna» özbolušly yzygider gatlaklara bölünende poladyň korroziýa sebäpli jaýrylmasý birden ýokarlanýar.

### 3.4.2. Bugy aşa gyzdryjylaryň korroziýasy

Bug-suwly korroziýanyň tizligi, esasan, buguň temperaturasy we onuň bilen galtaşýan metalyň düzümi bilen kesgitlenilýär. Onuň ýaýramagynda bugy aşa gyzdryjylar işlände ýylylyk çalyşmanyň ululyklary we temperatura üýtgemeleri uly orun tutýar, olaryň netijesinde gorag okis perdeleri bozulýar. 575°C-den ýokary temperaturaly aşa gyzdrylan bug gurşawda poladyň üstünde bug-suwly korroziýanyň emele gelmeginiň netijesinde FeO (wýustit) emele gelýär:



Ol has pes temperaturada aşakdaky reaksiýa boýunça dargaýar:



Adaty az uglerodly polatdan taýýarlanan turbalar uzak wagt has aşa gyzdyrylan buguň täsirinde bolup, metallaryň gurluşyny düýpgöter üýtgetmek we okaliniň dykyz gatlagyny emele getirmek bilen birlikde deňölçegli dargaýarlar. Bug  $550^\circ\text{C}$  we ondan ýokary temperatura çenli gyzdyrylýan aşa ýokary we aşa kritiki basyşly bug generatorlarynda bugy aşa gyzdyryjylaryň has ýylylyk dartgynly elementleri (çykalgalary), adatça, ýylylyga durnukly austenit poslamaýan polatlardan (hromonikelli, hromomolibdenli) taýýarlanylýar. Bu polatlar dartgynlylyk we korroziýa meýilli gurşaw bilelikde täsir edende jaýrylýarlar. Austenit polatlardan bolan elementleriň korroziýa sebäpli jaýrylmany bilen häsiýetlendirilýän bugy aşa gyzdyryjylaryň ulanylyşdaky zaýalanmasynyň aglabasy bugda hlوريدleriň we iýiji natriniň bolmagy bilen şertlendirilýär. Austenit polatlardan bolan şaýlaryň korroziýa sebäpli jaýrylmany bilen göreşmek, esasan, bug generatorlarynyň howpsuz suw düzgünini saklamaklyk arkaly amala aşyrylýar.

### 3.4.3. Bug generatorlarynyň durnuklylyk korroziýasy

Bug generatorlary ýa-da beýleki bug güýç enjamlary sowuk ýa-da gyzygyn ätiýaçlyga ýa-da abatlaýyş işleri üçin saklananda metalyň üstünde howanyň kislorodynyň ýa-da çygyň täsiriniň netijesinde durnukly korroziýasy ýaýraýar. Şol sebäpli enjamlaryň korroziýadan gorajy zerur çäreleri ulanmazdan saklanylmagy, esasan, bug generatorlarynda düýpli zaýaçylyga getirýär. Hususan-da, göni akymly bug generatorlarynyň geçiş zolaklaryndaky bugy aşa gyzdyryjy we bugy emele getiriji turbalar durnukly korroziýa sezewar bolýarlar. Bug generatorlarynyň içki üstlerinde durnukly korroziýanyň emele gelmeginiň sebäpleriniň biri hem olar işsiz duran wagty kisloroddan doýgun suw bilen dolmagydyr. Bu ýagdaýda suw-howa çäkdäki metal has hem korroziýa sezewar bolýar. Eger abatlaýyş işlerini geçirmek üçin saklanan bug generatory doly boşadylýan bolsa, onda onuň içki üstünde hemişe çygyň perdesi galýar we şo-

nuň bilen bir wagtda kislorodyň geçmegine şert döreyär, kislorod bu perdeden ýeňil ýaýrap, metallarda işjeň elektrohimi korroziýany döredýär. Bug generatoryň içinde howa gurşawynyň suw bugy bilen doýgundygy sebäpli, esasan, onuň bilen parallel işleýän bug generatorlarynyň armaturalarynyň jebis däl ýerlerinden bug geçende çygyň ýuka perdesi ýeterlik köp saklanýar. Eger ätiýaçlykda duran bug generatorlaryny doldurýan suwda hloridler saklanýan bolsa, onda ol metalyň deňölçegli korroziýasynyň tizligini ýokarlandyrýar, eger aşgaryň ( $100 \text{ mg/dm}^3 \text{ NaOH}$ -dan az) we kislorodyň az mukdary saklanýan bolsa, onda ol başly korroziýanyň ýaýramagyna ýardam berýär.

Bug generatorynda toplanýan, adatça, çygy saklaýan gyrmança hem durnuklylyk korroziýanyň ýaýramagyna ýardam berýär. Şol sebäpli barabanlarda gyrmançanyň köp toplanýan ýerlerinde, köplenç, korroziýaly çukurjyklar tapylýar. Bug generatorlarynyň, esasan, suwda ereýän duzly çökündiler bilen örtülen içki üstleri, meselem, bugy aşa gyzdryjylaryň egri turbalary we göni akymly bug generatorlarynyň geçiş zolaklary korroziýa has sezewar bolýarlar. Bug generatorlary işsiz duran wagty bu çökündiler atmosfera çygyňy siňdirýär we dargap, metalyň üstünde ýokary elektrik geçirijilikli natriý duzlarynyň ýokary konsentirlenen erginini emele getirýär. Howa erkin geçende, duzly çökündileriň aşagynda korroziýa prosesi has işjeňleşýär. Bug generatorynyň iş döwründe durnukly korroziýa gazan metalynyň iýilme prosesini güýçlendirýär. Bu ýagdaýlary durnukly korroziýanyň esasy howplulygy hasaplamaly. Bug generatorynyň iş döwründe emele gelýän ýokary walentli demir oksidlerinden durýan pos  $\text{Fe(OH)}_3$  korroziýaly mikro- we makrogalwanojübütleriň depolýarizatorynyň ornuny tutýar, ol bolsa enjamyň ulanylyş prosesinde metalyň korroziýasynyň işjeňleşmegine alyp barýar. Gazan metalynyň üstünde posuň toplanmagynyň netijesinde gyrmançaasty korroziýa emele gelýär. Ondan başga-da, enjam gaýtadan saklananda gaýtadan dikelen pos howanyň kislorodyny siňdirmek bilen ýene korroziýany ýüze çykarmaga ukyplydyr. Bu prosesler bug generatorlary gezekli-gezegine saklananda we işlände döwürleýin gaýtalanýar.

Bug generatorlaryny ätiýaçlyk ýa-da abatlaýyş işleri üçin saklananda, olary durnukly korroziýadan goramagyň serişdeleri bolup konserwasiýanyň dürli usullary hyzmat edýär.

### 3.5. Bug turbinalarynyň korroziýasy

Turbinanyň akymly böleginiň metaly iş prosesinde buguň kondensirlenýän ýerinde, esasan, onda kömür kislotasy bar bolsa korroziýa, bugda korroziýa işjeň goşundylaryň bolmagynyň netijesinde jaýrylma we turbina ätiýaçlyga ýa-da bejergä saklananda durnuklylyk korroziýa sezewar bolup bilýär. Turbinanyň akymly böleginde duzly çökündiler bar bolsa, ol durnuklylyk korroziýa has güýçli sezewar bolýar. Turbina duran wagty emele gelýän duzly ergin korroziýanyň ösmegini tizleşdirýär. Bu ýerden turbina uzak wagta saklanmazdan oň onuň pilçeli enjamlarynyň çökündilerden oňat arassalanmak zerurlygy gelip çykýar.

Turbina duran wagty korroziýa, adatça, deňölçeqli häsiýete eýe, amatsyz şertlerde ol metalyň üstleri boýunça deňölçeqli ýaýran köp sanly baş görnüşinde emele gelýär. Onuň geçýän ýerleri turbinanyň akymly böleginiň polat şaýlaryna iýiji täsir edýän, çygyň kondensirlenýän basgançaklarydyr.

Çygyň emele gelmeginiň çeşmesi, ilki bilen turbina saklanandan soň ony doldurýan buguň kondensasiýasydyr. Kondensat bölekleyin pilçelerde we diafragmalarda galýar, bölekleyin akýar we turbinanyň korpusynda toplanýar, sebäbi ol drenažyň üsti bilen çykarylmaýar. Turbinanyň içindäki çygyň mukdary bugy bölüp almak üçin we basyşa garşy niýetlenen bug geçirijiden buguň syzmagynyň netijesinde ýokarlanyp biler. Turbinanyň içki bölegi turbina barýan howadan hemişe sowugrak bolýar. Maşyn zalynda howanyň otnositel taýdan çyglylygy has ýokary, şol sebäpli gyraw nokadynyň emele gelmegi we metal şaýlarda çygyň bölünip çykmagy üçin howanyň çala sowadylmagy ýeterlikdir.

Bug turbinalaryndan durnukly korroziýany aýyrmak üçin turbina ätiýaçlykda duran wagty oňa aşa gyzdyrylan buguň bug geçirijisinden, şeýle hem bugy bölüp almak üçin niýetlenen turbalaryň ýygnaýjy turbasyndan, suwuň zyňylýan hatarlaryndan we ş.m buguň düşme mümkinçiligini aýyrmaly. Pilçeleriň, diskleriň we rotoryň üstlerini gury ýagdaýda saklamak üçin ätiýaçlykda duran turbinanyň içki boşlugyny gyzgyn howanyň ( $t = 80-100^{\circ}\text{C}$ ) akymy bilen döwürleýin üfledilýär, bu bolsa gyzdyryjynyň üstünden (elektrik ýa-da bug) uly bolmadyk kömekçi ýelpewaçlaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýär.

### 3.6. Turbinalaryň kondensatorlarynyň korroziýasy

Bug güýç gurluşlarynyň ulanylyş şertlerinde latun kondensator turbalarynyň sowadyjy suw bilen ýuwulýan hem içki üstlerinde hem daş taraplarynda käwagtlar korroziýa sebäpli zaýalanmalara gözegçilik etmek bolýar. Kondensator turbalarynyň hloruň köp mukdaryny saklaýan, has minerallaşan, duzly-köl suwlary ýa-da ýokary minerallaşan we asyl-asyl bölejikler bilen hapalanan aýlanyşykda suwlar bilen sowadylýan içki üstleri korroziýa has güýçli sezewar bolýarlar.

Latunyň konstruksiýa material hökmünde häsiýetli aýratynlygy, oňa ýokary mehaniki dartgynlylygyň we ortaça iýji häsiýete eýe bolan gurşawyň utgaşykly täsirinde korroziýa meýilliligidir. Latun turbaly kondensatorlarda korroziýa sebäpli zaýalanmalar umumy sinksizlendirme, dykyly sinksizlendirme, korroziýaly jaýrylma, urguly korroziýa we korroziýaly ýadawlyk görnüşinde ýüze çykýarlar. Latunyň ýokarda sanalyp geçilen korroziýalarynyň görnüşleriniň geçmegine metal ergininiň düzümi, kondensator turbalaryny taýýarlamagyň tehnologiýasy we onuň bilen galtaşýan gurşawyň häsiýeti aýgrylyş täsir edýär. Sinksizlendirilmäniň netijesinde latun turbalarynyň üstleriniň zaýalanmagy tekiz gatly häsiýete eýe ýa-da dykyly diýip atlandyrylýan has howply görnüşe degişli bolup biler. Dykyly sinksizlendirilme metalyň çuňlugyna ýaýraýan böwşeň mis bilen doldurylan başlar bilen häsiýetlendirilýär. Turbalarda aňyrsyna geçýän ýşlaryň bolmagy sowadyjy çyg suwuň kondensata geçmeginiň önüni almak üçin turbalaryň çalşylmagyna getirýär.

Geçirilen barlaglar, şeýle hem hereket edýän kondensatorlardaky kondensator turbalarynyň üstleriniň ýagdaýyna uzak wagtyň dowamyndaky gözegçilikler latuna myşşagyň az mukdarynyň goşmaça goşulmagynyň olaryň sinksizlendirilmä meýilliligini peseldýändigini görkezdi. Galaýy ýa-da alýuminiý bilen goşmaça legirlenen, düzümi boýunça çylşyrymly latunlar hem bu metal erginleriniň mehaniki taýdan darganda gorajy perdeleri tiz dikeltmäge ukyplydyklary sebäpli, ýokary korroziýa durnuklylyga eýedirler. Potensial hatarda dürli orunlary eýeleýän we elektrik taýdan birleşdirilen metallaryň ulanylmagynyň netijesinde kondensatorda makroelementler döreýärler. Üýtgäp duran temperatura meýdanynyň bolmagy termoelektrik gelip çykyşly,

korroziya howply EHG-siniň güýçlenme mümkinçiligini döredýär. Hemişelik toguň ýakynynda ýere çatylanda döreýän üýtgeýän toklar hem kondensatorlaryň işjeň korroziyasynyň sebäbi bolup biler.

Kondensator turbalarynyň kondensirlenýän buguň täsiri bilen korroziya sebäpli zaýalanmagy, köplenç, onda ammiagyň bolmagy bilen baglanyşyklydyr. Ol misiň we sinkiň ionlaryna gatnaşyklylykda oňat kompleks emele getiriji bolup, latunyň sinksizlenmegi üçin amatly şert döredýär. Ondan başga-da, ammiak metal ergininde içki ýa-da daşky dartgynlylyklar bolsa, latun turbaly kondensatorlaryň korroziya sebäpli jaýrylmagyny şertlendirýär, korroziya prosesi güýçlense, jaýryklar hem kem-kemden giňelýär. Kislorodyň we beýleki okislendirijileriň ýok ýagdaýynda ammiagyň erginleriniň mise we onuň metal erginlerine iýji täsir edip bilmeýändigini kesgitlenildi, şonuň üçin kondensatda ammiagyň konsentrasiýasy  $10 \text{ mg/dm}^3$ -a çenli we kislorod ýok bolsa, latun turbalarynyň ammiakly korroziýasy onçakly howply bolmaýar. Emma kislorodyň az mukdary saklanýan hem bolsa, ammiak  $2\text{--}3 \text{ mg/dm}^3$  konsentrasiýada latuny we beýleki misiň metal erginlerini dargadýar.

Buguň täsirindäki korroziya, ilki bilen, bugy sowadyjylaryň, ežektorlaryň we turbinalaryň kondensatorlarynyň howany sorujy kameralarynyň latun turbalary sezewar bolýarlar, ol ýerde howanyň düşmegine we bölekleyin kondensirlenen bugda ammiagyň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagyna amatly şert döredýär.

Kondensator turbalarynda suwuň täsiri netijesinde döreýän korroziýanyň önüni almak maksady bilen, turbalary taýýarlamak üçin ýaramly metallar ýa-da metal erginleri saýlananda, sowadyjy suwuň berlen düzümünde olaryň korroziya durnuklylygyny hasaba almaly. Haçan-da kondensatorlar akymly, ýokary minerallaşan suw bilen sowadylanda, şeýle hem ýylylyk elektrik stansiýalarynyň suw üpjünçilik ulgamynda sowadyjy suwuň öwezi ýokary minerallaşan ýa-da korroziya meýilli önümçilik ýa-da durmuş maksatly akymlar bilen hapalanan süýji suwlar bilen doldurylýan şertlerinde kondensator turbalaryny taýýarlamak üçin korroziya durnukly materiallary saýlamaklyga esasy üns berilmelidir.

### **3.7. Iýmitlendiriji we ýyladyş tor ýollarynyň enjamlarynyň korroziýasy**

#### **3.7.1. Geçiriji turbalaryň we suw gyzdyryjy gazanlaryň korroziýasy**

Elektrik stansiýalarynyň birnäçesi ýyladyş torlaryny iýmitlendirmek üçin pes pH ululykly we az talhlykly deňiz we suw geçirijiniň suwuny ulanýarlar. Suw geçiriji stansiýada derýa suwuny goşmaça işlemeklik, adatça, pH-yň peselmegine, aşgarlygyň azalmagyna we ýýji kömürturşy gazynyň mukdarynyň artmagyna getirýär. Ýýji kömürturşy gazy gös-göni gyzgyn suw (2000–3000 t/sag) paýlaýan iri ýylylyk üpjünçilik ulgamlary üçin ulanylýan turşatma shemalarynda hem ýüze çykyp biler. Na-kationirleme shemasy boýunça suwy ýumşatmaklyk korroziýanyň tebigy ingibitorlaryny – talhlyk duzlaryny aýyrmaklygyň netijesinde onuň iýjiliginini ýokarlandyýar.

Suwuň deaerasiýasy ýaramaz sazlananda we ýylylyk üpjünçilik ulgamlarynda goşmaça gorag çäreleriniň görülmeyändigigi sebäpli kislorodyň we kömürturşy gazynyň konsentراسiýalary, mümkin boldugyça, ýokarlananda, geçiriji turbalar, ýylylyk çalşyjy enjamlar, akkumulýator gaplar we beýleki enjamlar içki korroziýa sezewar bolýarlar.

Temperaturanyň ýokarlanmagynyň kislorody siňdirmek we wodorody bölüp çykarmak bilen geçýän korroziýa prosesleriniň ösmegine ýardam berýändigigi bellidir. Temperaturanyň 40°C-den ýokarlanmagy bilen korroziýanyň kislorodly we kömürturşy gazly görnüşleri birden güýçlenýär.

Gyrmançaasty korroziýanyň esasy görnüşi galyndy kislorodyň az mukdarynda (TUD kadalary berjaý edilende) we demir oksidleriniň mukdary 400 mkg/dm<sup>3</sup> ýokary bolanda (Fe hasaplamada) geçýär. Bug gazanlarynyň ulanylyş tejribesinde oňden belli bolan korroziýanyň bu görnüşi gowşak gyzdyrylma we ýylylyk ýüklenmäniň ýok şertlerinde ýüze çykaryldy. Bu ýagdaýda, esasan, demriň gidratlaşan üç walentli oksidlerinden durýan korroziýanyň ýumşak önümleri katod prosesiniň işjeň depolýarizatory bolup hyzmat edýär.

Ýyladyjy enjamlaryň ulanylyşynda käwagt deşikli korroziýa, ýagny saýlama korroziýa gözegçilik etmek mümkin, metalyň işjeň

korroziýaly bozulmasy deşikde döreyär. Kiçi ýşlarda geçýän prosesleriň aýratynlygy kislorodyň konsentrasiýasynyň erginiň göwrümindeki konsentrasiýasy bilen deňeşdirilende pesligidir we korroziýaly täsirleşmeleriň önümleriniň haýal aýrylmagydyr. Korroziýa önümleriniň toplanmagynyň we olaryň gidroliziniň netijesinde ýşlarda erginiň pH-ynyň peselmegi mümkin.

Ýyladyş tory hemişe deaerirlenen suw bilen ýmitlendirlende geçiriji turbalarda diňe kadaly gidrawlik düzgünde, haçan-da ýylylyk üpjünçilik ulgamlaryň ähli nokatlarynda artykmaç basyş hemişe atmosfera basyşyndan ýokary bolanda, aňrsyna geçýän yşyň emele gelme mümkinçiligi doly aradan aýrylýar.

Suw gyzdyryjy gazanlaryň we beýleki enjamlaryň turbalarynyň başly korroziýalarynyň sebäpleri aşakdakylardyr: ýmitlendiriji suwuň pes hilli deaerasiýasy; kömürturşy gazynyň ( $10\text{--}15\text{ mg/dm}^3$ -a çenli) bolmagy bilen şertlendirilýän pH ululygynyň pesligi; ýylylyk geçiriji üstlerde demriň kislorodly korroziýasynyň önümleriniň ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) toplanmagy. Tor suwunda demir oksidleriniň köp saklanmagy gazanyň gyzýan üstlerinde demir oksidli çökündileriň toplanmagyna ýardam berýär.

Derňewçileriň köpüsi gyрманçaasty korroziýanyň emele gelmeğinde esasy orny suw gyzdyryjy gazanlar işsiz duran wagty durnuklylyk korroziýanyň önüni almak üçin degişli çäreler görülmese, olaryň turbalarynda poslama prosesleriniň eýeleýändigini tassyklaýarlar. Gazanlaryň çygly üstlerine atmosfera howasynyň täsiri netijesinde döreyän korroziýanyň merkezi gazanlaryň iş döwründe hem dowam edýär.

### **3.7.2. Ýylylyk çalşyjy enjamlaryň turbalarynyň korroziýasy**

Misli metal erginleriniň korroziýa häsiýeti temperatura bagly we suwda kislorodyň bolmagy bilen kesgitlenilýär.

3.1-nji tablisada suwda kislorod ýokary ( $200\text{ mkg/dm}^3$ ) we pes ( $3\text{ mkg/dm}^3$ ) mukdarda bolanda, misli-nikelli erginleriň (splawlaryň) we latunyň korroziýa önümleriniň suwa geçme tizlikleri görkezilen. Bu tizlik takmynan korroziýanyň tizligine proporsionaldyr. Ol suwda kislorodyň konsentrasiýasynyň we duzlulygyň ýokarlanmagy bilen köpeliýär.



Turşatma shemasynda suw dekarbonizatorndan soň 5 mg/dm<sup>3</sup>-a çenli kömürturşy gazyny saklaýar, bu ýagdaýda ЛI-68 latundan bolan gyzdyryjylaryň turbalar toplumynyň hyzmat ediş möhleti 9–10 aýdyr.

3.1-nji tablisa

**Bitarap gurşawda misli-nikelli erginleriň (splawlaryň) we latunyň üstlerinden korroziýa önümleriniň suwa geçme tizligi, 10<sup>-4</sup> g/(m<sup>2</sup>·sag)**

Material	O <sub>2</sub> -niň mukdary, mkg/dm <sup>3</sup>	Temperatura, °C				
		38	66	93	121	149
MH 70-30	3	–	3,8	4,3	3,3	4,5
	200	16,5	60,6	181	378	693
MH 90-10	3	–	0,7	2,0	1,4	1,8
	200	20,2	100	165	276	–
ЛIО-70-1	3	–	1,8	1,8	3,5	6,4
	200	30,4	135	511	1357	–

Turbalaryň korroziýa sebäpli bozulmagyna üstlerde emele gelýän gaty we ýumşak çökündiler öz täsirini ýetirýär. Bu çökündileriň häsiýeti wajypdyr. Eger çökündiler suwy süzmäge we şol bir wagtyň özünde turbalaryň üstlerinde korroziýanyň misi saklaýan önümlerini alyp galmaga ukyply bolsalar, onda turbalaryň yerli dargama prosesi güýçlenýär. Öý-jükli gurluşly çökündiler (kesmegiň gaty çökündileri, organiki) has-da korroziýa prosesleriniň geçmegine ýaramaz täsir edýärler. Suwuň pH-nyň ýokarlanmagy bilen karbonat perdeleriniň geçirijiligi artýar, onuň talhlygynyň artmagy bilen bolsa, birden kemelýär. Şunuň bilen süzgüçleriň doýgun däl gaýtadan dikeltmek shemasynda korroziýa önümleri Na-kationirleme shemasyna garanyňda has işjeň geçýändigini düşündirilýär. Turbalaryň üstleriniň korroziýa önümleri we çökündileriň aşagynda başlaryň emele gelmegine getirýän beýleki çökündiler bilen hapalanmagy hem olaryň hyzmat ediş möhletiniň azalmagyna ýardam berýär. Hapalary öz wagtynda aýyrmak bilen turbalaryň yerli korroziýasyny görnetin peseldip bolýar. Suwuň duzlulygy 300 mg/dm<sup>3</sup>-dan, hloridleriň konsentrasiýasy bolsa 20 mg/dm<sup>3</sup>-dan ýokary bolanda, latun turbaly gyzdyryjylaryň çalt hatardan çykýandygyna gözegçilik etmek bolýar.

Ýylylyk çalşygy enjamlaryň turbalary korroziýa durnukly materialardan taýýarlanylsa, olaryň ortaça ulanylyş möhleti (3–4 ýyl) artyp biler. Az minerallaşan suwly ýylylyk elektrik stansiýalarynyň birnäçesinde

ýmitlendiriji ýolda gurnalan 1X18H9T görnüşli poslamaýan polatdan bolan turbalar hiç hili zeper ýetmezden 7 ýyldan gowrak ulanylýar. Şeýle-de bolsa, häzirki wagtda poslamaýan polatlaryň gytlygy sebäpli olar giňden ulanylmaýar. Şeýle-de, bu polatlaryň suwda temperatura, duzlylyk, hloridleriň konsentrasiýasy ýokary bolsa we ol çökünci bilen hapalansa tegmilli korroziýa sezewar bolýandygyny göz önünde tutmalydyr.

Suwy taýýarlamagyň derňewleriniň görkezmesi boýunça ýylylyk elektrik stansiýalarynyň ýmitlendiriji we tor ýollarynda ýylylyk çalşyýy enjamlaryň metallary 3.2-nji tablisada getirilen maglumatlara laýyklykda we suwy taýýarlaýjy shema baglylykda saýlanmaly.

Ýmitlendiriji we tor suwlarynda duzlylyk 200 mg/dm<sup>3</sup>-dan we hlor ionlary 10 mg/dm<sup>3</sup>-dan ýokary bolsa, Л-68 latuny, esasan hem deaeratora çenli ýmitlendiriji ýolda suwy taýýarlamagyň shemalarynyň dürlüligine garamazdan ulanmaklygy çäklendirmeli. Iýiji kömürturşy gazynyň köp mukdaryny saklaýan (1 mg/dm<sup>3</sup>-dan ýokary) ýumşadylan ýmitlendiriji suw ulanylanda, turbaly ulgamlary latundan bolan enjamlarda akymyň hereket tizligi 1,2 m/s-dan geçmeli däl.

МНЖ-5-1 ergin ýyladyş torunyň ýmitlendiriji suwunda temperatura 60°C-den ýokary bolanda ulanylmaly.

3.2-nji tablisa

**Ýyladyş torunyň ýmitlendiriji suwuny işlemeğiň shemasyna baglylykda ýylylyk çalşyýy enjamlaryň turbalarynyň metallary**

Ýmitlendiriji suwy işlemeğiň shemasy	Deaeratora çenli ýollarda ýylylyk çalşyýlaryň turbalarynyň metallary	Tor ýylylyk çalşyýlaryň turbalarynyň metallary
Hekleme	Л-68, ЛА-77-2	L-68
Na-kationirleme	ЛА-77-2, МНЖ-5-1	L-68
Süzgüçleri doýgun däl dikeldilmeli H-kationirleme	ЛА-77-2, МНЖ-5-1	L-68
Turşatma	ЛА-77-2, МНЖ-5-1	L-68
İşlenmedik ýumşak suw T <sub>u</sub> =0,5÷0,6 mmol/dm <sup>3</sup> A <sub>u</sub> =0,2÷0,5 mmol/dm <sup>3</sup> pH=6,5÷7,5	ЛА-77-2, МНЖ-5-1	L-68

### **3.7.3. Gyzgyn suw üpjünçiliginiň hereket edýän ulgamynyň korroziýa ýagdaýyna baha bermek we korroziýanyň sebäpleri**

Gyzgyn suw üpjünçilik ulgamy beýleki inžener desgalary (ýyladyjy, sowuk suw üpjünçilik we lagym ulgamlary) bilen deňeşdirilende has ygtybarsyz we gysga möhletleýindir. Eger desgalaryň kesgitlenen we hakyky hyzmat ediş möhletleri 50-100 ýyl, ýyladyjy, sowuk suw üpjünçilik we lagym suw ulgamlarynyň hyzmat ediş möhletleri bolsa 20-25 ýyl hasap edilýän bolsa, onda ýylylyk üpjünçiliginiň we beýleki üpjünçilikleriň örtüksiz polat turbalar bilen amala aşyrylýan ýapyk shemalarynda gyzgyn suw üpjünçilik ulgamynyň hakyky hyzmat ediş möhleti 10 ýyldan, aýratyn ýagdaýlarda bolsa 2–3 ýyldan geçmeýär.

Gyzgyn suw üpjünçiliginiň geçiriji turbalary örtüksiz bolsa, içki korroziýa we onuň önümleri bilen hapalanma sezewar bolýar. Bu bolsa üpjünçiligiň geçirijilik ukyplylygynyň peselmegine, gidrawlik ýitgileriň artmagyna we esasan hem binanyň ýokarky gatlarynda şäher suw geçirijilerde basyş ýeterlik bolmasa gyzgyn suwuň berilmeginiň ýaramazlaşmagyna getirýär. Merkezi ýylylyk nokatlaryndan iri gyzgyn suw üpjünçilik ulgamlaryna geçiriji turbalaryň korroziýa önümleri bilen örtülmegi köp ugurly ulgamlary sazlamagyň bozulmagyna we gyzgyn suwuň berilmeginiň bökdelmegine getirýär. Işjeň korroziýa, esasan, merkezi ýylylyk nokatlardan gyzgyn suw üpjünçiliginiň içki torlarynyň korroziýasy sebäpli gündelik we düýpli abatlaýyş işleriniň göwrümi ulalýar. Ol içki we daşky üpjünçilikleriň (öýlerde) ýygy-ýygdan üýtgedilmegi ýa-da täzeden geçirilmegi, şäher toplumlarynyň içinde abadanlaşdyrylan ýerleriň bozulmagy, gyzgyn suw üpjünçiliginiň geçiriji turbalarynyň esasy başky bölekleriniň hatardan çykmagy sebäpli sarp edijileriň köpüsine gyzgyn suwuň berilmeginiň uzak wagtlaýyn togtadylmagy bilen baglanyşyklydyr.

Merkezi ýylylyk nokatlaryndan gyzgyn suw üpjünçiliginiň geçiriji turbalarynyň korroziýa sebäpli bozulmagy, ol ýyladyjy ulgamynyň paýlaýjy torlary bilen bile geçirilende, onuň gyzgyn suw bilen basdyrylmagyna we daşky işjeň korroziýasyna getirýär. Bu ýagdaýda bozulmanyň dörän ýerini ýüze çykarmakda uly kynçylyklara gabat gelinýär, ýer işleriniň uly göwrümini ýerine ýetirmeli we ýaşaýyş ýerleriniň abadanlaşdyryş işlerini ýaramazlaşdyrmaly bolýar.

Gyzgyn, sowuk suw üpjünçilik we ýyladyjy ulgamlaryň desgalaryna maýa goýumyň ujypsyz tapawudynda gyzgyn suw üpjünçiligini ýygy-ýygydan üýtgetmek we täzedan çekmek hem-de abatlaýyş işleri bilen baglanyşykly ulanylyş harajatlary has ýokarydyr.

Gyzgyn suw üpjünçilik ulgamynyň korroziýasy we ondan goramak ýaşaýyş jaýlarynyň gurluşygynyň gerimine baglylykda uly ähmiýete eýedir. Birlik gurluşlaryň kuwwatlyklarynyň artdyrylmagyna ýykgyň edilmegi gyzgyn suw üpjünçiliginiň adaty polat turbalardan ýerine ýetirilýän gorag örtüksiz geçiriji torlarynyň ugurlarynyň köpelmegine getirýär. Içmäge ýaramly hilli suwuň barha artýan gytçylygy ýokary korroziýa işjeňligi bolan täze suw çeşmelerini ulanmaklygy şertlendirýär.

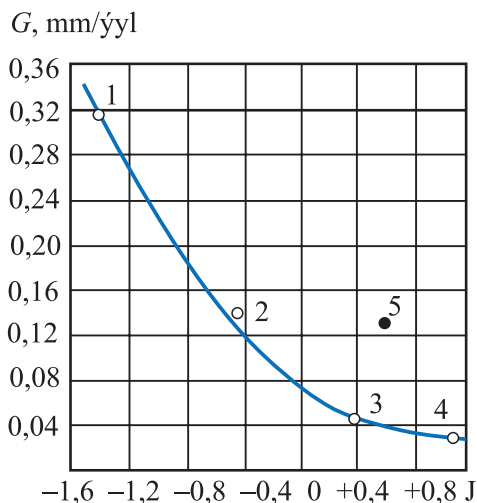
Gyzgyn suw üpjünçilik ulgamynyň ýagdaýyna täsir edýän esasy sebäpleriň biri suw geçirijiniň gyzdyrylan suwunyň ýokary korroziýa işjeňligidir. Suwy taýýarlamagyň derňewlerine laýyklykda suwuň korroziýa işjeňligi suw üpjünçiliginiň çeşmesine (üst ýa-da ýerasty) bagly bolmazdan esasy üç görkeziji: suwuň kalsiý karbonaty bilen deňagramly doýgunlaşma indeksi, suwda erän kislorodyň mukdary hem-de hloridleriň we sulfatlaryň jemi konsentrasiyasy bilen häsiýetlendirilýär. Öňler edebiýatlarda suw geçirijiniň gyzdyrylan suwunyň korroziýa işjeňligi boýunça klassifikasiýasynyň başlangyç suwuň görkezijilerine baglydygy görkezilmeyärdi.

Metalda gorag karbonat perdeleriniň emele gelmegi üçin şert ýok bolsa ( $j < 0$ ), kislorod, esasan, katod depolýarizatory ýaly çykyş edýär we onuň konsentrasiyasynyň ýokarlanmagy korroziýanyň güýçlenmegine getirýär. Şonuň üçin suw gyzdyryjynyň gyzdyrylan suwunyň korroziýa işjeňligini bahalandyrmak üçin erän kislorodyň we kömürturşy gazly birleşmeleriň bilelikdäki täsirini hasaba almaly.

Gyzgyn suw üpjünçiliginiň hereket edýän ulgamyna gözegçiligiň netijeleri suw geçirijiniň suwunda saklanýan hloridleriň we sulfatlaryň geçiriji turbalaryň korroziýasyna täsir edýändigini görkezdi. Şeýlelikde, suwuň doýgunlaşma indeksi položitel bolup, onda hloridler we sulfatlar  $50 \text{ mg/dm}^3$ -dan ýokary konsentrasiyada saklanýan bolsalar, ol korroziýa işjeň bolýar, ol bolsa karbonat perdeleriniň bitewiliginiň bozulmagy we hloridleriň we sulfatlaryň täsiri astynda

olaryň gorag täsiriniň peselmegi bilen şertlendirilýär. Gorag perde-  
ler bozulsa, suwda saklanýan hloridler we sulfatlar kislorodyň täsiri  
bilen polatlaryň korroziýasyny güýçlendirýärler.

Ýylylyk energetikada kabul edilen korroziýanyň şkalasyndan  
we gyzdyrylan agyz suwlaryň polat turbalarynda korroziýanyň tizli-  
gi boýunça suwy taýýarlamagyň düzgünleriniň synag netijelerinden  
ugur alyp, 60°C hasaplama temperaturada suw geçirijiniň suwlarynyň  
şertli korroziýaly klassifikasiýasy hödürlenildi (3.3-nji tablisa).



**3.2-nji surat. Suw geçirijiniň gyzdyrylan suwunyň (60°C) polat turbalarynyň korroziýasynyň çuňluk görkezijisiniň G doýgunlaşma indekse J baglylygy:**

1, 2, 3 – üst çeşmesi ( $\text{Cl}^- \pm \text{SO}_4^{2-}$ ) < 50 mg/dm<sup>3</sup>; 4 – ýerasty çeşmesi  
( $\text{Cl}^- \pm \text{SO}_4^{2-}$ ) < 5 mg/dm<sup>3</sup>; 5 – üst çeşmesi ( $\text{Cl}^- \pm \text{SO}_4^{2-}$ ) > 50 mg/dm<sup>3</sup>

3.2-nji suratda suw geçirijiniň suwunyň dürli hillerinde polat tur-  
balaryň nusgalyklarynda korroziýanyň tizlikleri boýunça synag maglu-  
matlary görkezilen. Grafikde suwuň doýgunlaşmagynyň hasaplama  
indeksiniň üýtgemegi bilen (sulfatlar we hloridler 50 mg/dm<sup>3</sup>-a çenli  
saklananda) korroziýanyň çuňluk görkezijisiniň peselýändiginiň kes-  
gitli kanunalaýyklygy görkezilýär. Doýgunlaşma indeksiniň otrisatel  
ululyklarynda çuň geçirijilik haraplaýjy we güýçli korroziýa (1 we  
2 nokatlar); položitel doýgunlaşma indeksli derýa suwlary üçin rug-  
sat bererlikli korroziýa (3 nokat), artezian suwlary üçin bolsa gowşak

korroziya (4 nokat) laýyk gelýär. Položitel doýgunlaşma indeksli we hloridleri we sulfatlary 50 mg/dm<sup>3</sup>-dan az saklaýan artezian we derýa suwlary üçin korroziýanyň çuň geçirijilikleriniň tapawudy uly däl. Bu bolsa turbalaryň diwarlarynda oksidli-karbonatly perdäni emele getirmäge meýilli ( $j > 0$ ) suwlarda erän kislorodyň (ýerüsti suwlarynda ýokary we ýerasty suwlarda az) bolmagynyň korroziýanyň çuň geçirijiliginiň üýtgemegine onçakly täsir etmeýändigini aňladýar. Şonuň bilen birlikde synaglaryň netijeleri (5 nokat) doýgunlaşmagyň položitel indeksine ( $j = 0,5$ ) garamazdan, ýokary konsentrasiýaly hloridli we sulfatly (jemi 200 mg/dm<sup>3</sup> töweregi) suwlarda polatlardaky korroziýanyň işjeňliginiň görnetin artýandygyna şaýatlyk edýär. Bu ýagdaýda korroziýanyň geçirijiligi doýgunlaşma indeksi  $j = -0,4$  deň bolan suwuň geçirijiligine gabat gelýär. Suwlaryň korroziya işjeňligi boýunça klassifikasiýasyna laýyklykda položitel doýgunlaşma indeksli we hloridleri hem-de sulfatlary köp saklaýan suw korroziýaly topara degişlidir.

3.3-nji tablisa

### Suwuň korroziya işjeňligi boýunça klassifikasiýasy

60°C-de	Sowuk suwdaky konsentrasiýasy, mg/dm <sup>3</sup>		Gyzdyrylan suwuň (60°C) korroziya häsiýetnamasy
	erän kislorodyň O <sub>2</sub>	hloridleriň we sulfatlaryň (jemde) Cl+SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
$j \leq -1,0$	Islendik	Islendik	Güýçli korroziýaly
$-1,0 < j \leq 0$	Islendik	> 50	Güýçli korroziýaly
$-1,0 < j \leq 0$	Islendik	≤ 50	Korroziýaly
$j > 0$	Islendik	> 50	Gowşak korroziýaly
$j > 0$	> 5	≤ 50	Gowşak korroziýaly
$j > 0$	≤ 5	< 50	Korroziýasyz

Suwy taýýarlamagyň derňewleriniň esasynda işlenen klassifikasiýa (3.3-nji tablisa) suwuň hiliniň onuň korroziya häsiýetine täsirini

ýeterlik doly görkezýär, ol gyzgyn suw üpjünçilik ulgamynyň hakyky korroziýa ýagdaýy baradaky maglumatlar bilen tassyklanylýar.

Şäherleriň birnäçesinde suw geçirijileriň suwunyň esasy görkezijileriniň derňewi suwlaryň köpüsini güýçli korroziýaly we korroziýaly toparlara we diňe käbirini gowşak korroziýaly we korroziýasyz toparlara degişli etmäge mümkinçilik berýär. Çeşmeleriň aglabasy üçin hloridleriň we sulfatlaryň ýokary konsentrasıýasy ( $50 \text{ mg/dm}^3$ ) häsiýetlidir we olaryň jemi konsentrasıýalarynyň  $400\text{--}450 \text{ mg/dm}^3$ -a ýetýändigini barada mysallar getirip bolýar. Hloridleriň we sulfatlaryň suw geçirijiniň suwunda şeýle köp saklanmagy, olaryň ýokary korroziýa işjeňligini şertlendirýär.

Üst suwlarynyň korroziýa işjeňligine baha berlende, ýylyň dowamynda olaryň düzüminiň hemişelik daldigini hasaba almak hökmandyr. Has ynamdar bahalandyrmak üçin suwuň soňky 1–2 ýylyň dowamynda dürli pasyllarda ýerine ýetirilen diňe bir derňewiniň netijelerini däl-de, eýsem, mümkin boldugyça, birnäçe derňewleriň netijelerini ulanmaly.

Artezian çeşmeleri üçin suwuň hil görkezijileri, adaty, ýylyň dowamynda örän durnukly bolýar. Düzgün bolşy ýaly, ýerasty suwlar minerallygynyň ýokarydygy, kalsiniň karbonaty boýunça doýgunlaşma indeksiniň položitelidigi we hloridleriň we sulfatlaryň jemi mukdarynyň ýokarydygy bilen häsiýetlendirilýär. Hloridleriň hem-de sulfatlaryň köp saklanmagy suwy artezion skwažinadan alýan käbir şäherlerde gyzgyn suw üpjünçilik ulgamynyň güýçli korroziýa sezewar bolmagyna getirýär.

Haçan-da bir şäherde agyz suwunyň birnäçe çeşmesi bar bolsa, gyzgyn suw üpjünçilik ulgamynyň korroziýa sebäpli zaýalanmagyň işjeňligi we köpçülikleýinligi dürli bolup biler. Şäherdir etraplarda suw geçirijiniň suwunyň korroziýa häsiýetnamalarynyň dürlüligi gyzgyn suw üpjünçilik ulgamyny taslama döwründe-de, olar ulanylanda-da korroziýa garşy çäreleri guramagy örän kynlaşdyrýar.

Gyzgyn suw üpjünçilik ulgamynda korroziýa sebäpli zaýalanmalarýň ölçegine merkezi ýyladyş nokatlarda ýa-da ýylylyk paýlaýjy stansiýalarda suwy gyzdyrmak boýunça gurluşlaryň merkezleşdirilmeği öz täsirini ýetirýär.

## **3.8. Ýylylyk energetika enjamlarynyň we ýyladyş torlarynyň konserwasiýasy**

### **3.8.1. Umumy ýagdaýlar**

Enjamlaryň konserwasiýasy – bu olary durnukly korroziýadan goramakdyr.

Metallaryň içki üstlerinden korroziýany aýyrmak üçin gazanlaryň we turbaly gurluşlaryň konserwasiýasy enjamlar kadaly saklananda, kesgitli we kesgitsiz möhlete ätiýaçlyga çykarylanda: gündelik, aralyk hem-de düýpli abatlaýyş işlerine çykarylanda, dowamly ätiýaçlyga ýa-da abatlaýyş işlerine, durkuny täzelemäge 6 aýdan köp möhlete hem-de heläkçilikli saklananda amala aşyrylýar.

Her bir elektrik stansiýada bug gazanynda önümçilik gözükdirmesiniň esasynda kesgitli enjamyň konserwasiýasyny guramak, dürli görnüşli saklanmada konserwasiýanyň usullaryny kesgitlemek we tehnologik shemanyň hem-de kömekçi enjamlaryň saklanma dowamlylygy boýunça tehniki çözümler işlenen we tassyklan bolmalydyr.

Konserwasiýanyň tehnologik shemasy işlenende, iýmitlendiriji we gazan suwlarynyň düzümini sazlamak bilen işlemeklige niýetlenen gurluşlaryny, elektrik stansiýanyň enjamlarynyň, gap hojalygynyň himiki arassalaýjy gurluşlaryny, mümkin boldugyça, doly ulanmak maksadalaýykdyr.

Konserwasiýanyň tehnologik shemasy, mümkin boldugyça, üýtgewsiz bolmaly, ýylylyk shemanyň işleýän ýerlerinden ynamdar öçürilmeli.

Zyňyndy suwlaryň bitaraplaşdyrylmagyny we zyýansyzlandyrylmagyny, şeýle hem konserwirleýji erginleriň gaýtadan ulanylmak mümkinçiligini göz önünde tutmak hökmandyr.

Kabul edilen tehniki çözümlere laýyklykda konserwasiýa taýýarlyk işleri, konserwasiýanyň we ondan soň işe girizmegiň tehnologiýasyny, şeýle hem konserwasiýa geçirilende howpsuzlyk çärelerini görkezmek bilen enjamlaryň konserwasiýasy boýunça gözükdirme düzülýär we tassyklanylýar.

Konserwasiýa we konserwasiýadan soň enjamy işe goýbermeklik boýunça taýýarlyk işleri geçirilende, elektrik stansiýalaryň we



ýyladyş torlarynyň ýylylyk mehaniki enjamlary ulanylanda tehnik howpsuzlyk düzgünleriniň talaplaryny berjaý etmeli. Şeýle hem zerur bolanda, ulanylýan himiki reagentleriň häsiýeti bilen baglanyşykly goşmaça howpsuzlyk çäreleri kabul edilmeli.

Himiki reagentleriň işlenen konserwirleýji erginleri kesgitli resminamalara laýyklykda bitaraplaşdyrylmaly we arassalanylmaly.

### **3.8.2. Barabanly gazanlary konserwirlemegiň usullary**

1. Gazanlary «gury» saklamak.

Gury saklamaklyk dürli basyşly gazanlarda turbalaryň baraban bilen oklawly birleşmeleri ýok bolsa ulanylýar.

Gury saklamaklyk ätiýaçlyga ýa-da 30 gije-gündize çenli möhlete abatlaýyş işlerine meýilnama boýunça, şeýle hem bozulma esasynda saklananda geçirilýär.

Gury saklamaklygyň usulyýeti aşakdakylara esaslanýar.

Gazan saklanandan soň, onuň tebigy sowama prosesinde boşatma 0,8–1,0 MPa basyşda başlanýar. Aralyk bugy aşa gyzdryjylary kondensatora bugsuzlandyýarlar. Boşadylandan soň gazanyň bug-suwly shemasynyň ähli wentillerini we gapaklaryny ýapýarlar.

0,8–1,0 MPa basyşda gazanyň boşadylmagy, boşadylandan soň gazanda metalyň temperaturasyny metal, örtük we üzňeleşdirme bilen ýyganan, ýylylygyň hasabyna atmosfera basyşdaky doýgunlaşma temperaturadan ýokary saklamaga mümkinçilik berýär. Onuň bilen birlikde barabanyň, kollektorlaryň we turbalaryň içki üstleri guraýar.

2. Gazanda artykmaç basyşy saklamak.

Gazanda atmosfera basyşdan ýokary basyşy saklamaklyk oňa kislorodyň we howanyň düşmeginiň önüni alýar. Artykmaç basyş gazandan deaerirlenen suw geçende saklanýar. Artykmaç basyş saklananda konserwasiýa dürli görnüşli we basyşly gazanlar üçin ulanylýar. Bu usul gazan gyzyň üstlerdäki işler bilen bagly bolmadyk ätiýaçlyk ýa-da abatlaýyş işleri üçin 10 gije-gündize çenli möhlete çykarylanda amala aşyrylýar. Turbalary baraban bilen oklawly birleşme bilen birigýän gazanlarda artykmaç basyşy 30 gije-gündize çenli möhletde ulanmaklyga rugsat berilýär.

3. Barabanly gazanlarda konserwasiýanyň görkezilen usullaryndan başga:

- gazanyň işçi görkezijilerinde gyzýan üstlerini gidrazin bilen işlemeklik;
- buguň pes görkezijilerinde gidrazin bilen işlemeklik;
- gazanyň gyzýan üstlerini gidrazin bilen «gaýnatmaklyk»;
- gazanyň gyzýan üstlerini trilonly işlemeklik;
- fosfatly-ammiakly «gaýnatmaklyk»;
- gazanyň gyzýan üstlerini gorag aşgar erginleri bilen doldurmaklyk;
- gazanyň gyzýan üstlerini azot bilen doldurmaklyk;
- gazany galtaşýan ingibitor bilen konserwirlemeklik ulanylýar.

### **3.8.3. Göni akymly gazanlary konserwirlemegiň usullary**

1. Gazanlary «gury» saklamak.

Gury saklamaklyk kabul edilen suw-himiýa düzgünine bagly bolmazdan ähli göni akymly gazanlarda ulanylýar. Ol islendik meýil-nama boýunça we bozulma esasynda 30 gije-gündize çenli möhlete saklanmada amala aşyrylýar. Bug gazandan kondensatora 20–30 minutyň dowamynda gazanda basyş 30–40 kgg/sm<sup>2</sup>-a (3–4 MPa) çenli düşer ýaly bölekleýin çykarylýar. Girelgedäki kollektorlaryň we suw ekonomayzerleriniň drenažlaryny açýarlar. Basyş nola çenli peselende gazany kondensatora bugsyzlandyryýarlar. Wakuumy 15 minutdan az bolmadyk wagt saklaýarlar.

2. Gazanyň işçi görkezijilerinde gyzýan üstlerini gidrazin we kislorod bilen işlemek.

Gidrazinli we kislorodly işlemeklik gury saklamaklyk bilen utgaşykly geçirilýär. Göni akymly gazanlary gidrazin bilen işlemegiň usulyýeti barabanly gazanlaryňky ýalydyr.

3. Gazanyň gyzýan üstlerini azot bilen doldurmak.

Haçan-da gyzýan üstlerde basyş artykmaç bolanda, gazan azot bilen doldurylýar. Azot bilen konserwasiýa öz hususy azot öndürýän gurluşlary bar bolan elektrik stansiýalarda islendik basyşly gazanlarda ulanylýar.

4. Gazany galtaşýan ingibitor bilen konserwirlemek.

Gazany galtaşýan ingibitor bilen konserwirlemek ulanylýan himiki-suw düzgünlerine bagly bolmazdan gazanlaryň islendik görnüşleri üçin ulanylýar we gazan 1 aýdan 2 ýyla ýenli möhlete ätiýaçlyga ýa-da abatlaýyş işlerine çykarylanda geçirilýär.

### 3.8.4. Suw gyzdyryjy gazanlary konserwirlemegiň usullary

1. Kalsiý gidroksidiniň ergini bilen konserwirlemek.

Ergin gazan bilen 3–4 we ondan köp hepde galtaşyp, ondan boşadylandan soň dörän gorag perdesi 2–3 aýyň dowamynda saklanýar. Kalsiý gidroksidi hek hojalykly suw taýýarlaýjy gurluşlary bar bolan elektrik stansiýalarda, bug gazanlarynda dürli görnüşli suw gyzdyryjy gazanlaryň konserwasiýasy üçin ulanylýar. Usul kalsiý gidroksidiniň  $\text{Ca(OH)}_2$  ergininiň ýokary netijeli ingibirleýji ukyplylygyna esaslanandyr. Kalsiý gidroksidiniň gorag konsentrasiýasy  $0,7 \text{ g/dm}^3$  deň we ondan ýokarydyr. Metal bilen galtaşanda onuň durnukly gorag perdesi 3–4 hepdäniň dowamynda emele gelýär.

2. Natriý silikat ergini bilen konserwirlemek.

Natriý silikaty bug gazany 6 aýa çenli möhlete ätiýaçlyga ýa-da 2 aýa çenli möhlete abatlaýyş işlerine çykarylanda dürli görnüşli suw gyzdyryjy gazanlary konserwirlemek üçin ulanylýar.

Natriý silikaty (suwuk natrili aýna) metalyň üstünde  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{FeSiO}_3$  birleşme görnüşdäki berk gorag perdesini emele getirýär. Bu perde metaly korroziýaly goşundylaryň ( $\text{CO}_2$  we  $\text{O}_2$ ) täsirinden goraýar. Bu usul amala aşyrylanda suw gyzdyryjy gazan doly natriý silikat ergini bilen doldurylýar, konserwirleýji erginde  $\text{SiO}_2$ -niň konsentrasiýasy  $1,5 \text{ g/dm}^3$ -dan az bolmaly däl.

Gorag perdesi, konserwirleýji ergin gazanda birnäçe gije-gündiziň dowamynda saklananda ýa-da ergin gazanda birnäçe sagadyň dowamynda aýlanyşyk edende emele gelýär.

### 3.8.5. Turba gurluşlaryny konserwirlemegiň usullary

**Gyzdyrylan howa bilen konserwirlemek.** Turba gurluşlary gyzgyn howa bilen üfletmek, olaryň içki boşlugyna çyg howanyň düşmeginiň we korroziýa prosesleriniň geçmeginiň önüni alýar. Turbinanyň akymly böleginiň üstüne düzüminde natriý birleşmeleriniň çökündileri bar bolan çygyň düşmegi has howpludyr. Turba gurluşlar gyzdyrylan howa bilen 7 gije-gündiz we ondan köp möhlete ätiýaçlyga çykarylanda konserwirlenýär.

**Azot bilen konserwirlemek.** Turba gurluşlarynyň içki boşluklarynyň azot bilen doldurylmagy we soňra onda artykmaç basyşyň

saklanmagy oňa çyg howanyň düşmeginiň önüni alýar. Azody turbinada, ol saklanandan we aralyk bugy aşa gyzdyryjylar wakuum bilen guradylandan soň berip başlaýarlar. Azot bilen konserwirlemegi boýerleriň we gyzdyryjylaryň bugly giňişlikleri üçin hem ulanyp bolýar.

**Korroziýalary uçujy ingibitorlar bilen konserwirlemek.** Korroziýanyň ИФХАН görnüşli uçujy ingibitorlary metallaryň üstlerinde adsorbirlenip polatlary, misi, latuny goraýarlar. Bu adsorbirleýji gatlak korroziýa prosesini şertlendirýän elektrohimiýa reaksiýalaryň tizligini görtetip peseldýär.

Turba guruluşlarynyň konserwasiýasy üçin ingibitor bilen doýgun howa turbinadan sordurylýar. Howa ingibitor bilen linasil diýip atlandyrylýan ingibitor siňdirilen silikagel bilen galtaşanda doýgunlaşýar. Ol taýýarlaýjy zawodlarda amala aşyrylýar. Ingibitoryň artykmajyny siňdirmek üçin howa turba guruluşlaryň çykalgasyndada arassa silikagelden geçýär. 1 m<sup>3</sup> göwrümi konserwirlemek üçin 300 g-dan az bolmadyk linasil talap edilýär, ingibitoryň howadaky gorag konsentrasiýasy 0,015 g/dm<sup>3</sup> düzýär.

### 3.8.6. Ýyladyş torlarynyň konserwasiýasy

Ýymitlendiriji suw silikat bilen işlenende CO<sub>2</sub> we O<sub>2</sub>-niň täsirinden gorayan gorag perdesi emele gelýär. Eger ol gös-göni gyzgyn suwy ulanmak bilen bagly bolsa, bu ýagdaýda ýymitlendiriji suwda silikatyň mukdary SiO<sub>2</sub>-ä hasaplamada 50 mg/dm<sup>3</sup>-dan ýokary bolmalydyr.

Ýymitlendiriji suw silikat bilen işlenende, gazanyň turbalaryny hasaba almak bilen tor suwlaryny gyzdyrmagyň berlen 40°C temperaturasynda kalsiniň çäkli konsentrasiýasy diňe sulfatlaryň (CaSO<sub>4</sub> çökmeginiň önüni almak üçin) däl-de, eýsem kremniý kislotalaryň (CaSiO<sub>3</sub> çökmeginiň önüni almak üçin) konsentrasiýalarynyň jemini hasaba almak bilen hem kesgitlenilmelidir.

Ýylylyk üpjünçiliginiň ýapyk ulgamynda konserwirleýji erginde SiO<sub>2</sub>-niň işçi konsentrasiýasy 1,5–2 g/dm<sup>3</sup> bolup biler.

Eger ýyladyş torlar natriý silikat ergini bilen konserwasiýa edilme-se, onda olar tomus döwürleri hemişe tor suwlary bilen doly bolmaly.

### **3.8.7. Konserwasiýa üçin ulanylýan himiki reagentleriň (maddalaryň) gysgaça häsiýetnamalary we olar bilen işlenende seresaplyk çäreleri**

#### **Gidrazingidratyň suwly ergini $N_2H_4 \cdot H_2O$**

Gidrazingidratyň ergini – howadan suwy, kömürturşy gazyny we kislorody ýeňil siňdirýän reňksiz suwuklykdyr. Hidrazingidrat güýçli dikeldiji bolup durýar. Hidraziniň zäherleýjiligi (howplulyk topary) –1.

Gidraziniň 30%-e çenli konsentrasiýaly suwly ergini ýangyn howply däl – ony uglerodly polatlardan bolan gaplarda daşap we saklap bolýar.

Gidrazingidratyň ergini bilen işlenende oňa öýjükli maddalaryň, organiki birleşmeleriň düşmegine ýol bermeli däl.

Gidrazin ergininiň taýýarlanýan we saklanýan ýerlerine dökülen ergini enjamlardan suw bilen ýuwup aýyrmak üçin şlanglar geçirilen bolmaly. Olary bitaraplaşdyrmak we zýýansyzlandyrmak üçin hlor heki taýýarlanan bolmaly.

Pola dökülen gidrazin ergininiň üstüne hlorly hek sepmeli we suwuň köp mukdary bilen ýuwmaly.

Gidraziniň suwly ergini deride dermatiti döredip hem-de dem alyş ýollaryny we gözi gyjyndyryp bilýär. Hidraziniň birleşmeleri bedene düşüp bagyrda we ganda üýtgeşmeleri ýüze çykaryp bilýär.

Gidrazin ergini bilen işlenende ýörite äýnekleri, rezin ellikleri, rezin öňlükleri, КД kysymly zäherli gazlardan goraýjylary ulanmak zerurdyr. Hidrazin ergininiň deriňe ýa-da gözüňe düşen damjasyny suwuň köp mukdary bilen ýuwup aýyrmaly.

#### **Ammiagyň suwly ergini $NH_4OH$**

Ammiagyň suwly ergini (ammiakly suw) özboluşly ýiti ysly reňksiz suwuklykdyr. Otag temperaturasynda we esasan hem gyzdyrylanda köp ammiak bölünip çykýar. Ammiagyň zäherleýjiligi (howplulyk topary) – 4. Ammiagyň howadaky rugsat berilýän çäkli konsentrasiýasy –  $0,02 \text{ mg/dm}^3$ . Ammiak ergini aşgar reaksiýa eýedir. Ammiak bilen işlenende aşakdaky tehnik howpsuzlyk düzgünlerini ýerine ýetirmek zerurdyr:

- ammiak ergini jebis gapakly gapda saklanmaly;
- dökülen ammiak ergini suwuň köp mukdary bilen ýuwulmaly;

- ammiagy taýýarlamak we goşmak üçin ulanylýan enjamlaryň abatlaýyş işleriniň zerurlygy ýüze çykanda, ony suw bilen gowy edip ýuwmaly;
- ammiagyň suwly ergini we bugy gözi, dem alyş ýollary gyjyndyrýar, ýürek-bulanmany we kellagyryny ýüze çykarýar; ammiagyň göze düşmegi has howpludyr;
- ammiak ergini bilen işlenende gorag äýneklerini ulanmak hökmandyr;
- deriňe we gözüňe düşen ammiagy suwuň köp mukdary bilen ýuwmak hökmandyr.

### **Trilon B**

Trilon B – ak reňkli un görnüşli maddadyr.

Trilonyň ergini durnukly, uzak wagtlap gaýnadylanda dargamaýar. Trilon B-niň 20–40°C temperaturada ereýjiligi 108–137 g/dm<sup>3</sup>-y düzýär. Bu erginleriň pH ululygy 5,5 töweregidir.

Harytlyk trilon B polietilen işlikli kagyz haltalarda goýulýar. Reagent ýapyk gury jaýda saklanmaly.

Trilon B adamyň bedenine görünüp duran fiziologik täsir etmeýär.

Harytlyk trilon bilen işlenende respirator, ellikleri we gorag äýneklerini ulanmak hökmandyr.

### **Üçnatriýfosfat Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> · 12H<sub>2</sub>O**

Üçnatriýfosfat – suwda gowy ereýän ak kristal maddadyr.

Kristal görnüşde bedene özboluşly täsir etmeýär.

Üçnatriýfosfat tozan görnüşli ýagdaýda dem alyş ýollaryna ýada göze düşüp nemli bardalary gyjyndyrýar.

Fosfatyň gyzgyn erginleri gözüňe syçrasa howpludyr.

Tozanlandyрма bilen baglanyşykly işler ýerine ýetirilende respiratory we gorag äýneklerini, fosfatyň gyzgyn erginleri bilen işlenende gorag äýneklerini ulanmak hökmandyr.

Fosfatyň gyzgyn ergini deriňe ýada gözüňe düşende suwuň köp mukdary bilen ýuwmaly.

### **Iýji natriý NaOH**

Iýji natriý – suwda gowy ereýän (20°C temperaturada ereýjiligi 1070 g/dm<sup>3</sup>), ak, gaty, örän çyg çekiji maddadyr.

Iýji natriniň ergini – suwdan agyr reňksiz suwuklykdyr. 6% ergininiň doňma temperaturasy –5°C, 41,8% ergininiňki bolsa –0°C.

Iýiji natriý gaty kristal görnüşde polat barabanlarda, suwuk aşgar görnüşinde bolsa polat sygymlarda daşalýar we saklanýar.

Pola dökülen iýiji natrini (kristal ýa-da suwuk ýagdaýda) suw bilen ýuwmaly.

Aşgary taýýarlamak we goşmak üçin ulanylýan enjamlaryň abatlaýyş işleriniň zerurlygy ýüze çykanda, ony suw bilen ýuwmaly.

Gaty iýiji natriý we onuň erginleri, esasan hem göze düşende güýçli ýakýar.

Iýiji natriý bilen işlenende pagta, uksus kislotasynyň 3% erginini we bor kislotasynyň 2% erginini saklaýan derman gutusyny göz önünde tutmak hökmandyr.

Iýiji natriý bilen işlenende hususy gorag serişdeleri indikilerdir: nah mataly geým, gorag äýnekleri, rezin gatysykly öňlük, rezin ädikler, rezin ellikler.

Aşgar deriňe düşende, ony pagta bilen aýryp, onuň degen ýerini uksus kislotasy bilen ýuwmak hökmandyr. Aşgar gözüňe düşende, ony suw çüwdürimi bilen we soňra bor kislotasynyň ergini bilen ýuwmak we saglyk nokadyna ýüz tutmak hökmandyr.

### **Natriý silikaty (natrili suwuk aýna)**

Harytlyk suwuk aýna sary ýa-da çal reňkli goýy ergindir, onda  $\text{SiO}_2$  31–33% saklanýar.

Natriý silikaty polat çeleklerde ýa-da gaplarda gelyär. Suwuk aýnany gury ýapyk jaýlarda  $+5^\circ\text{C}$ -den pes bolmadyk temperaturada saklamaly.

Natriý silikaty – aşgar önümidir,  $20\text{--}40^\circ\text{C}$  temperaturada suwda gowy ereýär.

Suwuk aýnanyň ergini deriňe düşende, ony suw bilen ýuwmaly.

### **Kalsiý gidroksidi (hekli ergin) $\text{Ca(OH)}_2$**

Hekli ergin reňksiz we yssyz dury suwuklykdyr, zähersiz we gowşak aşgar reaksiýa eýedir.

Kalsiý gidroksidiniň ergini hek süýdi durlananda alynýar. Kalsiý gidroksidiniň ereýjiligi pes,  $-25^\circ\text{C}$ -de  $1,4\text{ g/dm}^3$ -dan ýokary däl.

Hekli ergin bilen işlenende, duýgur derili adamlara rezin ellikli işlemeklik maslahat berilýär.

Ergin deriňe ýa-da gözüňe düşende, ony suw bilen ýuwmaly.

## Galtaşma ingibitory

M-1 ingibitor siklogeksilaminiň we  $C_{10-13}$  fraksiýalaryň sintetik ýagly kislotalarynyň duzlary bolup durýar. Harytlyk görnüşde goýy sarydan mele reňke çenli goýultmak görnüşli ýa-da gaty maddadyr. Ingibitoryň ereme temperaturasy  $30^{\circ}\text{C}$ -den ýokary, siklogeksilaminiň massa ulşi 31–34%, esasy massadan 1% massa ulüşli spirtli-suwly erginiň pH-y 7,5–8,5-e deň;  $20^{\circ}\text{C}$  temperaturada 3% suwly erginiň dykzlygy 0,995–0,996 g/dm<sup>3</sup>-y düzýär.

M-1 ingibitor polat barabanlarda, metal gaplarda, polat çeleklerde getirilýär. Ýükleriň her düşürilýän ýerinde indiki maglumatlar: taýýarlaýjy kärhananyň adyny, ingibitoryň adyny, toparyň belgisini, taýýarlanan senesini, netto we brutto massasyny özünde jemleýän bellikler bolmaly.

Harytlyk ingibitor ýanyjy maddalara degişli we ýanyjy maddalary saklamagyň düzgünlerine laýyklykda ammarda saklanmaly. Ingibitoryň suwly ergini ýangyn howply däldir.

Ýere dökülen ingibitor erginini suwuň köp mukdary bilen ýuwmak hökmandyr.

Ingibitor erginini saklamaklyk we taýýarlamaklyk üçin ulanylýan enjamlaryň abatlaýyş işleriniň zerurlygy ýüze çykanda, ony suw bilen gowy edip ýuwmaly.

M-1 ingibitor üçünji topara degişli (madda aram howply). Işçi meýdanyň gurşawynda ingibitor üçin rugsat berilýän çäkli konsentrasıya 10 mg/dm<sup>3</sup>-dan geçmeli däl.

Ingibitor himiki durnukly, howada ýa-da zyňyndy suwlarda beýleki maddalaryň gatnaşmagynda zäherli birleşmeleri emele getirmeýär.

Işde ingibitorlar bilen işleýän adamlar nah mata geýimli ýa-da halatly, ellikli, baş gaply bolmaly.

Ingibitor bilen işlenip bolnandan soň, eliňi gyzgyn suw bilen saýnlap ýuwmak hökmandyr.

## Uçujy ingibitorlar

**Atmosfera korroziýasynyň uçujy ingibitory ИФХАН-1** (1-dietilamino-2-metilbutanon-3) özboluşly ýiti ysly sarymtyl reňkli dury suwuklykdyr.

ИФХАН -1 suwuk ingibitor täsir edişi boýunça ýokary howply maddalara degişlidir. Işçi meýdanyň gurşawynda ingibitoryň bugunyň rugsat berilýän çäkli konsentrasıýasy 0,1 mg/dm<sup>3</sup>-dan geçmeli



däl. ИФХАН-1 ingibitor köp mukdarda bolsa, merkezi nerw ulgama täsir edýär, gözüň nemli bardasyny, ýokarky dem alyş ýollaryny gyjyndyrýar. Ingibitoryň goralmanyk derä uzak wagt täsir etmegi onda dermatiti döredip bilýär.

ИФХАН-1 ingibitor himiki durnukly we howada we zyňyndy suwlarda beýleki maddalaryň gatnaşmagynda zäherli birleşmeleri emele getirmeýär.

ИФХАН-1 suwuk ingibitor ýeňil ýalynlanýan suwuklyklara degişlidir. Suwuk ingibitoryň ýalynlama temperaturasy 47°C, öz-özünden ýalynlama temperaturasy 315°C-e deň. Ol ýananda ýangyn söndürijileriniň indiki serişdeleri ulanylýar: keçe, köpürjikli ýangyn söndürijiler, ОУ görnüşli (kömürturşy gazly) ýangyn söndürijiler.

Jaýlar çygly usul bilen arassalanmaly.

ИФХАН-1 ingibitorlar bilen işlenende hususy gorag serişdelerini – nah matadan tikilen geým (halat), rezin ellikleri ulanmak hökmandyr.

**ИФХАН-100 ingibitor** hem aminleriň önümi bolup, ol az zäherlidir. Howpsuz täsiriniň otnositel derejesi – 10 mg/dm<sup>3</sup>; ýalynlama temperaturasy 114°C, öz-özünden ýalynlama temperaturasy 241°C.

ИФХАН-100 ingibitor bilen işlenende howpsuzlyk çäreleri ИФХАН-1 ingibitor bilen işlenendäki ýalydyr.

Enjamlaryň içinde konserwasiýadan soň, işe goýberilmezden öň işlemek gadagan edilýär.

Howada ingibitoryň konsentrasiýasy ýokary bolsa ýa-da enjamlaryň konserwasiýasyndan soň, işe goýberilenden soňra olaryň içinde işlemeklik zerurlygy ýüze çykسا, süzüji А kysymly gutuly, А kysymly zyýanly gazlardan goraýjylar ulanylmalı. Öňünden enjamlary üfletmeli. Консервасиýадан соň, işe goýberilenden soňra enjamlaryň içindäki işleri iki adamdan ybarat bolan topar bilen amala aşyrmaly.

Ingibitor bilen işlenilip bolnandan soň, eliňi sabyň bilen ýuwmak hökmandyr.

Suwuk ingibitor deriňe düşse, ony sabyňly suw bilen ýuwmaly, gözüňe düşse bolsa, suw çüwdürimi bilen ýuwmaly.

# DÖRDÜNJI BÖLÜM

## ENERGETIKA ENJAMLARDAKY

### ÇÖKÜNDILER WE OLARY AÝYRMAGYŇ

### USULLARY

#### 4.1. Bug generatorlaryndaky we ýylylyk çalşyjylardaky çökündiler

Gyzdyrylýan we bugardylýan suwuň düzüminde saklanýan dürli goşundylar bug generatorlarynyň, bugardyjylaryň, bugy özgerdijileriň, gyzdryjylaryň we bug turbinalarynyň kondensatorlarynyň içki üstlerinde kesmek görnüşinde, suw göwrümünde bolsa, asyl-asyl gyrmança görnüşinde gaty faza emele getirip bilýärler. Şeýle-de bolsa, kesmek bilen gyrmançanyň arasynda takyk çäk goýup bolmaýar, sebäbi gyzýan üstlerde kesmek görnüşinde çökýän maddalar wagtyň geçmegi bilen gyrmança öwürlip we tersine gyrmança käbir şertlerde gyzýan üstlere ýelmeşip, kesmek emele getirip biler.

Bug generatorlarynyň elementlerinden gyzdyrylýan ekran turbalarynyň içki üstleri has hapalanýarlar. Bugy emele getiriji turbalaryň içki üstlerinde çökündiniň emele gelmegi ýylylyk geçirijiligiň peselmegine we netijede turbalaryň metalynyň howply gyzmagyna getirýär. Üstler kesmekler bilen hapalananda gaz tarapdan diwarlaryň temperaturasy aşakdaky deňleme bilen kesgitlenýär:

$$t_{diw} = t_d + q \cdot \left( \frac{\delta_{diw}}{\lambda_{diw}} + \frac{\delta_{kes}}{\lambda_{kes}} + \frac{1}{a_2} \right), \quad (4.1)$$

bu ýerde:  $t_{diw}$  – diwaryň temperaturasy, °C;  $t_d$  – doýgunlaşma temperaturasy (gaýnaýan suwuň), °C;  $q$  – ýylylyk akymynyň dykzlygy, Wt/m<sup>2</sup>;  $\delta_{diw}$  we  $\delta_{kes}$  – diwaryň we kesmek gatlagynyň galyňlygy, m;  $\lambda_{diw}$  we  $\lambda_{kes}$  – diwaryň we kesmek gatlagynyň ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti, Wt/(m · °C);  $a_2$  – kesmekden suwa ýylylyk berijiligiň koeffisiýenti, Wt/(m · °C).

Deñlemeden görnüşi ýaly, diwaryň temperaturasy ýylylyk akymynyň dykzylygyna we kesmegiň galyňlygyna göni proporsional we tersine onuň ýylylyk geçirijilik koeffisiýentine bolsa ters proporsionaldyr.

Häzirki zaman bug generatorlarynyň şöhle bilen gyzyan üstleri ojagyň ýalny bilen işjeň gyzdyrylýar. Olarda ýylylyk akymynyň dykzylygy 600–700 kWt/m<sup>2</sup>-a ýetýär, ýerli ýylylyk akymlyaryň dykzylygynyň ululygy bolsa has ýokary bolup biler. Şonuň üçin diwardan gaýnaýan suwa ýylylyk berijiligiň koeffisiýentiniň gysga wagtlaýyn ýaramazlaşmagy hem turbanyň diwarlarynda temperaturanyň ýokarlanmagyna getirýär (500–600°C we ýokary), bu ýagdaýda metalyň berkligi onda emele gelen dartgynlylygy saklamak üçin ýeterlik bolman biler. Onuň netijesinde metal zaýalanýar, ol turbalarda deşikleriň emele gelmegi, käwagt bolsa olaryň ýarylmagy bilen häsiýetlendirilýär.

Bug generatorynyň ulanylyş prosesinde bugy emele getiriji turbalaryň diwarlarynda temperatura birden üýtgeşe, kesmek diwarlardan port we dykz teňňe görnüşinde gopýar we aýlanyşykda suwuň akymy bilen haýal aýlanyşykly ýerlere düşýär. Ol ýerde olar dürli ululykly we görnüşli tertipsiz toplanan bölejikler görnüşinde çökýärler. Eger barabanly bug generatorlarda bugy emele getiriji turbalaryň gowşak aýlanyşykly kese ýa-da az ýapgytly ýerleri bar bolsa, onda olarda ýumşak gyrmançanyň çökündileri toplanýar. Suwuň geçýän ýeriniň daralmagy ýa-da bugy emele getiriji turbalaryň doly dykylmagy aýlanyşygyň bozulmagyna getirýär. Çygyň iň soňky galynydlarynyň bugarýan we buguň az mukdarda aşa gyzdyrylýan, kritiki ýagdaýa çenli basyşly göni akymly bug generatorlarynyň geçiş meýdanýnda kalsiý, magniý birleşmeleriniň we korroziýa önümleriniň çökündileri emele gelýär. Bu ýagdaýda bugy emele getiriji turbalaryň ojaga gönükdirilen ýarym perimetrinde («ýalynly» tarapy) ojak kamerasynyň diwaryna ýanaşýan tarapyna («yz» tarapy) garanynda çökündiler 2–3 esse köp bolýarlar.

Göni akymly bug generatorlarynyň kalsiniň, magniniň, demriň we misiň kyn ereýän birleşmelerini netijeli alyp galýandygy sebäpli, olar iýmitlendiriji suwda köp saklansa, turbaly böleklerde çalt toplanýar, ol bolsa bug generatorynyň iş dowamlylygyny peseldýär.

Bugy emele getiriji turbalaryň, mümkin boldugyça, ýokary ýylylyk ýüklenmeli zolagynda-da, turbinanyň akymly böleginde-de çökündileriň, mümkin boldugyça, az bolmagyny üpjün etmek üçin, iýmitlendiriji suwda ol ýa-da beýleki goşundylaryň mukdarynyň rug-sat berilýän ulanylyş kadalaryny berk saklamalydyr. Bu maksat bilen goşmaça goşulýan iýmitlendiriji suw suw taýýarlaýjy gurluşlarda düýpli himiki arassalanma ýa-da distillýasiýa sezewar edilýär. Emma ol ýeterlik däl, sebäbi turbina kondensatynyň kesmek emele getirijiler we natriý birleşmeleri bilen hapalanmagynyň howply çeşmesi kondensatoryň bug giňişligine olaryň jebis bolmadyk ýerlerinden ýa-da turbalar toplumynyň diwarlaryndaky jaýryklardan we korroziýaly yşlardan sowadyjy suwuň sorulmagydyr. Şonuň üçin ýylylyk elektrik stansiýalaryň ulanylyş prosesinde hemişe kondensatoryň jebisligini üpjün etmäge üns bermekligi talap edilýär.

Barabanly bug generatorly ýylylyk elektrik stansiýalarda kondensatorda sowadyjy suwuň sorulmagynyň netijesinde turbina kondensatynyň talhlyk duzlary bilen hapalanmagynyň netijesi bilen göreşmek üçin, iýmitlendiriji we gazan suwlary dürli reagentler bilen (fosfatlar, kompleksonlar), olaryň düzümini sazlamak bilen ulgamlayyn işlenýär, olar kesmek emele getirijileriň ýeňil hereketli, gaýnamaýan gyrmança görnüşinde çökmegini üpjün edýär, gyrmançalar bug generatorlaryndan döwürleýin üfledilmäniň kömegi bilen çykarylýar. Bug generatorlarynyň az mukdarda himiki duzsuzlandyrylan tebigy suwy ýa-da bugardyjynyň distillýatyny goşmak arkaly kondensat bilen iýmitlendirilýän şertlerinde ähli suw-bug ýollarda çökündileriň esasy düzüjisi konstruktion materiallaryň korroziýa önümleri bolup durýar.

Barabanly bug generatorly ýylylyk elektrik stansiýalarynda demir oksidli we mis oksidli kesmekleriň emele gelmeginiň önüni almak üçin gazan suwy natriniň geksametafosfaty ýa-da kompleksonlary ulanylyp, olaryň düzümini sazlamak bilen işlenilip bilner.

Iýmitlendiriji suwuň hiline ýokary talap bildirilýän göni akymly bug generatorly energiýa bloklarynda olaryň suw-bug aýlanyşygundan demriň, misiň we beýleki goşundylaryň oksidleriniň doly çykarylmagyny üpjün etmeli. Ol turbinadan geçen buguň ähli kondensatyny, şeýle hem regeneratiw gyzdyryjylaryň gyzdyryjy buglarynyň kondensatlaryny düýpli arassalamak ýoly bilen gazanylýar.

Ýyladyş ulgamlarynda kesmekli çökündileriň emele gelmeginiň önüni almak maksady bilen ýymitlendiriji suw ýumşadylma ýa-da aşa magnitlenmä, soňra bolsa termik degazasiýa sewar edilýär.

Elektrik stansiýalaryň köpüsinde turbinada işlenen buguň kondensasiýasy üçin gradirnýaly we pürküji howuzly tehniki suw üpjünçiliginiň aýlanyşykly ulgamlary ulanylýar. Aýlanyşykly ulgamyň göni akymly ulgamdan esasy tapawudy onda erän kesmek emele getiriji maddalaryň konsentrasiýalarynyň ýokarlanmagyna getirýän aýlanýan suwuň bugardylmagydyr, ol bolsa olaryň sowadyjy üstlerde dykyz kesmegiň emele gelmegine getirýär. Aýlanyşykly suwda mikroorganizmleriň bolmagy sowadyjy üstlerde biologik häsiýetli özboluşly çökündileriň emele gelmegine ýardam berýär.

Sowadyjy suw bilen ýuwulýan kondensator turbalaryň içki üstlerinde çökündileriň bolmagy kondensatorda ýylylyk berijiligi ýaramazlaşdyrýar we turbalaryň kese kesigini daraldýar. Onuň netijesinde kondensatoryň içinde buguň temperaturasy ýokarlanýar, ulgamyň gidrawlik garşylygynyň artmagy bilen bolsa sowadyjy suwuň harçlanmagy azalýar we degişlilikde ol has aşa gyzýar. Bu iki proses biri-birini güýçlendirip, wakuумы ýaramazlaşdyrýar we kilowat-sagat energiýa öndürmek üçin buguň udel harçlanýşyny ýokarlandyrýar, ol bolsa turba enjamlarynyň ykdysady netijeliligini peseldýär.

Kondensatorlarda hemişe kadaly wakuумы saklamak we şol bir wagtyň özünde turbinaly gurluşlaryň PTK-synyň peselmeginiň önüni almak maksady bilen ýylylyk elektrik stansiýalarda sowadyjy suwy himiki (fosfatlaşdyrma, turşatma, hlorlaşdyrma), reagentsiz (ýumşatma) we termik usullary (aşa magnitleşdirme) ulanyp işlemek bilen kondensator turbalarynyň organiki däl we biologik hapalaýjylary bilen netijeli göreş alnyp barylýar.

Düzgün bolşy ýaly, täze gurnalan bug generatorlarynyň, enjamlaryň, ýymitlendiriji suwuň ýolunyň geçiriji turbalarynyň içki üstleri pos, kül, kebsirleme uçgunynyň syçrantgylary, ýaglar we ş.m. bilen hapalanyp bilýärler. Bu hapalaýjylaryň mukdary ortaça 200–250 g/m<sup>2</sup>-y düzýär, emma kähalatlar da olar 350 g/m<sup>2</sup>-a we ondan hem ýokary ululyga ýetip bilýärler. Görkezilen hapalaýjylar bug generatory we kömekçi enjamlary gurnamagyň tehnologik ulanylyş prosesinde (tur-

balary sozmak, barabanlary sozmak, gyzartmak, egmek, kebşirmek, oklawlamak we ş.m.), şeýle hem enjamlar we geçiriji turbalar daşalan wagty we gurnaýyş meýdançasynda saklanan wagty olaryň ýeterlik jebis örtülmedik we passiwirlenmedik elementleriniň atmosfera korroziýasynyň netijesinde emele gelýärler.

Hapalanan bug generatorlary we iýmitlendiriji suwuň ýoluny işe goýbermeklik we sazlamaklyk bugy emele getiriji we bugy aşa gyzdyryjy turbalaryň diwarlarynyň temperaturalarynyň howply ýokarlanmagyna we turbinanyň akymly böleginiň kremniýturşy birleşmeler we metallaryň oksidleri bilen dolmagyna getirýär. Şonuň üçin täze gurnalanan bug generatorlary we iýmitlendiriji suwuň ýoly sazlanmanka we synalmanka işe goýberilmezden öňki himiki arassalanma sezewar edilýär. İşe goýberilmezden öňki arassalanmany diňe eger suw bilen ýuwulman galan çökündiler metalyň üstünde deňölçepli paýlanan we ýokary basyşly bug generatorlary üçin 50 g/m<sup>2</sup>-dan we aşa kritiki basyşly bug generatorlary üçin 20–25 g/m<sup>2</sup>-dan geçmeýän bolsa, kanagatlanarly diýlip kabul etmek bolar.

Ýylylyk elektrik stansiýalaryň kadaly iş düzgüninde-de iýmitlendiriji we gazan suwlarynyň hiliniň kesgitlenen kadalary berjaý edilende-de, esasan hem korroziýa önümlerinden durýan çökündileriň bug generatorlarynda we regenerativ gyzdyryjylarda kem-kemden toplanýandygy ýüze çykaryldy. Bu çökündiler, köplenç, öýjükliligi bilen tapawutlanýar, olar kähalatlarda böwşeň gurluşa eýe bolýar: olaryň düzümine esasy demriň (iki we üç walentli) gidratlaşan oksidleri, kawağt bolsa misiň oksidleri girýärler. Kondensatlaryň we iýmitlendiriji suwlaryň hiliniň gowulaşmagy bug güýç enjamlarynyň üstlerinde ulanylyş çökündileriniň emele gelme prosesini görnetin gowşadýar, emma ony doly aýyрмаýar. Diýmek, gyzýan üstleriň gerek arassalygyny üpjün etmek maksady bilen esasy we kömekçi enjamlary işe goýbermezden öň bir gezeklik arassalamak bilen bir hatarda, ulanylyşda hem döwürleýin arassalamaly; arassalanma diňe bir ýylylyk elektrik stansiýalarda kesgitlenen suw düzgüni ulgamlaryň gödek bozulanda we korroziýa garşy geçirilýän çäreler ýeterlik netijeli bolmanda däl-de, eýsem ýylylyk elektrik stansiýalaryň kadaly ulanylyş şertlerinde hem amala aşyrylmalydyr. Ulanylyşdaky arassalama, esasan hem göni akymly bug generatorly energiýa bloklarynda hökman geçirilmelidir.

Ýurdumyzdaky we daşary ýurtlardaky elektrik stansiýalarynda bug generatorlaryny we bug-suw ýollaryny himiki taýdan arassalamaklygy ulanmak boýunça köp ýyllyk tejribeleriň esasynda kisloata bilen ikenleş arassalamagyň howpsuzdygy kesgitlenildi.

## 4.2. Çökündileriň düzümi, gurluşy we fiziki häsiýetleri

Gyzýan üstlerde çökündiler himiki düzümi, gurluşy, dykzlygy we ýylyk geçirijilik koeffisiýentleri boýunça örän dürli bolýarlar. Pemza (wulkan dag jynsy) ýa-da tufa (gurluşyk materialy hökmünde peýdalanylýan dag jynsy) meňzeş böwşeň öýjükli çökündiler bilen bir hatarda, gatylygy we metal bilen baglanyşygynyň berkligi boýunça syrçany ýatladýan çökündiler hem duş gelýär. Bug gazanlardaky gyrmançalarynyň düzümi we fiziki häsiýetleri hem dürlüdür.

Bug generatorlarynda emele gelýän çökündiler öz himiki düzümleri boýunça esasy üç topara bölünip bilner: 1) aşgar-ýer; 2) demirli; 3) misli.

Birinji topara kalsili we magnili (karbonatly, sulfatly, silikatly, fosfatly) kesmekler degişlidirler, olaryň düzümünde  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaSiO}_3$ ,  $5\text{CaO} \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  (90%-e çenli) agdyklyk edýärler.

Ikinji topara demiroksidli  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , demirfosfatly  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{NaFePO}_4$  we demirsilikatly  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  kesmekler degişlidirler.

Üçünji topara metal misiň we misiň oksidleriniň  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$  çökündileri girýärler.

Karbonatly kesmek, adatça, suwuň gaýnamaýan, gurşaw aşgarsyz gyzýan ýa-da sowaýan üstlerinde dykz kristal ýagdaýdaky çökündiler görnüşinde toplanýar. Bu üstler: suw ekonomazyzerleri, turbina kondensatorlary, suw gyzdyryjylary, iýmitlendiriji geçiriji turbalar, ýyladyş torlary we ş.m. Aşgarly suwuň gaýnaýan şertlerinde bolsa (bug generatorlarynda, bugardyjylarda)  $\text{CaCO}_3$ , adatça, ýelmeşmeýän gyrmança görnüşde çökýär.

Sulfatly kesmek örän gaty we dykzdyr.

Kalsiý silikatly gyzýan üstleriň diwarlarynda berk ýelmeşýän gaty kesmegi emele getirýär.

Çylşyrymly silikatly kesmekler dürli görnüşli mineral düzüme eýe, sebäbi kremniý kislotasy diňe bir magniý we kalsiý kationlary

bilen däl-de, eýsem natriý, demir we alýuminiý kationlary (natroferrosilikatlar, natroalýumosilikatlar) bilen hem kesmekleri emele getirýär. Çylşyrymly silikatly kesmekleriň düzümünde 40–50%-e çenli kremniý kislotasy, 25–30% demriň, misiň we alýuminiý oksidleri we 5–10% natriý oksidleri saklanýar. Bu çökündilerde aşgar-ýer metallaryň birleşmeleriniň mukdary, adatça, birnäçe göterimden geçmeýär. Bu çylşyrymly kalsisiz, silikatly kesmekler gurluşlarynyň dürlüligi – öýjüklü we büdür-südür çökündilerden gaty we dykyz çökündilere çenli, metal üstleri örtýän gatlagynyň tekizligi bilen häsiýetlendirilýär.

Gazan suwunda fosfatlar we demir köp saklansa we aşgarlyk pes bolsa, bugy emele getiriji turbalaryň içki üstlerinde böwşeň demirfosfatly  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{NaFePO}_4$  kesmekler toplanýarlar, olar turbalar çala kakylanda diwarlardan ýeňillik bilen gopýarlar. Demirfosfatly kesmekler üçin turbanyň uzaboýuna deňölçegli paýlanmagy häsiýetlidir.

Ekran turbalarynyň içki üstlerinde ýokary ýerli ýylylyk ýüklenme bilen häsiýetlendirilýän ýalnyň has ýokary temperaturaly ýerlerinde demiroksidli kesmekler, esasan, magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  görnüşinde toplanýar. Aşa kritiki basyşly bug generatorlarynyň içki gyzýan üstlerinden alnan çökündileriň derňewi olaryň 95–98%-niň demir birleşmelerinden durýandygyny görkezdi. Demiroksidli kesmeklerde gatlagyň galyňlygynda deňölçegli paýlanan metal misiň çökündileriniň duş gelmegi seýrek dälidir.

Ýymitlendiriji suwda misiň birleşmeleri köp saklansa, bugy emele getiriji turbalaryň ýylylyk akymynyň dykyzlygy  $230 \text{ kWt/m}^2$ -a deň ýada ondan uly bolan ýerlerinde ýada gazan suwunyň has bugarýan ýerlerinde gatlakly kesmek toplanýar we metala berk ýelmeşýär, onuň esasy düzüjileriniň biri metal mis bolup durýar. Demiroksidli kesmeklerden tapawutlylykda mis misli kesmegiň galyňlygynda şeýle ýaýraýar: gazan suwy bilen ýuwulýan ýokarky gatlak metal misiň köp mukdaryny saklaýar (nusgalygyň 70–90% agramyny), kesmegiň soňky gatlaklary bolsa, turbanyň içki üstüne ýakynlaşdygyça, misiň az göterimini (10–25%) saklaýarlar, şol bir wagtda demriň oksidleri, kremniý kislotasy, kalsiý fosfatlary we beýleki düzüjileriň mukdary ýokarlanýar.

Kesmekler, köplenç ýagdaýlarda garyşyk häsiýete eýe, kähatlarda demriň, misiň oksidleri, kalsiniň fosfatlary, demir we alýumosilikatlar we beýleki düzüjiler (komponentler) agdyklyk edýär.



Bug generatorynyň ulanylyş prosesinde onuň ýüklenmesiniň ýokarlanmagyna baglylykda gidrodinamiki we ýylylyk düzgünleri üýtgeşe, bug emele getiriji turbalaryň diwarlarynda wagtlaýyn natriý çökündileriň  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{NaCl}$  emele gelmegi mümkin, olar suwda gowy ereýärler, bug generatorlary saklananda ýa-da onuň ýüklenmesi birden peselende, turbalaryň diwarlaryndan doly ýuwulýar.

Gazan suwunda saklanýan asyl-asyll bölejikler, olaryň üstlerinde gazan suwundaky maddalaryň kristallaşmagynyň, şeýle hem iki taraplaýyn özara ilişmeginiň hasabyna ulalyp, bug generatorlarynyň içki üstlerinde gyrmançaly çökündileri emele getirýärler. Bug gazanyndaky gyrmançanyň düzümine kömürturşy kalsiý  $\text{CaCO}_3$ , magniý gidrokarbonaty  $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3$ , magniý fosfaty  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ , gidroksilapatit  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , demriň oksidleri  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , misiň oksidleri  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ , organiki maddalar girýärler. Gazan suwunda kremniý kislotasy bar bolsa, magniý gidroksidi onuň bilen täsirleşýär we adatyça, ýokary dispers gyrmança görnüşinde çökýän serpentin emele getirýär:



Aşakdakylary tapawutlandyrmaly:

1. Gyzýan üstde ýelmeşmeýän we şonuň üçin bug generatorlarynyň iş wagtynda döwürleýin üfledilme ýoly bilen daşyna ýeňil çykarylýan gyrmançalar; olaryň hataryna gidroksilapatit we serpentin, şeýle-de aşgar gurşawdaky kalsiý karbonaty degişlidir.

2. Belli bolan şertlerde gyzýan üstlerde ýelmeşmäge ukyply we ikilenji kesmek diýip atlandyrylýan kesmegi emele getirmek üçin material bolup hyzmat edýän gyrmançalar; ýelmeşýän gyrmançalaryň hataryna magniý gidroksidi, fosfatly-magnezial birleşmeler degişli edilip bilner. Bu ýerden, köp gezek aýlanyşykly bug generatorlarynyň amatly suw düzgünini guramagyň esasy meseleleriniň biriniň gazan suwunda, iýmitlendiriji suw bilen bug generatoryna düşýän kesmek emele getirijiler turbalaryň diwaryna ýelmeşmäge ukypsyz we bug generatorlaryndan üfledilýän suw bilen çykaryp bolýan, diňe gyrmança görnüşinde bölünip çykarylar ýaly şerti döretmekdigini görüp bolýar.

**Kesmegiň dürli görnüşleri üçin ýylylyk geçirijilik koeffisiýentleriniň ortaça ululyklary**

<b>Kesmegiň görnüşleri we himiki düzümi</b>	<b>Çökündileriň häsiýeti</b>	<b>Ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti Wt/(m·°C)*</b>
Ýag saklaýan kesmek	Gaty	0,116-0,175
Silikatly kesmek (SiO <sub>2</sub> 20÷25% we ondan ýokary)	Gaty	0,058-0,232
Gipsli kesmek (CaSO <sub>4</sub> 50%-e çenli)	Gaty, dykyz	0,580-2,900
Karbonatly kesmek (CaCO <sub>3</sub> +MgCO <sub>3</sub> 50%-den köp)	Amorf un görnüşden gaty gazan daşyna çenli	0,580-7,000
Gipsden, kalsiniň we magniniň karbonatlaryndan we silikatlaryndan durýan garyşyk kesmek	Gaty, dykyz	0,800-3,500

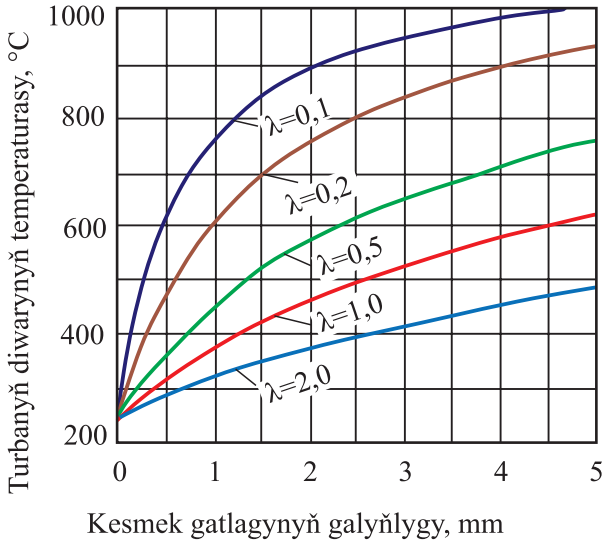
*Bellik.* \* 1Wt/(m·°C) = 0,86 kkal/(m·sag·°C).

Çökündileriň ýylylyk üzňeleşdiriji häsiýeti aşakdaky fiziki-mehaniki görkezijiler: gurluşy (öýjükliligi), ýylylyk geçirijiligi, galyňlygy we olaryň metalyň üstüne ilişme güýji bilen häsiýetlendirilýär.

Kesmegiň öýjükliligi we gatylygy bilen häsiýetlendirilýän gurluşy çökündileriň emele gelme şertine we kinetikasyna baglydyr. Çökündileriň gatylygy we öýjükliligi olary kepçe, gyrgyç we beýleki dürli mehaniki usullar bilen aýyrmaklygyň kynçylygyna baha bermek boýunça görkezijilerdir. Çökündileriň ýylylyk geçirijiligi bug generatorlarynyň we ýylylyk çalşyjy enjamlaryň işiniň ygtybarlylygyny we tygşylylygyny kesgitleýän esasy häsiýetnamalaryň biri bolup durýar. Çökündileriň ýylylyk geçirijiliginiň koeffisiýentleriniň ululyklary olaryň gurluşyna we himiki düzümine baglydyr (4.1-nji tablisa). Üstlere berk ýelmeşen çökündiler gowşak oturan çökündilerden

az howply, sebäbi metal diwar bilen çökündiniň arasynda döreyän yş temperatura badyny has ýokarlandyrýar we metalyň ýerli howply gyzmagyna getirýär.

Getirilen netijelerden görnüşi ýaly, silikatly kesmek we ýag siňen kesmek has howpludyr.



**4.1-nji surat. Kesmegiň ýylylyk geçirijilik koeffisiýentleriniň dürli ululyklary üçin turbalaryň diwarlarynyň temperaturasynyň kesmek gatlagynyň galyňlygyna baglylygy**

4.1-nji suratda kesmegiň galyňlygynyň we ýylylyk geçirijiliginiň bug generatorlarynyň bugy emele getiriji turbalarynyň diwarlarynyň temperaturasyna täsirini häsiýetlendirýän egriler şekillendirilen. Temperaturanyň getirilen ululyklary aşakdaky şertlerde hasaplanan: ojak giňişliginiň temperaturasy 1100°C; gazan suwunyň temperaturasy 200°C; turbanyň diwarynyň galyňlygy 5 mm; turbanyň metalyň ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti 58 Wt/(m·°C); ýylylyk akymynyň dykzlygy 174 kWt/m<sup>2</sup>. Egriler diwaryň içki üstünde metalyň temperaturasynyň 500°C-e we ondan hem ýokary ýetmegi üçin has ýylylyk dartgynlykly ekran turbalarynyň üstünde ýylylygy az geçirýän kesmek gatlagynyň (0,1–0,2 mm) ujypsyz galyňlygynyň ýeterlikdigini görkezýär. Bu ýagdaýda turbanyň diwarlarynyň daşky

üstiniň temperaturasy entek 30–40°C-den ýokarydyr, bu bolsa bug generatorynyň örän gysga iş döwründe bugy emele getiriji turbalaryň güberçeklenmegine we ýarylmagyna getirýär.

### **4.3. Köp gezek aýlanyşykly bug generatorlarynyň we ýylylyk çalşyjylaryň içki üstlerinde çökündileriň döremegi**

#### **4.3.1. Duzly erginlerden gaty fazanyň (maddanyň) emele gelme şerti**

Häzirki zaman garaýyşlaryna laýyklykda kesmek we gyrmança fiziki-himiki prosesleriň netijesinde emele gelyär, olardan esasysy köp düzüjili duzly erginlerden gaty fazanyň bölünip çykmagy bilen häsiýetlendirilýän kristallaşma prosesidir. Duz erginleri gyzdyrylanda we gaýnadylanda olardan gaty faza dürli ýollar bilen bölünip çykýar, meselem: metalyň üstüniň aýratyn ýerlerinde duzlaryň aşa doýgun erginlerinden ilki başlangyç kristallar çöküp bilýärler, soňra olar irileşýärler we köpeliýärler. Metallaryň üstünde öz görnüşi boýunça diwarlaryň metalary bilen soňky emele gelyän gaty çökündileriň gatlagynyň arasynda baglanyşdyryjy bölek bolup hyzmat edýän kesmegiň ilkinji kristallarynyň emele gelmegini metalyň üstleriniň nätekizligi bilen düşündirip bolar. Bu üstlerde köpsanly güberçekler aşa doýgun erginlerden gaty fazanyň kristallaşmagynyň merkezi bolup hyzmat edýärler. Mundan başga-da, gyzýan üstleriň, adatça, okis gatklary bilen örtülendigini göz önünde tutmalydyr, ol metal bilen erginden kristallaşýan çökündileriň arasynda sementleşdiriji gatlagyň ornuny tutýar.

Birmeňzeş kesmek emele getirijilere kükürtturşy kalsiý, kalsiý silikaty we çylşyrymly alýumoferosilikatlar degişli edilip bilner.

Bug gazanynyň gyrmançalary kalsiý we magniý duzlarynyň aşa doýgun erginleriniň galyňlygyndan gaty fazanyň şineliniň bölünip çykmagynyň netijesinde emele gelyär, olar duzlaryň kristallaşmagynyň köpsanly merkezi bolup hyzmat edýär. Bu merkezlerde kristallaşýan duzlaryň soňky molekulary çökýär, onuň netijesinde olaryň ilkinjileri ulalýarlar we kem-kemden submikroskopik ölçegden mikroskopik ölçege geçýärler. Şeýlelik bilen görünip başlan çökün-

di amorf ýa-da gizlin kristal gurluşa eýe bolýar; soňra bölejikler birleşýärler we wagtyň geçmegi bilen kristal görnüşli ýa-da pamyk görnüşli çökündileri emele getirýärler. Birmeňzeş gyrmança emele getirijiler: magniý silikaty (serpentin), gidroksilapatit we kalsiý karbonatydyr (aşgar gurşawda).

Käbir maddalar erginden gaty faza görnüşinde bölünip çykyp, gyzdryjylaryň gyzgyn üstlerinde (daşyndan gyzdrylýan), beýlekiler bolsa sowadyjylaryň sowuk üstlerinde (daşyndan sowadylýan) kristallaşýar, olar iki ýagdaýda hem berk we dykyz kesmekleri emele getirýär; üçünji görnüşleri suw gatlagynda asyl-asyly gyrmançaly bölejikler görnüşinde çökýärler. Eger duzlar gös-göni gyzyan ýa-da sowayan üstlerde kristallaşyp we bu ýagdaýda gaty çökündi emele gelýän bolsa, onda bu hadysa kesmegiň emele gelmeginiň ilkinji prosesi diýip atlandyrylýar. Kesmegiň emele gelmeginiň ikilenji prosesi gazan suwunyň gatlagynda başda aşak gaçan asyl-asyly bölejikleriň çökmegi we soňra gyzyan üstlere berk ýelmeşýän ikilenji çökündileriň emele gelmegi bilen häsiýetlendirilýär.

Haçan-da gazan suwunda saklanýan ionlaryň konsentrasiýasy kem-kemden ýokarlananda, bug emele gelmede kesmegiň döreme prosesiniň geçiş şertine seredeliň. Kyn ereýän maddalaryň doýgun ergininde ionlaryň konsentrasiýalarynyň önümi berlen temperaturada berlen maddanyň ereme çäginde häsiýetlendirýän we diňe maddanyň temperaturasyna we himiki tebigatyna bagly bolan ereýjilik önüminiň EÖ ululygyna ýetýär.

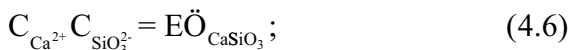
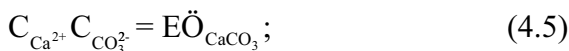
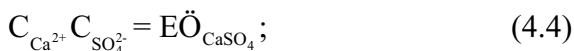
Eger kyn ereýän duzy KA bilen bellesek we bu ýerde  $K^+$  – kation,  $A^-$  – anion, onda bu duzuň doýgun ergini üçin aşakdaky deňlik dogrudyr:

$$C_{K^+} + C_{A^-} = EÖ_{KA} = \text{const.} \quad (4.3)$$

bu ýerde:  $C_{K^+}$  we  $C_{A^-}$  – degişlilikde kationlaryň we anionlaryň konsentrasiýasy olaryň  $\text{dm}^3$ -inde gram-ionlarynyň mukdary bilen aňladylýar (g-ion/kg).

Berlen birleşme we berlen temperatura üçin ereýjilik önümi EÖ hemişelik ululyk bolup durýar, ol temperaturanyň ýagdaýyna baglylykda üýtgeýär.

Eger  $C_{K^+}C_{A^-} < E\ddot{O}_{KA}$  bolsa, onda ergin doýgun däl we çökündi çökmez;  $C_{K^+}C_{A^-} > E\ddot{O}_{KA}$  bolanda çökündi çöker. Kükürttürşy, kömürtürşy we kremniýtürşy kalsiniň doýgun erginleri üçin aşakdaky deňlikler dogrudyr:



Berlen duz, erginden diňe onuň düzümine girýän ionlaryň konsentrasiýa önümleri berlen duz üçin ereýjilik önüminiň ululygyndan ýokary bolanda çökýärler. 4.3-nji deňlemeden görnüşi ýaly, bir ionyň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy bilen beýleki ionyň konsentrasiýasy peselmeli, sebäbi berlen temperatura üçin ereýjilik önüminiň ululygy üýtgewsiz galýar. Eger haýsy-da bolsa bir duzuň doýgun erginine şol ergindäki ýaly kationly we anionly elektrolit goşsaň, onda erginiň deňagramlylygy berlen duzuň ereýjiliginiň peselýän ugruna süýşer we onuň artykmaýy gaty faza görnüşinde bölünip çykar. Meselem,  $CaSO_4$ -iň doýgun erginine  $Na_2SO_4$  ýa-da  $CaCl_2$  elektroliti goşsak onda deňagramlylyk  $CaSO_4$ -iň ereýjiliginiň peselme tarapyna bozular; onuň artykmaç mukdarynyň gaty faza görnüşinde bölünip çykarmagyndan soň, deňagramlylygyň  $E\ddot{O}$  üýtgemän galýan, emma  $Ca^{2+}$  we  $SO_4^{2-}$  ionlaryň konsentrasiýasy üýtgeýän täze ýagdaýy emele geler.

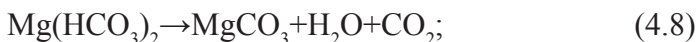
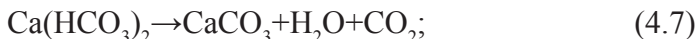
### 4.3.2. Aşgar-ýer kesmekleriniň emele gelme şerti

Aşgar-ýer kesmekler gyzdyrylýan ýa-da bugardylýan suwda bir wagtda  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  kationlar we  $CO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $SiO_3^{2-}$  anionlar saklanýan bolsalar emele gelýär, olar aşakdaky kyn ereýän birleşmeleri emele getirýär:  $CaCO_3$ ,  $Mg(OH)_2$ ,  $CaSO_4$ ,  $Ca(HCO_3)_2$ ,  $Mg(HCO_3)_2$ ,  $CaSiO_3$ ,  $MgSiO_3$ ,  $MgCO_3$ .

Bu birleşmeler fiziki we himiki prosesleriň netijesinde gaty faza görnüşinde bölünip çykýarlar. Fiziki proseslere gazan suwy zýygiderli bugardylanda ondaky duzlaryň konsentrasiýalarynyň kem-kemden ýokarlanmagy degişli, netijede, kyn ereýän duzlaryň ereýjilik çäğine ýetýän pursady gelýär we olar doýgun erginden gaty faza görnüşinde bölünip çykýar.

Kesmegiň emele gelmeginiň himiki proseslerine aşakdakylar degişlidir:

a) kalsiniň we magniniň termik dargamagy:

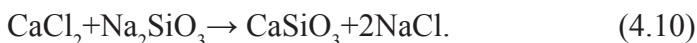


Netijede, kalsiniň we magniniň bikarbonatlary kalsiniň we magniniň az ereýän karbonatlaryna öwrülýärler;

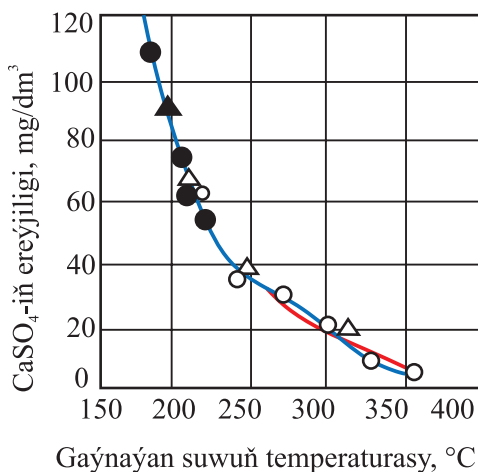
b) magniý karbonatynyň gidrolizi, netijede magniý magniniň has az ereýän gidroksidine öwrülýär:



ç) özara çalyşma reaksiýasy, netijede, az ereýjilikli duzlar emele gelýär, meselem:



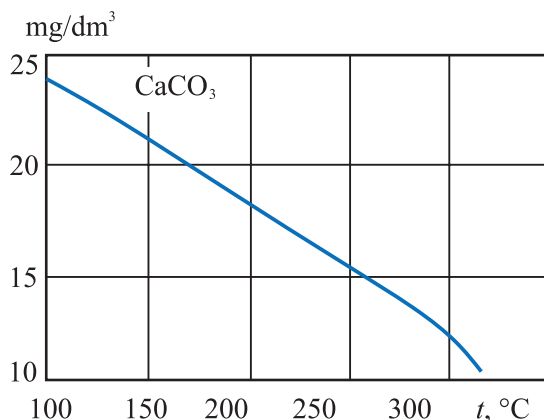
Doýgun erginlerden ilki bilen otrisatel temperaturaly ereýjilik koeffisiýentli duzlaryň gaty faza görnüşinde bölünip çykýandygyny bellemek hökmandyr, olar gyzdyryjylaryň has gyzyan üstlerinde çökýär.



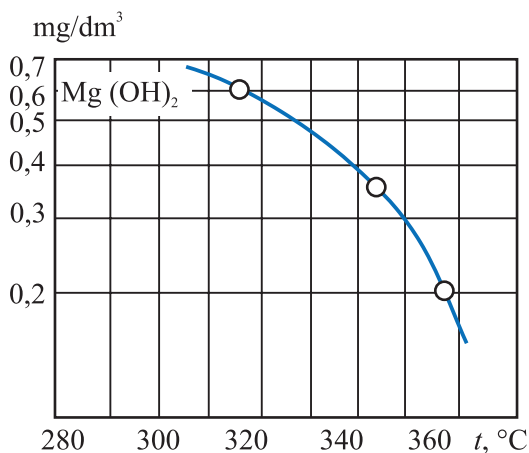
#### 4.2-nji surat. Doýgunlaşma hatarda $\text{CaSO}_4$ -iň suwuň temperaturasyna baglylykda ereýjiligi:

*Patridziň maglumatlary boýunça; Straubiyň maglumatlary boýunça;*

*Δ – Reznikowiyň maglumatlary boýunça.*



4.3-nji surat. Doýgunlaşma hatarda  $\text{CaCO}_3$ -iň suwuň temperaturasyna baglylykda ereýjiligi



4.4-nji surat. Doýgunlaşma hatarda  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -yň suwuň temperaturasyna baglylykda ereýjiligi

4.2–4.4-nji suratlarda  $\text{CaSO}_4$ -iň,  $\text{CaCO}_3$ -iň we  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -yň suwuň temperaturasyna baglylykda ereýjiliklerini häsiýetlendirýän egriler getirilen.

Aşgar-ýer kesmekleriniň emele gelme tizligi ergindäki kalsiniň we magniniň ionlarynyň konsentrasiýalaryna proporsional we gyzýan üstleriň ýylylyk ýüklenmeleriniň ýokarlanmagy bilen birden artýar:

$$\omega = kSq^2, \quad (4.11)$$



bu ýerde:  $\omega$  – kesmegiň emele gelme tizligi,  $\text{mg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{sag})$ ;  $k$  – proporsionallyk koeffisiýenti;  $S$  – kesmek emele getirijileriň konsentrasiýasy,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ;  $q$  – ýylylyk akymynyň dykyzlygy,  $\text{kWt}/\text{m}^2$ .

### **4.3.3. Ferrosilikatly we alýumosilikatly kesmekleriň emele gelme şerti**

Ferrosilikatly we alýumosilikatly kesmekler bugy emele getiriji turbalaryň ýokary ýylylyk dartgynly üstlerinde, olaryň düzümine girýän we olar bilen ýakyndan galtaşýan maddalaryň himiki täsirleşmeleriniň netijesinde emele gelyärler. Bu täsirleşmeleriň häsiýeti erän ýagdaýda saklanýan şol bir maddalaryň arasynda geçýän täsirleşmeleriň häsiýetinden tapawutlanýar. Olaryň aýratynlygy olaryň geçmegi üçin ulgamyň ýa-da onuň haýsy hem bolsa bir düzüjisiniň ereme temperaturasyna ýakynlaşmagynyň talap edilmeýänligidir: maddalaryň arasyndaky täsirleşme olar suwuk faza geçmezden has öň başlanýar.

Mysal hökmünde gyzýan üstde çöken natriý silikatynyň demriň oksidi bilen täsirleşme reaksiýasyny getirip bolar, netijede, ferrosilikatly kesmek emele gelyär:



Emele gelyän silikatly birleşmäniň ereýjiligi natriý silikatynyň ereýjiliginden has pesdir. Has çylşyrymly alýumosilikatly we ferrosilikatly kesmekler üç we ondan köp maddalaryň arasynda geçýän täsirleşmeleriň netijesinde emele gelyär.

### **4.3.4. Demiroksidli we demirfosfatly kesmekleriň emele gelme şerti**

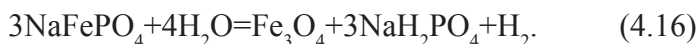
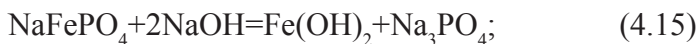
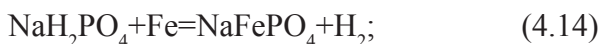
Demiroksidli kesmekler bugy emele getiriji turbalaryň has ýylylyk dartgynly meýdançalarynda, bug generatorlarynyň içki üstlerinde sozulma okalin we pos gatlaklarynyň bozulmagy netijesinde gazan suwuna düşýän, şeýle hem ýymitlendiriji suwuň ýolunyň korroziýasy sebäpli ýymitlendiriji suw bilen bug generatorna düşýän we gýrmançaly üfledilmäniň kadaly düzgüniniň bozulmagy netijesinde bug generatorynda toplanýan demir oksidleriniň hasabyna emele gelyär.

Ýylylyk elektrik stansiýalaryň ulanylyş tejribesi howply demiroksidli kesmekleriň, esasan, bug emele getiriji turbalaryň oja-ga gönükdirilen taraplarynda emele gelýändigini görkezdi. Demiroksidli çökündileriň tizliginiň artmagy gazan suwundaky demriň konsentrasiýasyna we bugy emele getiriji turbalaryň üstlerinde ýylylyk akymynyň dykzlygynyň kwadratyna proporsionaldyr. Gazan suwunda demir oksidleriniň konsentrasiýasy  $0,5 \text{ mg/dm}^3$ -dan ýokary bolsa, onda olar belli bir derejede kolloid we gödek dispers gyrmança bölejikleri görnüşinde saklanýar: olar bugy emele getiriji turbalaryň diwarlarynda adgeziýa prosesiniň hasabyna çökýär.

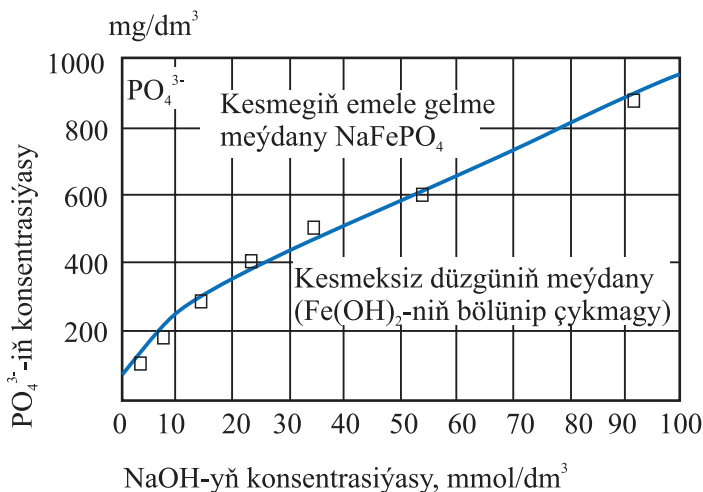
Demirfosfatly kesmekler barabanly bug generatorlarynyň suw düzgüniniň sazlanmazlygy netijesinde, haçan-da duzly bölegiň gazan suwunda fosfat ionlarynyň konsentrasiýasy  $500\text{--}800 \text{ mg/dm}^3$ -a ýetende emele gelýär. Haçan-da bug generatorynyň barabanyna goşulýan reagent hökmünde natriniň heksametafosfaty ulanylsa, fosfatlaryň artykmaç mukdary has howpludyr. Natriý heksametafosfaty  $130 \text{ g/sm}^2$ -dan ýokary basyşda gidrolizlenýär we turşy mononatriýfosfaty emele getirýär:



Ol demir bilen täsirleşip, esasan, ekran turbalarynyň üstünde natriniň demirfosfatynyň gaty fazasyny emele getirýär, ol bolsa öz gezeginde bölekleyin demriň zakis gidratyna ýa-da demriň zakis-okis magnetine çenli okislenýär:



4.5-nji suratda egri  $\text{PO}_4^{3-}$  we  $\text{NaOH}$  oklarynyň arasyndaky meýdany iki bölege bölýär: egriniň ýokarsynda  $\text{NaFePO}_4$  emele gelme meýdany, aşagynda bolsa  $\text{NaFePO}_4$ -den durýan çökündileriň emele gelmeýän meýdany ýerleşýär.



**4.5-nji surat. Gazan suwunda  $\text{PO}_4^{3-}$ -iň we  $\text{NaOH}$ -yň konsentrasiýalaryna baglylykda ferrofosfatyň we demriň zakis gidratynyň emele gelmeginiň meýdany**

Grafikden görnüşi ýaly,  $100 \text{ mg/dm}^3 \text{ PO}_4^{3-}$ -yň artykmaç mukdarynda demirfosfatly kesmekleriň emele gelmeginiň önüni almak üçin, gazan suwunda erkin iýiji natriniň  $0,25 \text{ mmol/dm}^3$ -dan az bolmadyk mukdarynyň, fosfatlaryň  $150 \text{ mg/dm}^3$  konsentrasiýasynda bolsa iýiji natriniň  $2,5 \text{ mmol/dm}^3$ -dan az bolmadyk mukdarynyň saklanmagy talap edilýär. Diýmek, fosfatyň her konsentrasiýasy  $\text{NaOH}$ -yň ondan ýokary konsentrasiýada demirfosfatly kesmek emele gelip bilmeýän degişli konsentrasiýasyna laýyk gelmeli.

**4.3.5. Misli kesmekleriň emele gelme şerti**

Önümçilik bug generatorlarynyň barlagy «misli» kesmeğin ekran turbalarynyň ýylylyk akymynyň dyklyzlygy  $230 \text{ kWt/m}^2$  we ondan hem ýokary bolanda ýüze çykýandygyny görkezdi; çökme prose-siň tizligi ýylylyk dartgynlylygynyň ýokarlanmagy bilen ýokarlanyp, ýylylyk akymynyň dyklyzlygy  $580 \text{ kWt/m}^2$ -a deň bolanda ojagyň ýalylyly meýdanynda ýylda  $250 \text{ g/m}^2$ -a ýetýär.

Ekran turbalarynyň içki üstlerinde misli kesmekler kondensatorlaryň, ežektorlaryň we deaeratorlaryň bug sowadyjylarynyň, ýyladyjy we regeneratiw gyzdyryjylaryň latun turbalarynyň korroziýa önümle-

riniň ýमितlendiriji suw bilen bug generatorlaryna düşme şertlerinde emele gelýär.

Ammiak we onuň önümlerini saklamaýan suwda, 340–360°C temperaturada we pH=6,5. . . 10,0 ululygynda mis oksidiniň we onuň gidratynyň ereýjiligi 6–8 mkg/dm<sup>3</sup>-a deňdir, ammiak we ammiak önümleri saklaýan suwda mis oksidiniň ereýjiligi ammiakly kompleksleriň emele gelmeginiň hasabyna 20–22 mkg/dm<sup>3</sup>-a çenli ýokarlanýar. Aşgarly gazan suwunda mis ergin görnüşinde, köplenç, bolsa kompleks birleşmeler görnüşinde saklanýar, ol dargap, metal mise çenli dikelmäge ukyply mis ionlaryny emele getirýär:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu}$ . Bu ýagdaýda elektronlaryň çeşmesi iki walentli demir görnüşe geçýän metal demirdir:  $\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}$ . Diýmek, kesmekleriň emele gelmeginiň esasy sebäbi misiň dikelmeginiň elektrohimi prosesidir, bu proses kuwwatly ýylylyk akymynyň täsirinde gorag okis perdesiniň bitewiliginiň bozulýan, mümkin boldugyça, ýokary ýylylyk ýüklenmeli ýerlerinde geçýär. Onuň netijesinde metalyň aýratyn ýerleriniň arasynda potensiallaryň ýerli tapawudy döreýär, ol bolsa gazan suwunda misiň ionlarynyň berlen konsentrasiýasynda misiň elektrolizli bölünip çykma prosesiniň geçmegi üçin ýeterlik bolup biler. Emele gelýän misli kesmegiň oňat elektrik geçirijilige eýedigi sebäpli, gyzýan üstlerde onuň bolmagy elektrohimi prosesiň dowam etmegi we onuň netijesinde metal misiň bölünip çykmagy üçin päsgelçilik döredip bilmez.

#### **4.3.6. Ýeňil ereýän birleşmeleriň çökündileriniň emele gelme şerti**

Bug generatorlarynda bugarýan suwda, adaty, ýeňil ereýän maddalaryň goşundylary: sulfatlar, hloridler, fosfatlar, silikatlar we natriý gidroksidi saklanýar, olar ýमितlendiriji suwa goşmaça goşulýan ýमितlendiriji suw, önümçilik kondensaty we kondensatorlardan sowadyjy suwuň sorulmagy bilen düşýär. Gazan suwy aşa bugaranda we natriý birleşmeleriniň konsentrasiýasy onuň ereýjiliginden geçende, olar kristallaşýar we gyzýan üstlerde gaty çökündileri emele getirýär.

Bugy emele getiriji turbalaryň içki üstlerinde natriý birleşmelerinden, suwda ereýän çökündileriň emele gelmegi üçin zerur bolan

şerte seredip geçeliň. Eger berlen basyşda arassa suwuň gaýnama temperaturasy  $t_0$  we berlen maddanyň doýgun ergininiň gaýnama temperaturasy  $t_e$  diýip bellesek, onda temperaturanyň üýtgemesi  $\Delta t_s = t_e - t_0$  bolar. Bugy emele getiriji turbalaryň diwarlarynyň temperaturasyň berlen basyşda duz ergini suw bugunyň gurşawynda gury ýagdaýa çenli bugardylar ýaly berlen basyşda arassa suwuň gaýnama temperaturasyndan näçe ýokary bolmalydygyny görkezýär.  $\Delta t_s$  ululygyň erän maddalaryň düzümine we basyşa baglydygy amaly-usuly ýol bilen kesgitlenildi.

Bugy emele getiriji turbalaryň içki üstlerinde ýeňil ereýän birleşmeleriň çökündileriniň emele gelmegi  $\Delta t_s$  ululyk bilen kesgitlenilýär, ol diňe bug generatorynyň bug-suw ýolunyň haýsy hem bolsa bir meýdançasýnda erginiň temperaturasy arassa suwuň gaýnama temperaturasyndan  $\Delta t_s$ -dan ýokary ululyga eýe bolan ýagdaýynda mümkindir. Eger erginde  $\Delta t_s$  kiçi ululygy bilen häsiýetlendirilýän maddalar bar bolsa, suw perdesiniň doly bugaryp, gaty duzly çökündileri emele getirmegi üçin turbalaryň diwarlarynyň çala gyzmagy ýeterlikdir.  $\Delta t_s$  ululyklary ýokary bolan maddalar aşa gyzan diwaryň temperaturasy arassa suwuň temperaturasyndan görnetin ýokary bolanda hem erginde galyp bilerler.

Köp düzüjili duzly ergin bolup hyzmat edýän gazan suwunyň gaýnaýan şertlerinde ýeňil ereýän maddalaryň gaty çökündileriniň emele gelmegi üçin natrili birleşmeleriň bir düzüjili erginleriniň gaýnama şertlerine garanynda, arassa suw bilen deňeşdirilende, köp düzüjili erginiň temperaturasyň has ýokarlanmagynyň zerurdygy amaly-usuly ýol bilen kesgitlenildi.

Haçan-da gidrodinamik bozulmalar ýok bolsa we bug generatorynda kadaly köpürjikli gaýnama ýer tutýan bolsa, diwaryň golaýyndaky aşa gyzdyrylan suwuklyk bilen aşa gyzdyrylmadyk gazan suwunyň esasy massasynyň arasynda işjeň ýylylyk we massa çalşyk geçýär. Bu hili amatly temperatura düzgününde bug köpürjikleriniň astynda gyzýan içki üstlerde we aýratyn-da gazan suwunyň diwara golaý gatlagynda temperaturanyň görnetin ýokarlanmagyna gözegçilik edip bolmaýar.

Emele gelýän bug köpürjikleriniň astynda gyzýan üstleriň meýdançalarynda, diwara golaý gatlakda erginiň doly bugarmaýandygy

we onuň doýgun däl ýagdaýda galýandygy sebäpli duzlar hem kristallaşmaýarlar. Bu ýerden, kadaly köpürjikli gaýnama şertlerinde gazan suwunyň adaty duzlulygyndan ýokary konsentrasiýada-da, bugy emele getiriji turbalaryň içki üstlerinde ýeňil ereýän birleşmeleriň çökündileriniň emele gelmeýändigini görmek bolýar. Diňe suw-bug garyndysynyň gidrodinamik düzgüni bozulanda we bugy emele getiriji üstleriň metalynyň temperatura düzgüni ýaramazlaşanda, gazan suwunyň diwara golaý gatlagynda ýeňil ereýän birleşmeleriň konsentrasiýalary doýgunlaşma çenli ýerli ýokarlanyp biler, soňra olar kristallaşýarlar we gyzýan üstlerde gaty çökündileri emele getirýärler. Görkezilen amatsyz şertlerde gazan suwunyň diwara golaý gatlagynyň çuň bugarmagy bilen birlikde bug-suw garyndysynyň akymynda suwuň göwrümi birden azalýar.

Aýlanyşygyň kiçi esseliginde we iki fazaly akymyň ýokary bug saklaýjylygynda kadaly köpürjikli gaýnama düzgüninden howply perdeli gaýnama düzgünine geçmegiň ýer tutýandygy, ýagny gaýnama ýetmezçiliginiň ýüze çykýandygy kesgitlenildi, onda bug köpürjikleri gyzýan üstlerden bölünip ýetişmeýärler we üzňeleşdiriji bug gatlagyny emele getirýärler. Bu diwara golaý gatlak bilen çyg saklaýan akymyň ýadrosynyň arasynda massa çalşygyň bozulmagyna getirýär, onuň netijesinde diwarda ergin doly bugarýar, turbalaryň temperatura düzgüni birden ýaramazlaşýar we içki diwarlarda ähli duzlar, şol sanda ýeňil ereýän natrili duzlar hem çökýärler.

Gaýnama ýetmezçiliginiň we ýeňil ereýän birleşmeleriň çökündileriniň emele gelmeginiň önüni almak üçin aýlanyşygyň tizligini ýokarlandyrmak we ýerli ýylylyk ýüklenmeleri peseltmek zerurdyr.

Turbalarda bug-suw garyndysy gatlaklananda, aýlanyşyk bozulanda we erkin dereje emele gelende bu turbalaryň diwara golaý gatlagynda duzlaryň çäkli konsentrasiýasy aýlanyşykdaky gazan suwundaky duzlaryň ortaça konsentrasiýasyndan yüz esse ýokarlanyp biler, sebäbi gazan suwy doly bugarýar. Bug-suw garyndysynyň gatlaklanmagyna, adaty, ekranlaryň işjeň gyzdrylýan kese we az ýapgytly bugy emele getiriji turbalarynda gözegçilik edip bolýandygy kesgitlenildi. Bu ýagdaýda turbanyň suwuň hereket edýän aşaky böleginde suwuklygyň kadaly köpürjikli gaýnamagy ýer tutýar we turbanyň diwarynyň temperaturasy doýgunlaşma temperaturasyndan

az tapawutlanýar. Turbalaryň diwarlarynda tekiz suwuk perde ýok bolan kesigiň ýokarky böleginde turbanyň diwarynyň temperatura-sy «gury» ýerlerde diwardan buga ýylylyk berijilik koeffisiýentiniň diwardan suwa ýylylyk berijilik koeffisiýentine garanyňda has pesdigi sebäpli has ýokary bolup biler.

Turbalarda garyndynyň akymynyň joýaly düzgüninde suwuň maýda damjalarynyň (pürkme) turbanyň ýokarky (gury) bölegine ulgamaýyn düşmegi ýer tutýar, soňra bu damjalar doýgun erginleriniň gaýnama temperaturasy metalyň temperaturasyndan pes bolan duzlar çökýänçä bugarýarlar. Bu ýagdaýda diňe bir aşgar-ýer metallarynyň kyn ereýän duzlary däl-de, eýsem doýgun ergininiň gaýnama temperaturasy gazan suwunyň gaýnama temperaturasyna ýakyn bolan, ýeňil ereýän natriý birleşmeleri hem çöküp bilýärler. Bu hadysalary bugy emele getiriji turbalaryň keseligine ýapgyt burçuny 15–30°-a çenli artdyrmak bilen ýok edip bolýar.

Bugy emele getiriji turbalarda aýlanyşyk bozulyp biler, bu ýagdaýda suw we bug dürli taraplara hereket edýärler, netijede, metalyň gyzmagyna hem-de ýerli duzly çökündileriniň emele gelmegine getirýän bug haltalary we dykylary peýda bolýar. Çökündileriň emele gelmegine ýardam berýän howply ýagdaý dik ekran turbalarda aýlanyşykdaky parallel işe goýberilen bug emele getiriji turbalar dürli gyzanda, şeýle hem turbanyň aşaky bölegi gyrmançadan dolan wagty diňe onuň ýokarky bölegi gazlar bilen gyzanda suwuň «erkin derejesidir». Bug generatorynda basyşyň ýokarlanmagy bilen aýlanyşygyň hereket edýän badynyň peselmegine baglylykda erkin derejäniň emele gelme howpy ulalýar. Erkin dereje uzak wagt saklansa, turbada onuň derejesinden pesde saklanýan gazan suwy bugarýar. Bu ýagdaýda turbada saklanýan gazan suwunda maddalaryň konsentrasiýasy çalt ýokarlanýar we beýleki turbalar boýunça aýlanýan gazan suwunda olaryň konsentrasiýasyndan has ýokary ululyga ýetýär.

Duzly çökündileriň gidrodinamik düzgünine baglydygyna ýokary basyşly ýaramaz aýlanyşykly bug generatorlary ulanylanda gazan suwunda ýeňil ereýän birleşmeleriň mukdarynyň wagtlaýyn peselmegi bilen häsiýetlendirilýän aýratyn hadysa şaýatlyk edýär. Duzlaryň bu «gizlenmesi» ýaramaz aýlanyşykly bug generatorynyň ýüklenmesi ýokarlananda, gazan suwunyň düzümine girýän natriý birleşmele-

riň belli böleginiň bugy emele getiriji turbalaryň gazan suwy bilen gowy ýuwulmaýan, işjeň gyzdyrylýan üstlerinde çökýändigini bilen düşündirilýär. Bug generatory işden saklananda ýa-da onuň ýüklenmesi birden peselende, ters hadysa gözegçilik edip bolýar, sebäbi bug generatorynda kadaly aýlanyşygyň dikelmegi we bug-suw garyndysynyň gatlaklanma hadysasynyň ýok bolmagy, bug generatorynyň «gury» ýerlerinde çökýän, suwda ereýän natrili duzlar gaýtadan ergine geçýärler.

Bugy emele getiriji turbalaryň ýokary ýylylyk dartgynlylykly ýerlerinde çökýän, suwda ereýän natriý birleşmeleri gazan metalynyň oksidleri bilen topohimiki täsirleşip, kyn ereýän garyşyk kesmeclere öwrülip bilýärler. Diýmek, belli bolan amatsyz şertlerde natrili birleşmeler eýýäm howply kesmek emele getirijilerdir.

#### **4.4. Göni akymly bug generatorlarynyň içki üstlerinde çökündileriň emele gelmeği**

Göni akymly bug generatorlarynyň esasy aýratynlyklarynyň biri olarda gazan suwunyň ýokdugydyr, diýmek, maddalaryň bug bilen çaknyşmagyndan başga, bug generatorynyň ulgamyndan çykma mümkinçiliginiň ýokdugydyr. Göni akymly bug generatorlarynda oňa barýan ähli ýimitlendiriji suw buga öwrülýär we bu suwda erän maddalar, şeýle hem bug generatorynyň ýolunda emele gelýän korroziýa önümleri bug bilen turbina äkidilip bilner ýa-da bugy emele getiriji we bugy aşa gyzdyryjy turbalaryň içki üstlerinde çöküp bilerler.

Göni akymly bug generatorlarynda çökündileriň emele gelme prosesiniň işjeňligini kesgitleýän esasy ýagdaýlaryň aşakdakylardygy kesgitlenildi: a) enjama barýan ýimitlendiriji suwdaky goşundylaryň konsentراسیýasy, şeýle hem onuň özünde emele gelýän korroziýa önümleriniň mukdary; b) ýylylyk göterijide onuň işçi görkezijileri üýtgände ol ýa-da beýleki birleşmeleriň ereýjiliginiň üýtgemegi; ç) ýylylyk ýüklenme, onuň artmagy bilen gyzýan üstüň berlen kesiginde çökündileriň emele gelme tizligi ýokarlanýar; d) akymyň tizligi.

Eger ýylylyk göterijide birleşmeleriň konsentراسیýasy berlen görkezijilerde onuň ereýjiliginden pes bolsa, gaty faza çökmez. Gyzdyrylýan üstlerde diňe eger ýylylyk göterijide haýsy-da bolsa bir maddanyň konsentراسیýasy berlen görkezijilerde onuň ereýjiliginden



ýokary bolsa, gaty faza çöker we çökündi emele geler. Organiki däl birleşmelerden aşa kritiki basyşly bugda iň az ereýjilige kalsiý we magniý birleşmeleri, şeýle hem demriň we misiň oksidleri eýedirler, şonuň üçin bu birleşmeler, bug generatorlarynda çökündi emele getirme nukdaýnazaryndan has howply hasaplanýarlar.

Göni akymly bug generatorlarynyň suw-bug ýolunda ýylylyk göterijiniň ýokary temperaturasynda magniý duzlary gidrolizlenip,  $Mg(OH)_2$ -ni we  $MgO$ -y emele getirýärler, olar kristallaşýarlar we gaty faza görnüşinde çökýärler. Kalsiniň bikarbonaty we hloridi gidrolizlenip,  $CaO$ -ny we kalsiý oksihloridini emele getirýär. Bu bolsa bug generatorynyň ýolunda kalsili birleşmeleriniň fiziki-himiki öwrülişikleriniň netijesinde turbalaryň içki üstlerinde emele gelýän ýa-da bug bilen turbina çykarylýan çökündileriň düzüminiň iýmitlendiriji suwuň duzly düzümine gabat gelmezliginiň mümkindigini aňladýar.

Aşa kritiki basyşly kuwwatly energiýa bloklarynyň ulanylyş tejribesi iýmitlendiriji suwuň hiliniň ulanylyş kadalary berk gözegçilikde saklananda (talhlyk duzlarynyň we metallaryň oksidleriniň saklanmasy boýunça), göni akymly bug generatorlarynda kesmekli çökündileriň ujypsyzdygyny görkezdi, bu şertlerde birnäçe aýyň dowamynda bug generatorynyň üznüksiz işiniň ygtybarlylygy üpjün edilýär. Iýmitlendiriji suwda talhlyk duzlaryň we metallaryň oksidleriniň konsentrasiýasy ulanylyş kadasyndan biraz üýtgeşe, kalsiý birleşmeleriniň korroziýa önümleriniň has köp çökündileri, mümkin boldugyça, ýokary ýylylyk sygymly ýerlerde emele gelýär. Bugy emele getiriji turbalar onuň perimetri boýunça deňölçegsiz gyzanda, çökündileriň tizligi işjeň gyzýan tarapda ulý bolar.

Iýmitlendiriji suwuň hili kadadan üýtgeşe, bu çökündileriň meýdany ulalýar we olar ýylylyk sygymyň has pes ululykly meýdanyna süýşýärler. Meselem, kalsili birleşmeler, mümkin boldugyça, ýokary ýylylyk sygymly ýerden  $160 \text{ kkal/dm}^3$ -a pes ululykda çöküp başlaýarlar. Bu akymyň ýadrosynyň we diwara golaý gatlagynyň temperaturalarynyň tapawudy bilen baglanyşyklydyr. Netijede, işjeň çökündiler bugy emele getiriji turbalaryň diwarlarynyň golaýyndaky ergin güýçli doýgunlaşanda we akymyň ýadrosynda ergin doly doýgunlaşmasy emele gelýärler.

Hlorly natriý we kremniý kislotasy barada aýdylanda, iýmitlendiriji suwuň hiliniň kadalary saklananda, olar bu goşundylaryň iýmit-

lendiriji suwdaky başlangyç konsentrasiýasynyň olaryň ýokary basyşly doýgun bugda ereýjiliginden has pesdigi sebäpli, göni akymly bug generatorlaryndan üstaşyr göni geçýärler. Eger bu goşundylaryň başlangyç konsentrasiýasy aşa gyzdyrylan bugda olaryň minimal ereýjiliginden uly bolsa, onda çökündiler aşa gyzýan meýdanda emele gelýärler.

Iýmitlendiriji suwda natriý duzlary we kremniýturşy birleşmeleriň konsentrasiýalary ýokary bolsa (ilki bilen  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), haçan-da olar bu goşundylaryň ergindäki konsentrasiýalary doýgunlyk derejededen daşda bolanda, göni akymly bug generatorynyň turbalarynyň ähli perimetri boýunça çökýärler. Doýgun däl erginden duzlaryň çökme prosesi suw az bolanda, suw perdesiniň galyňlygynyň örän kiçelýändigini sebäpli geçýär, ol işjeň gyzanda guraýar, emma bug-suw garyndysynyň akymynyň ýadrosynda cygyň maýda damjalarynyň entek köp mukdary saklanýar.

Eger «geçiş meýdanyň» ähli aýlawyndan bug garylandan soň, ol aşa gyzgyn ýagdaýda galýan bolsa, onda bug generatoryndan turbalaryň bir böleginden barýan cygyň bug akymynda guramagy netijesinde emele gelýän  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -iň maýda gury çökündisiniň çykmagy mümkin. Iýji natriý metalyň oksid perdesi bilen täsirleşip, natriý ferritini ( $\text{NaFeO}_2$ ) emele getirmäge ukyplydygy sebäpli bug generatorynda bölkleýin saklanyp bilýär. Iýmitlendiriji suw bilen gelýän kremniý kislotasynyň bug generatoryndaky çökündiler bilen buguň arasynda paýlanmagy barada aýtsak, onda ol, esasan, iýmitlendiriji suwuň pH ululygy we ion düzümi bilen kesgitlenilýär. Kremniý kislotasynyň natriý silikatyny emele getirýän ýagdaýynda olar bug generatorynda bölkleýin çöküp, suw bilen ýuwulýan çökündileri emele getirýärler. Bug generatorynda toplanan, suwda ereýän natriý duzlarynyň iş görkezijileri üýtgände, olar kähallatlarda köp mukdarly bug bilen çykarylyp, soňra turbinanyň akymly böleginde çöküp bilýärler.

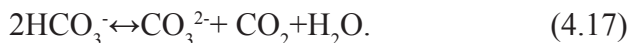
#### **4.5. Kondensatorlaryň sowadyjy üstlerinde we sowadyjy suwuň ýoly boýunça çökündileriň emele gelmegi**

Bug turbinalaryň kondensatorlarynyň, generatorlaryň howa sowadyjylarynyň içki sowadyjy üstlerinde we sowadyjy suwuň ähli ýolunda aşakdaky prosesleriň hasabyna çökündiler emele gelip bilýärler: asyl-asyll bölejikleriň (organiki goşundylar, çäge) düşmegi we

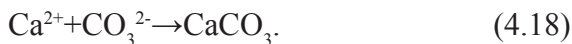
çökmegi, suwly erginden gaty maddalaryň bölünip çykmagy (hususan-da kalsiý karbonaty) we korroziýa önümleriniň emele gelmegi. Kondensator turbalarynyň diwarlarynda janly bedenler ýaşamaga ukyply, bu bolsa olaryň ösüp, turbalaryň içiniň dolmagyna getirýär. Kondensator turbalarynyň içki üstleriniň hapalanmagynyň häsiýeti we işjeňligi we onuň bilen baglanyşykly olaryň işiniň bozulmagy birnäçe ýagdaýlara baglydyr. Olar sowadyjy suwuň fiziki-himiki düzümi, onuň biologik aýratynlyklary, kondensatoryň gurлуşy we onuň iş düzgüni (suwuň turbalardaky hereket tizligi, temperaturanyň üýtgemegi we ş.m), kondensator turbalarynyň korroziýa durnuklylygydyr.

Karbonat talhlykly suw bilen sowadylýan üstlerde kalsiý karbonatynyň çökündisiniň emele gelme şertine seredeliň. Durnukly suwda  $\text{HCO}_3^-$  bikarbonat ionlar bir tarapdan  $\text{CO}_3^{2-}$  we  $\text{H}^+$  ionlar bilen, beýleki tarapdan bolsa suwda erän  $\text{CO}_2$ -niň dissosirlenmedik molekullary bilen dinamiki deňagramlylykda saklanýarlar. Öz gezeginde suwda erän kömürturşy gazy suwuň üstündäki giňişlikde saklanýan gaz görnüşli kömürturşy gazy bilen deňagramlylykda saklanýar.

Bu kömürturşy gazy bilen deňagramlylyk suw gyzdyrylanda bozulýar, onuň netijesinde onda erän kömürturşy gazyň bir bölegi aýrylýar. Bu ýagdaýda bikarbonat ionlary termik dargap,  $\text{CO}_3^{2-}$ -y we uçujy  $\text{CO}_2$ -ni emele getirýärler:



Temperatura näçe ýokary we garylma näçe işjeň bolsa, bikarbonatlaryň dargama prosesi şonça-da çalt geçýär. Göni akymly sowadyjy ulgamlarda bikarbonatlaryň dargamagy suwy gyzdyrmak bilen, aýlanyşykly ulgamlarda bolsa, ondan başga-da gradirnýalarda ýa-da pürküji howuzlarda suw pürkülende, suwda erän kömürturşy gazyň ýitgisi bilen şertlendirilýär. Suwda kalsiý kationlaryň bolmagy sebäpli karbonat ionlaryň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy kristallaşmaga we sowadyjy üstlerde dykyz çökündileri emele getirmäge ukyply, kyn ereýän çökündiniň  $\text{CaCO}_3$  emele gelmegine getirýär:



Kalsiý karbonaty üçin ereýjilik önüminiň örän kiçidigi sebäpli,  $\text{Ca}^{2+}$ -niň ýokary konsentrasiýasynda  $\text{CO}_3^{2-}$ -iň konsentrasiýasy pes

bolmaly. Kondensatorlaryň sowadyjy üstlerinde kalsiý karbonaty bilen bilelikde kalsiý karbonaty bilen birleşýän asyl-asyll bölejikler hem çöküp bilerler.

Sowadyjy suwuň çäkli rugsat berilýän (durnuklylygy boýunça) karbonat talhlygynyň ululygyny  $T_k^{\text{çäkli}}$  40°C temperaturada 30 mg/kg O<sub>2</sub>-den geçmeýän okislendirijilikli üst suwlary üçin dogry bolan empiriki formula boýunça takmynan hasaplap bolýar:

$$T_k^{\text{çäkli}} = 2,8 + \frac{O_k}{9} - \frac{T_{k,d}}{3 - \frac{O_k}{22}}, \quad (4.19)$$

bu ýerde:  $T_{k,d}$  – karbonat däl talhlyk, mmol/dm<sup>3</sup>;  $O_k$  – suwuň okislendirijiligi, mg/dm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>.

Kondensator turbalarynyň we aýlanyşykly sowadyjy ulgamyň geçiriji turbalarynyň üstlerinde, sowadyjy suwda demir birleşmeleri bar bolsa, demir gidroksidiniň çökündileri hem Fe(OH)<sub>3</sub> emele gelip biler. Demriň bikarbonat zakisini saklaýan aýlanyşykly suw gyzdyrylanda, ol kisloroda baý bolsa we onda erän erkin kömürturşy gazy ýitse, demriň zakisi demriň okisine çenli okislenýär we gidrolizlenip, demriň okis gidratyny emele getirýär.

Sowadyjy ulgamlarda bakteriýalaryň we suwotularyň ýaýramagynyň sebäbi, sowadyjy suwda olar üçin zerur iýmitlendiriji maddalaryň we amatly temperatura şertleriniň bolmagydyr. Bakteriýalar, suwotular we has iri janly bedenler üçin iýmitlendiriji gurşaw bolup, kolloid organiki maddalar bilen suwda erän kömürturşy gazynyň utgaşmagy hyzmat edýär.

Aýlanyşykly suw bilen sowadyjy enjamlara düşüp, mikroorganizmler we suwotular işjeň ýaýrap we köpelip başlaýarlar, sowadyjy üstleri kem-kemden nemli perde bilen örtýärler, olar organiki däl gelip çykyşly asyl-asyll maddalary ýeňil birleşdirýärler.

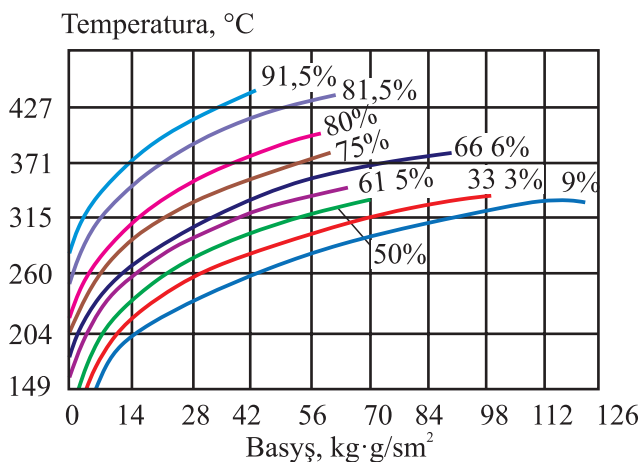
Biologik ösme prosesiniň bedenleriň ýaşayşa ukyplylyklary bilen şertlenendigi sebäpli, onuň geçmeginiň işjeňligine belli bir derejede suwuň temperaturasy, onda iýmitlendiriji gurşawyň bolmagy, şeýle hem gödek dispers bölejikleriniň bolmagy täsir edýärler.

## 4.6. Bug ýoly boýunça çökündiler

### 4.6.1. Bugdaky goşundylaryň bugy aşa gyzdyryjylardaky hereketi

Doýgun bug aşa gyzdyryjylarda hereket edende, ol diňe aşa gyzdyrylman, eýsem öňi bilen äkidilen suw damjajyklary doly bugardylýar, bu bolsa erginde goşundylaryň konsentrasiýasynyň doýgun ýagdaýa çenli ýokarlanmagyna, soňra bolsa olaryň käbirleriniň gaty faza görnüşinde bölünmegine getirýär. Ilkinji nobatda otrisatel temperaturaly ereýjilik koeffisiýentine eýe bolan birleşmeler, meselem, natriý sulfaty we demir oksidleri çökerler.

Damjalarda ereýjilik koeffisiýenti položitel bolan organiki birleşmeler erän görmüşde saklansa, çyg bu birleşmeleriň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy bilen haýal bugarar, sebäbi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen bu maddalaryň ereýjiligi üznüksiz artýar we olary bugartmak üçin gerek bolan temperatura aşa gyzdyrylan buguň temperaturasyndan aşyp biler. Munuň netijesinde bu maddalaryň ýokary konsentrirenen erginleri bug bilen turbinanyň akymly bölegine barar. Meselem, iýji natrini saklaýan gazan suwunyň damjajyklary doly bugardylanda, ýelim görnüşli süýgeşik asma madda emele gelýär, onda NaOH-yň konsentrasiýasy 80-90%-e ýetip bilýär. 4.6-njy suratda dürli basyşlarda we temperaturalarda NaOH-yň deňagramly konsentrasiýalary getirilen.



4.6-njy surat. Buguň basyşyna we temperaturasyna baglylykda NaOH-yň deňagramly konsentrasiýasy

Bugy aša gyzdyryjyda bugda erän, ýagny hakyky bug ergini görnüşinde saklanýan maddalardan emele gelmek mümkinçiligi maddalaryň aša gyzdyrylan bugdaky konsentrasiýasy  $\alpha_b$  bilen onuň bugdaky ereýjiliginiň  $\alpha_{er}$  arasyndaky tapawut boýunça kesgitlenilip bilner, has takygy:  $\Delta\alpha = \alpha_b - \alpha_{er}$ . Nazary taýdan indiki iki ýagdaýy göz önüne getirip bolar: 1) haçan-da maddalaryň bugdaky konsentrasiýasy onuň bugdaky ereýjiliginden az ýa-da deň bolanda, ýagny  $\alpha_b \leq \alpha_{er}$ ; 2) haçan-da maddanyň konsentrasiýasy onuň bugdaky ereýjiliginden uly bolanda, ýagny  $\alpha_b > \alpha_{er}$ . Birinji ýagdaýda madda aša gyzdyryjydan, onda çökündi emele getirmän, doly göni geçýär. Ikinji ýagdaýda  $\Delta\alpha$  tapawut bugy aša gyzdyryjyda 1kg bugdan çökýän ýa-da diňe bir diwarda däl-de, eýsem akymda (soňra bug bilen äkidilýän gaty bölekler çökmeyärler) hem kristallaşýan maddalaryň mukdaryna deňdir.

Aša ýokary we aša kritiki basyşlarda NaCl-ýň, NaOH-ýň, SiO<sub>2</sub>-niň aša gyzdyrylan bugdaky ereýjilikleriniň aša gyzdyrylan buguň rugsat berilýän duzlulygyndan we kremniý saklaýjylygyndan onlarça esse ýokarydygy sebäpli aša gyzdyryjyda, bu maddalaryň çökmek mümkinçiligi pesdir. Oňa diňe iýiji natriý degişli däldir, sebäbi ol demir oksidleri ýeterlik toplansa, olar bilen himiki täsirleşip, aşakdaky täsirleşme boýunça natriý ferritiniň çökündisini emele getirip bilýärler:  $2\text{NaOH} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{NaFeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ , bu täsirleşme 200°C temperaturada geçip başlaýar.

Buguň akymy bugy aša gyzdyryjynyň üstünden geçip, käbir maddalary göni üstaşyr alyp geçýär (SiO<sub>2</sub>, NaCl), beýlekileri bugy aša gyzdyryjyda galdyrýar (natriý we kalsiý fosfatlary, natriý we kalsiý sulfatlary), üçünjileri bolsa ýa-ha ýitirýär ýa-da özi bilen alyp gidip, turbina geçirýär (demriň oksidi). Kuwwatly bug generatorlaryny ulanmagyň tejribesi aša gyzdyrylan buguň görkezijileri näçe ýokary bolsa, bugy aša gyzdyryjylarda organiki däl birleşmeleriň şonça-da az çökýändigini görkezýär. Muňa diňe temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ereýjiligi peselýän demriň oksidi degişli däldir.

Ýokary kritiki basyşda işleýän ýylylyk elektrik stansiýalaryň iýmitlendiriji suwunda kalsili we magnili birleşmeleriň konsentrasiýalarynyň ujypsyzdygy sebäpli (goşulýan suwuň we kondensatyň azlygy we olaryň çuňňur duzsuzlandyrylmagy), olaryň bugdaky doý-

ma çäGINE seýrek ýetilýär. Şol sebäpli ýymitlendiriji suwuň hiliniň kadasy saklananda,  $\text{CaSO}_4$  we  $\text{Mg(OH)}_2$  bugy aşa gyzdyryjydan göni geýýärler we ýymitlendiriji suwuň hili bellenen kadalar bilen deňşdirilende has ýaramazlaşsa, bu birleşmeleriň doýgunlaşma çägi agdyklyk edip biler.

200–300 MWt kuwwatlykly, basyşy 1,5–3,0 MPa bolan we aşa gyzdyrylan buguň temperaturasy bolsa 300–315-den 560–565°C-e çenli ýokarlanýan energiýa bloklarynyň aralyk bugy aşa gyzdyryjylarynda, turbinanyň ýokary basyşly silindrinden gelýän bugda saklanýan goşundylaryň hemmesi diýen ýaly çököýär. Bug generatorynyň, aralyk bugy aşa gyzdyryjynyň girelgesinde we çykalgasynda buguň temperaturasynyň birden peselmegine getirýän iş düzgüni birden üýtgände, çöken maddalaryň belli bir böleginiň ýuwulmagyna we olaryň turbina geçmegine gözegçilik edip bolýar.

#### **4.6.2. Bugdaky goşundylaryň bug turbinanyň akymly bölegindäki hereketi**

Turbina gelýän aşa gyzdyrylan bugda dürli mukdar gatnaşygyn-da erän, organiki däl birleşmeler, gazan suwunyň yokary konsentrirenen ownuk damjalary, gury duzlaryň we metallaryň oksidleriniň bölejikleri saklanyp biler. Turbinanyň akymly böleginiň basgançaklarynda bug giňelse, onuň temperaturasy we basyşy peselýär, onuň netijesinde aşa gyzdyrylan buguň eredijilik ukyplylygy peselýär, gazan suwundan äkidilen damjajyklarda bolsa deňagramlylyk organiki däl birleşmeleriň erginlerine tarap süýşýär. Bu fiziki-himiki prosesleriň netijesinde aşa doýan bugly we suwly erginlerden gaty faza bölünip çykýar. Aşa gyzdyrylan bugdan maddanyň artykmaç mukdary gös-göni akymly bölegiň üstünde, şeýle hem bug akymynyň özünde bölünip bilýär, olardan turbinanyň soňky basgançaklarynda ýokary kristallaşan gury bölejikler çököýär. Häzirki wagtda bugdan bölünýän, turbinanyň akymly böleginiň üstünde kristallaşýan we toplanýan gaty bölejikler barada ýeterlik maglumat ýokdur.

Gaty fazalar bug ergininden diňe turbinanyň akymly bölegine gelýän aşa gyzdyrylan bugda maddalaryň mukdary, onuň basgançaklarynyň haýsy hem bolsa birinde aşa gyzdyrylan buguň eredijilik ukybyndan ýokarlanan ýagdaýynda bölünýärler.

Bug erginleriniň aşa doýgunlaşma şertlerinde buguň turbinanyň ähli akymly bölegini sekundyň ondan bir ülüşinde geçmegi bilen şertlenýän gaty fazalaryň bug akymynyň göwrümünde we pilçeleriň üstünde çökmegi diňe bir ereýjiligiň çäğine ýetilende däl-de, eýsem soňky basgançaklaryň pilçelerinde hem ýer tutar. Maddalaryň bug erginlerinden kristallaşma proseslerinde turbinada özleriniň bugdaky ereýjiligiň pesdigi sebäpli, turbinanyň akymly bölegine kiçi dispers gaty bölejikler görnüşinde düşýän birleşmeler bölekleyin tutulýar we çökýär.

Ýokary basyşly silindriň birinji basgançaklarynda, esasan,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  birleşmeleri çökýärler, olar aşa gyzdyrylan bugda örän gowşak ereýärler we olaryň ereýjiligi buguň dykzlygyna baglylygy bilen häsiýetlendirilýär. Ýokary basyşly silindriň çäginde basyş az-kem peselende, eýýäm bu maddalaryň ereýjiligi 1 kilogram buga onlarça mikrogram paýa çenli peselýär. Turbinanyň akymly böleginiň bu meýdanynda çökündiler duzlaryň ýa-da metallaryň oksidleriniň aşa doýan bug ergininden kristallaşmagy netijesinde emele gelyärler, onda kristal gözenegiň energiýasy buguň akymynyň erroziýa täsirine garşy durmaga ukyply, berk çökündileri emele getirerden ýeterlik derejede ýokarydyr.

Käbir daşary ýurt edebiyat çeşmeleriniň maglumatlaryna laýyklykda turbinanyň ýokary basyşly silindriň pilçelerinde çökýän mis oksidleriniň paýy 8–10%-den geçmeýär, galanlary buguň akymy bilen äkidilýär we bölekleyin aralyk aşa gyzdyryjylarda çöküp ýa-da turbinanyň kondensatyna düşüp bilýärler. Şeýle-de bolsa, aşa kritiki basyşly energiýa bloklarynda misli çökündiler has howpludyr, sebäbi olar gös-göni ýokary basyşly silindriň birinji basgançaklarynda, akymly bölegiň in az geçiş kesikli meýdanynda, has takygy, udel kuwwatly pilçeleriň üstünden ( $\text{MWt/m}^2$ )  $1 \text{ m}^2$ -a uly bolan ýerlerde emele gelyärler. Bu ýerde ululygy boýunça ujypsyz syrgynlar hem turbinanyň kuwwatyny ýeterlik peseldip we onuň tygşylylygyny azaldyp biler. Turbinanyň önünde basyş  $130 \text{ kgg/sm}^2$  bolanda, misiň ereýjiligi örän kiçi bolýar we misli çökündiler akymly bölekde esasy orny tutmaýarlar.

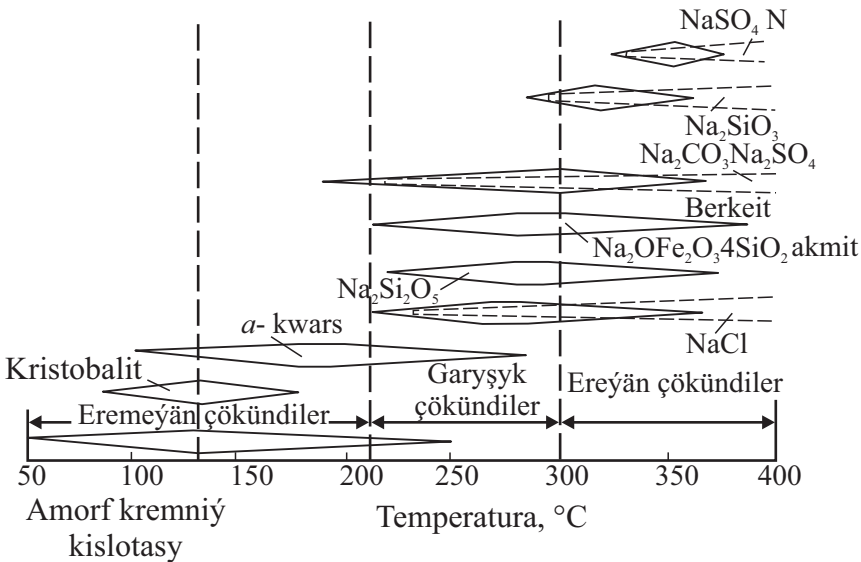
Demir oksidleriniň çökündileri turbinanyň ähli basgançaklarynda duş gelyär, üstesine-de beýleki maddalaryň az saklanýan basgançaklarynda demir oksidleriniň çökündilerdäki göterim mukdary



birden artýar. Çökündilerde demir oksidleriniň aglaba bölegi, esasan,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  we bölekleyin  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  görnüşinde saklanýar.

Bugda has gowy ereýän hlorly natriý, onuň bugdaky bellenen kada laýyk gelyän konsentrasiýasynda akymly bölegiň kese kesiginiň meýdany ýeterlik uly bolan turbinada doýgunlyk derejä ýetýär we syrgyn turbinanyň kuwwatlygynyň çäklendirilmegine we tygşytlýgynyň peselmegine az derejede täsir edýär. Hlorly natriý diňe buguň hili has ýaramazlaşanda ( $a_d^{\text{NaOH}} = 100 \dots 300 \text{ mkg/dm}^3$ ) ýokary basyşly silindriň ahrynda çökýär.

Bugda oňat ereýjilige eýe bolan kremniý kislotasy diňe basyş ýeterlik peselende gaty faza görnüşinde bölünýär. Kremniýtursy birleşmeler ( $\text{SiO}_2$  85–95% saklaýan) düzgün bolşy ýaly, turbinanyň orta basyşly silindrinde we pes basyşly silindrinde dürli kristal ýa-da amorf görnüşinde toplanýar (4.7-nji surat), sebäbi  $\text{SiO}_2$ -iň ereýjiligi buguň dykzlygyna az baglydyr.



4.7-nji surat. Turbinanyň akymly böleginde emele gelyän dürli çökündileriň temperatura çäkleriniň shematik diagrammasy (fazaly derňewiň maglumatlary boýunça)

$\text{SiO}_3^{2-}$  we  $\text{Na}^+$  birleşmeleri gelyän bugda olaryň islendik mukdarda saklanmasynda ýokary basyşly silindriň pilçelerinde-de bölekleyin

çökýärler we  $\text{SiO}_3^{2-}$ -iň çökme prosesi  $\text{Na}^+$ -iň çökmegine laýyk gelýär.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  çökýär, onuň bugdaky ereýjiligi  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ -den has pesdir. Bu ýagdaýda turbinanyň ýokary basyşly silindriňiň syrama işjeňligi iýmitlendiriji suwuň we aşa gyzdyrylan buguň hiline doly laýyk gelýär. Ýokary basyşly silindrde syramanyň netijesi bug generatorynyň gyzýan üstlerinde bozulmalar ýok bolsa, turbinanyň kuwwatynyň peselmegidir.

Turbina barýan iýmitlendiriji suwuň we buguň hiliniň kremniý saklaýjylyk boýunça bozulmagynyň esasy sebäpleri aşakdakylardyr: 1) başlangyç suwda kremniý kislotasynyň kiçi dispers birleşmeleriň esasy mukdarynyň bolmagy, olar anionit süzgüçleri tarapyndan siňdirilmän, duzsuzlandyryjy gurluşyň ähli süzgüçlerinden geçýär we blogy iýmitlendiriji shemada goşmaça goşulýan duzsuzlandyrylan suwda ýüze çykarylýar; 2) sowadyjy suwda kremniý kislotasynyň kiçi dispers birleşmeleri saklansa, onuň sorulmasynyň artmagy; 3) turbinanyň işe goýberilen ilkinji döwründe bug generatorynyň iýmitlendiriji ýolunyň we içki üstleriniň ýuwulma düzgüniniň ýeterlik netijeli dældigi sebäpli, bugda artykmaç kremniniň saklanmagy; 4) kondensaty duzsuzlandyryjy gurluşyň kadaly işiniň bozulmagy-anionit süzgüçleriň öz wagtynda gaýtadan dikeldilmä çykarlymazlygy, süzgüçleriniň kanagatlanarsyz ýuwulmagy, kationit we anionit süzgüçleri gaýtadan dikeltmek üçin maksadalaýyk däl konsentrasiýaly erginleriň ulanylmagy.

Turbinadaky kremniýturşy çökündileriň häsiýetine bugdaky aşgaryň ( $\text{NaOH}$ ) we kremniý kislotasynyň gatnaşygy uly täsirini ýetirýär. Haçan-da natriý ähli kremniý kislotalary baglanyşdyrmak üçin ýeterlik mukdarda saklansa, diňe suwda ereýän natriý silikatlarynyň çökündileri emele gelýär. Garşylykly ýagdaýda kremniniň diňe belli bir bölegi turbinanyň esasy böleginde natriý silikaty görnüşinde çökýär, kremniý kislotasynyň galan bölegi bolsa bug bilen gidip, pes basyşly basgançaklarda suwda eremeýän çökündileri emele getirýär. Turbinanyň basgançaklarynda buguň görkezijileri peselende, iýji natriý bugly erginden gaty faza geçmän, suwuk ýagdaýa geçýär we demriň oksidleri we kremniý kislota bilen özara täsirleşip, natriniň ferritlerini we ferrosilikatlaryny emele getirip bilýär.

Buguň nusgalygynyň kondensatynyň talhlygynyň ululygy bilen aşa gyzdyrylan bugda kalsiý birleşmeleriniň çäkli ereýjiliginiň deňeşdirilmegi, şeýle hem mikroskopik derňewler kalsiý birleşmeleriniň turbinanyň akymly bölegine, esasan hem gury tozan görnüşinde geçýändigini görkezdi.

Turbinanyň durnuksyz işinde (ýüklenme birden üýtgände ýa-da zyňylanda), şeýle hem buguň temperaturasy üýtgände, çökündiler bölekleýin gatlaklanýarlar we ýokary basyşly silindrden aralyk bugy aşa gyzdyryjylara ýa-da aralyk basyşly silindre we pes basyşly silindre çykarylýar. Turbina saklananda we soňra işe goýberilende olardan çyg bug bilen diňe bir suwda ereýän natriý birleşmeleri däl-de, eýsem gyzgyn suwda az ereýjilige eýe bolan çökündiler hem bölekleýin ýuwulýar. Bu ýerden görnüşi ýaly, turba enjamlarynyň iş dowamlylygynyň ýokarlanmagy bilen akymly bölegiň misiň, demriň we kremniniň oksidleri bilen syrama howpy ýokarlanýar ýa-da öz-özünden ýuwulma hadysa ýaramaz täsir edip başlaýar, bu bolsa turbinanyň kuwwatynyň we PTK-nyň peselme depginini peseldýär.

Turbinanyň akymly böleginde duzly çökündileriň emele gelmeginiň işjeňligine täsir edýän esasy ýagdaýlaryň ornuny ýüze çykarmak üçin turbinanyň aýratyn basgançaklarynda geçýän prosesleri meňzedip görkezýän indikatorlar ulanylýarlar. Bu indikatorlar turbina çökündileriň emele gelme şertine diňe hil taýdan baha bermek üçin hyzmat edip biler, sebäbi olar çökündileriň mukdar ululyklaryny ýüze çykarmak üçin ygtybarly netijeleri bermeýär.

## **4.7. Suw gyzdyryjy enjamlarda çökündileriň emele gelmegi**

### **4.7.1. Çökündiler barada umumy maglumat**

Ýyladyş tejribesinde ýylylyk häsiýetnamasy boýunça dürli suw gyzdyryjy enjamlar ulanylýar. Kuwwatly suw gyzdyryjy gazanlarda mazut ýa-da gaz ýakylanda, udel ýüklenmeler (esasan, gazanyň konwektiv we ekran böleklerinde) 520–580 kWt/m<sup>2</sup> [45–50 müň kkal/(m<sup>2</sup>·sag)], gyzýan üstleriň temperaturasy bolsa 250–300°C-e ýetip biler. Çökündi gatlaklarynyň emele gelmegi diwardan

gyzdyrylýan suwa ýylylyk berijilik koeffisiýentini ýaramazlaşdyrýar we berlen basyşda turbanyň diwarynyň temperaturasynyň suwuň gaýnama temperaturasyndan ýokarlanmagyna ýardam berýär. Turbalaryň içki üstlerinde çökündileriň işeň emele gelmegi enjamy ulanmagyň amatsyz şertlerinde olaryň aşa ýanmagyna getirip biler (esasan, gazanyň konwektiv toplumlarynda).

Bug-suwly üst we suw-suwly bölümlü gyzdyryjylar gyzýan üstleriň, degişlilikde,  $3,5-4,5 \text{ kWt/m}^2$  [ $3-4$  müň  $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ ] we  $1,7-2,3 \text{ kWt/m}^2$  [ $1,5-2$  müň  $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ ] deň bolan kiçi ýylylyk dartgynlygynda işleýärler. Emele gelen çökündiler bu ýagdaýda ýylylyk çalşyjylaryň ýylylyk öndürjiliginu peseldýärler.

Ýerli ulgamlaryň ýyladyş ýollarynyň we geçiriji turbalarynyň esasy bölekleriniň çökündiler bilen hapalanmagy ýyladyş torlarynyň gidrodinamiki düzgüniň ýaramazlaşmagyna getirip biler.

Geçiriji turbalary taýýarlamagyň tehnologiýasyna baglylykda olaryň içki üstleriniň absolýut nätekizligi (nätekiz ýeriň çykyp duran yeriniň beýikligi) işleýän polat geçiriji turbalaryň köpüsi üçin  $0,05-2 \text{ mm}$  çäklerde üýtgeýär. Bu görkezijiniň ýyladyş torlarynyň deaerirlenmedik suw bilen iýmitlendirilmegi netijesinde olarda korroziýa önümleriň toplanmagy sebäpli ýokarlanmagy ýyladyş torunyň garşylygynyň artmagyny şertlendirýär, ol ahyrda tor suwuny itekläp akdyrmak üçin elektrik energiýanyň goşmaça harçlanmagyna getirýär.

Suw gyzdyryjy gazanlarda we ýylylyk çalşyjylarda olaryň kadaly işini bozýan çökündileriň emele gelmegi gyzýan üstleri döwürleýin arassalamagyň zerurlygyna getirýär. Ol enjamlaryň işsiz köp saklanmagy bilen baglanyşykly zähmeti köp talap edýär. Adam zähmetiniň we material serişdeleriň has hem köp harçlanmagy ýerli ulgamlaryň ýyladyş ýollarynyň we geçiriji turbalarynyň esasy böleklerinde himiki-suw düzgüniň bozulmagy bilen döreyän näsazlyklary aradan aýyrmagy talap edýär.

Suw gyzdyryjy enjamlaryň gyzýan üstlerinde emele gelýän çökündiler pes temperaturaly topara degişlidirler. Bu görnüşli çökündileriň esasy komponenti kalsiý karbonatydyr. Başlangyç suwuň himiki düzümine we ýylylyk çalşyjylaryň anyk iş şertlerine baglylykda çökündilerde demriň oksidleri, kalsiý sulfaty, silikatlar we ş.m. saklanyp bilerler.

Artezian suwy ulanylanda, ol degişli derejede demirsizlendirilmese çökündilerde kalsiý karbonatyndan başga-da demir oksidleri hem saklanyp bilýärler.

Suw gyzdyryjy enjamlarda, esasan hem ПТВМ we ТВГМ kysymly suw gyzdyryjy gazanlarda, şeýle hem gyzgyn suw üpjünçiliginiň paýlaýjy turbalarynda konstruksiон materiallaryň korroziýa önümlerinden durýan çökündiler duş gelýärler. Bu hili çökündileriň mukdary we olaryň emele gelme mümkinçiligi, eger gyzdyrylýan suwdan korroziýa işjeň gazlaryň – kislorodyň we kömürturşy gazynyň aýrylmany sazlanmasa, has ýokarlanýar.

Sulfatlaryň we kalsiniň köp mukdarlaryny saklaýan suw gyzdyrylanda, esasan hem suw gyzdyryjy gazanyň işinde üst gaýnamanyň ýüze çykmagy ýaly bozulmalar emele gelende, sulfatly-demiroksidli çökündiler ýa-da karbonatly-sulfatly kesmekler emele gelýär. Eger ýylylyk çalşyjyda gös-göni tebigy çeşmäniň suwy bugarýan bolsa, onda emele gelýän çökündide kalsiý karbonatyndan başga-da, adaty organiki maddalar we kremniýturşy çökündileri hem tapylýarlar.

Ýeterlik dürli görnüşli himiki düzüme eýe bolan, pes temperatura-ly çökündiler daşky görnüşleri we gurluşlary boýunça tapawutlanýarlar. Karbonatly çökündiler metala berk ýelmeşen, goýy-çal, mele ýa-da goýy-mele reňkli gatlak görnüşinde, kähalatlarda kristal maddalaryň amorf maddalara ýanaşýan gatlakly gurluşly bolup bilýär. Karbonat çökündiler metalyň üstüne gowşak ýelmeşen böwşeň massa görnüşinde hem bolup bilýärler. Onda kalsiý karbonaty bilen birlikde suw bilen getirilen korroziýa önümleri we mehaniki asma maddalar hem saklanýar. Kähalatlarda kalsiý karbonatynyň kristallary suwuklygyň göwürüminde bölünýärler we soňra metalyň ýylylyk geçiriji üstüne çökýärler. Olar ikilenji gelip çykyşly çökündiler ýa-da ikilenji kesmeklerdir. Kalsiý sulfatyny we kalsiý silikatyny saklaýan çökündiler örän gatylygy, has dykzlygy bilen häsiýetlendirilýär, şonuň ýaly-da gyzýan üstleriň diwarlaryna berk ýelmeşýär. Gyzyryjylaryň metaly sinksizlenmä sezewar bolýan latun turbalarynda çökündiler sinksizlendirilen ýerlerde ýaýraýan, toparlaýyn ösüntgi çökündileriň görnüşine eýe bolýarlar.

Demriň okis gidratyny saklaýan çökündilerde, adatça, iki gatlak bolýar: turba ýelmeşýän aşaky gatlak, ol kalsiý karbonatynyň kristallary bilen demriň amorf gidroksidiniň  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  garyndysyndan

durýar; böwşeň ýokarky gatlak, entek kalsiý karbonaty bilen birleşip, dykyz massa emele getirmedik demriň okis gidratynyň tozgasy bilen örtülen bolýar.

Amaly netijeleriň esasynda karbonat çökündileri boýunça aşakdaky netijeler gazanyldy:

1. Karbonatly kesmek emele getirijileriň işjeňligini gös-göni kesgitleýji esasy ýagdaýlar gyzdrylýan suwuň himiki düzümi we temperaturasydyr.

2. Ýylylyk çalşyjynyň gyzyan üstüni häsiýetlendirýän ýylylyk ýüklenme kesmegiň emele gelme işjeňligine gös-göni täsir etmeýär. Onuň gytaklaýyn täsiri üstüň ýylylyk dartgynlylygynyň ýokarlanmagy bilen bir wagtda, onuň temperaturasynyň gyzdrylýan suwuň temperaturasyny ýokarlandyran ululyga çenli ýetirilmeginde peýda bolýar, ol bolsa kalsiý bikarbonatynyň has köp dargamagyna getirýär, ýagny karbonatly kesmegiň emele gelmeginiň esasynda ýatan prosesi ýüze çykarýar.

3. Başlangyç suwuň himiki derňewiniň netijesi boýunça gyzdrymagyň berlen temperaturasy üçin hasaplanan durnuklylyk indeksi ýa-da suwuň kalsiý karbonaty boýunça doýgunlaşmagy gyzgyn suw üpjünçiligi üçin niýetlenen tebigy suwuň kesmek emele getiriji ukyplylygynyň görkezijisi bolup hyzmat edip bilýär.

$0 < J_{70^{\circ}\text{C}} < 0,5$  bolan tebigy suwlarda karbonatly kesmegiň emele gelmeginiň işjeňligi  $0,15 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$ -dan geçmeýär. Olar gyzgyn suw üpjünçiliginiň gyzdryjylarynda gyzdrylmazdan öň kesmege garşy işlenilmäge mätäç dälidirler.

4. Ýylylyk çalşyjylar ulanylanda kesmege garşy çäreleriň amala aşyrylmagy bilen birlikde turbalaryň üstlerinde nätekizligiň ýa-da korroziýa sebäpli zaýalanmalaryň ýüze çykmagynyň önüni almak üçin çäreler hem görülmelidir. Zaýalanmalar ýylylyk çalşyjylaryň işini ýaramazlaşdyryp we ondan başga-da karbonatly çökündileriň emele gelmegini işjeňleşdirip bilerler.

#### **4.7.2. Suw gyzdryjy enjamlarda himiki gözegçiligi guramak we kesmegiň emele gelme işjeňligine baha bermek**

Ýyladyş torlarynyň berlen himiki-suw düzgünini guramakda esasy orny suwuň hiliniň kadalaşdyrylan görkezijilerine ygtybarly himiki gözegçilik tutýar. Ýymitlendiriji, şeýle hem tor suwunda kisloro-

dyň, erkin kömürturşy gazynyň we demriň mukdaryny kesgitlemegiň netijesine nusgalyk alynýan hatarlaryň materialy we nusgalygy alma usuly görnükli täsir edýär. Uglerodly polatdan taýýarlanan nusgalyk alynýan hatarlarda kislorodyň we kömürturşy gazyň belli bir bölegi metalyň korroziýasyna harçlanýar, şeýlelikde, olaryň derňelýän nusgalykdaky konsentrasiýasy pes bolýar.

Tor suwunyň demriň oksidleri bilen hapalanma çeşmesini ýüze çykarmak üçin esasy orny iýmitlendiriji suwuň korroziýa işjeňligine korroziýanyň indikatorlarynyň kömegi bilen ulgamlaryň gözegçilik etmek tutýar. Düýpli abatlaýyş işleri geçirilende, tor gyzdyryjylaryndan we suw gyzdyryjy gazanlaryndan turbalaryň nusgalygynyň kesilip alynmagy ýyladyş torlarynyň himiki-suw düzgüniniň dogrudygý barada baha bermäge mümkinçilik berýär. Suw gyzdyryjy gazanda has işjeň çökündiler ekran turbalarda («sowuk gorelka» meýdanynda, şeýle hem gorelkanyň ýokarky okundan 1,5 m beýik meýdanynda), aşaky aýlanyşyk toplumynyň (konwektiw paketiň) turbalarynda (tüsse gazlaryň ýoly boýunça birinji hatarda) emele gelýär. Has ygtybarly gözegçilik üçin her paneliň birnäçe gyzdyrylýan turbalaryndan nusgalyklary kesip almak zerurdyr. Suw gyzdyryjy gazanyň ulanylýan döwründe ondaky çökündileriň ölçegine onuň gidrawlik garşylygynyň üýtgemegi boýunça gözegçilik etmek mümkindir.

Ýerli ýyladyjy ulgamlaryň, esasan hem gaýtadan täze işe girizilýän ulgamlaryň suw-howaly ýuwulmagynyň, şeýle hem geçiriji turbalaryň esasy bölekleriniň ýuwulmagynyň hiline gözegçilik, ýyladyş torlarynyň tor suwuny demriň oksidleri bilen hapalaýan esasy çeşmeleriniň birini öz wagtynda ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär.

Ýylylyk üpjünçiliginiň ýapyk ulgamlarynda tor suwunda talhlyk ýerli ulgamlaryň gyzdyryjylarynyň jebis bolman çyg suwuň ulgama geçmegi netijesinde ýokarlanyp biler. Diýmek, ýerli gyzdyryjylaryň gös-göni gurnalýan ýerlerinde tor suwunyň hiline gözegçiligi guramak hökmandyr. Ýylylyk üpjünçiliginiň ýapyk ulgamlarynda suwuň talhlygy, ulgamdan suwuň guramaçylyksyz köp mukdarda alynmagy sebäpli, ýyladyş toruna çyg suwuň mejburi goşulmagy netijesinde hem ýokarlanyp biler. Arassalanmadyk suwuň ýyladyş toruna goşulmagy rugsat bererlikli däldir.

## **4.8. Ýylylyk elektrik stansiýalaryň we bug gazanlarynyň enjamlaryny himiki arassalamak**

### **4.8.1. Himiki arassalamanyň niýetlenmesi we reagentleri saýlamak**

Häzirki wagtda häzirki zaman ýylylyk elektrik stansiýalarynyň enjamlaryny çökündilerden arassalamak üçin, esasan, diňe himiki arassalama ulanylýar. Olar işe goýberilmezden öň arassalama we ulanylyşdaky arassalama bölünýärler.

*Işe goýberilmezden öň arassalamanyň niýetlenmesi* – gurnama işleri geçirilende turbalary egmek üçin çäge ulanylanda emele gelýän önümçilik okalinleri (köýükleri) we kremniý kislotalaryny, şeýle hem gurnama işleri geçirilýän döwürde toplanýan korroziýa önümlerini aýyrmakdan ybaratdyr.

*Ulanylyşdaky arassalamanyň niýetlenmesi* – öňki bölümlerde seredilip geçilen suwuň islendik düzgününde, şeýle hem suw düzgünleri bozulanda toplanyp we kadaly ulanylyşy ýaramazlaşdyryp bilýän çökündileri aýyrmakdan ybaratdyr.

Ulanylyşdaky himiki arassalamanyň netijesinde elektrik energiýanyň doly öndürilmezligi, reagentlere harçlanmalar, zyňylýan suwlary arassalamak, zyýansyzlandyrmak boýunça çäreleri geçirmäge zähmet sarp edilmeler ýer tutýarlar. Oňa baglylykda blokaryň saýlanan doly düzgünü bloklar üçin iki ýuwulmanyň arasyndaky döwür düýpli abatlaýyş işleriniň arasyndaky dowamlylyga, mümkin boldugyça, deň bolar ýaly, himiki arassalamanyň özi bolsa, düýpli abatlaýyş işleri bilen utgaşar ýaly saýlanmaly.

Enjamyň himiki arassalanma çykarylma wagty onda toplanan çökündileriň mukdaryna baglydyr. Işe goýberilmezden öň arassalama, ulanylyşdaky arassalamalar – esasan, demir oksidli birleşmeleri, kremniý saklaýan birleşmeleri aýyrmakdan ybaratdyr.

Himiki arassalama aşakdaky tapgyrlary özünde jemleýär: 1) suwly ýuwma; 2) himiki ýuwma; 3) passiwirleme. Birinji tapgyr diňe işe goýberilmezden öň arassalama üçin gerek, onuň wezipesi-dürli görnüşli asyl-asyll bölejikleri (grat, çäge) aýyrmakdan ybaratdyr, ol bolsa



suwuň ýeterlik ýokary tizligini talap edýär. Ikinji tapgyr esasy tapgyrdyr we çökündileriň mukdaryna we häsiýetine baglylykda bir, iki ýada köp tapgyrlarda geçirilýär. Işe goýberilmezden öň we ulanylyşdaky arassalama – bu, adatça, kislotaly arassalamadyr. Üçünji tapgyr poladyň arassalanan üstlerini soňky korroziýa täsirlerden goramak üçin niýetlenendir.

Soňky ýyllarda himiki arassalamalaryň, himiki arassalamany geçirmegiň dowamlylygyny gysgaltmaga, arassalamany geçirmek üçin ýörite shemalary gurnamakdan we sökmekden boýun gaçyrmaga, suw howdanyna zyňylýan zyňyndylary azaltmaga, arassalanýan üstleriň arassalanma wagtyny azaltmaga gönükdirilen usullary we tehnologiýalary amala aşyrmak boýunça işler alnyp barylýdy.

Himiki arassalamanyň tehnologiýasy ilki bilen saýlanan reagente baglydyr. Öňki ýyllarda ýeke-täk ulanylýan reagent ingibirlenen duz kislotalydy. Soňra gidrazinli-kislotaly arassalamalar, has soň bolsa limon we beýleki kislotalar ulanylyp başlandy we ahyrda kompleksonlar we olaryň organiki kislotalar bilen utgaşmalary ýüze çykdy. Soňky döwürlerde reagentleriň sanyna wodorod perekisi hem girýär.

Reagentlere baha bermek üçin öň ýeke-täk häsiýetnama – ýuwan çökündileriň mukdary ulanylýardy. Bu baha berme diňe bir ýeterlik bolman, eýsem ýalňyşdyr. Bu nukdaýnazardan duz kislotaly iň gowy reagent hökmünde kabul edilip bilnerdi. Emma duz kislotaly – inhibitoryň gatnaşmagynda hem ýuwulýan üstleriň arassalanmagyna we işjeň korroziýasyna getirýän has iýiji reagentdir. Ondan başga-da, duz kislotaly bilen arassalamada demir oksidleri suwa ýuwan üstlerde çökmäge ymtlylan iri asma maddalar görnüşde geçýärler. Käbir ýagdaýlarda, meselem, austenit poslamaýan polatlardan bolan üstler üçin duz kislotaly asla ulanmaga ýaramly däl.

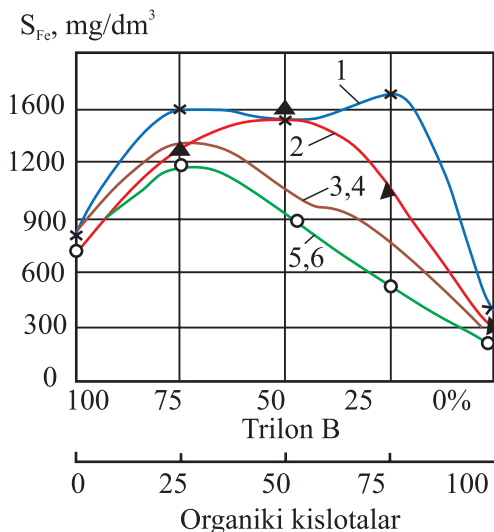
Arassalama üçin ulanylýan reagentlere has dogry baha berlende, ilki bilen ýuwan üstüň oňat ýagdaýyny göz önünde tutmalydyr: ol açyk bolmaly däl (onda gorag perde emele gelmeli); ulanyşyň ilkinji döwründe kadalaşdyrylýan görkezijiler üpjün edilmeli; polatlarda demriň oksidleriniň ikilenç çökmegini duýdurýan asmalary bolmaly däl; suwda reagentleriň artykmaç mukdaryny üpjün etmek zerurlygy bolmaly däl; zyňylýan ýuwan erginde demriň konsentrasiýasy ýokary bolmaly däl.

Ýokary hilli ýuwujy häsiýete ammoniý monositraty görnüşinde ulanylýan limon kislotasy eýedir, ol korroziýa önümleri we kalsili kesmekleri aýyrmaga ukyplydyr. Kislotalar, şol sanda organiki kislotalar ulanylanda çökündileriň kationlary bilen täsirleşmegi üçin erginde peýdasyz zyňylyan reagentiň artykmaç mukdary, meselem, 4%-e çenli, ýagny  $40 \text{ g/dm}^3$  bolmalydyr.

Erginde kislotalaryň artykmaç mukdarynyň bolmagy zerurdyr, sebäbi limon we beýleki organiki kislotalaryň çökündileriniň kationlary bilen emele getirýän kompleksleri ýokary däl himiki durnuklylyga eýedirler. Çökündileriň ähli kationlary bilen has berk kompleksleri, hem turşy hem duzly görnüşli komplekslar (meselem, EDTU) emele getirýärler. Oňa baglylykda çökündileriň kesgitli mukdaryny ýuwmak üçin stehiometrik hasaplamalar boýunça erginde komplekslaryň artykmaç mukdarynyň bolmagy hökman däl, ýagny girizilen ähli komplekson doly harçlanar. Arassalamanyň has doly netijesini EDTU duzly görnüşiniň kompozisiýalary, meselem, trilon B-niň limon kislotasy bilen kompozisiýasy berýär, sebäbi bu ýagdaýda kompleksleme substehiometrik gatnaşyk boýunça geçýär. Iki düzüjileriň gatnaşygy, ýagny başlangyç suwuň turşulygy çökündiniň himiki düzümine baglydyr. Soňky ýyllarda limon kislotasyny beýleki organiki kislotalar bilen çalyşýarlar we mineral kislotalary kompleksonlar bilen bilelikde ulanmak boýunça synag işlerini geçirýärler. Limon kislotasyny çalşyp bolma mümkinçiligi 4.8-nji suratda görkezilen.

Perlit polatlar üçin duz kislotasy ýaly reagentler bilen himiki arassalamadan soň, ammiak ergini bilen passiwirleme ýa-da nitratly-ammiakly passiwirleme geçirildi. Olar polatlaryň gowşak hem bolsa, käbir goragyny döretdiler. Arassalama üçin kompleksonlar ýa-da olar bilen utgaşmalar ulanylanda, arassalanan üstler belli bir dejede passiwirlenýär. Bu şertlerde passiwirleme tapgyry polatlaryň üstüniň ýagdaýyny gowulaşdyрмаýar we diňe zyýanly zyňyndylary, arassalaýjy suwuň harçlanmasyny we onuň dowamlylygyny artdyrýar. Şonuň üçin bu hili passiwirlemäniň geçirilmegi, ylaýtada otlama prosesinde kompleksli passiwirlemäni geçirmäge mümkinçilik bar hem bolsa, maksadalaýyk däl. Ol islendik ýuwujy erginden, esasan hem kompleksonyň kompozisiýasyndan we organiki kislota bilen ýuwulandan soň ulanylyp bilner.

Ýuwujy suwlar howdana zyňlymalydyrlar. Sanitar-durmuş maksatly we balyk hojalyklary üçin ulanylýan suwlaryň saklanýan gaplary üçin kesgitlenilýän erginleriň zyňlymagy üçin çäkli rugsat berilýän konsentrasiýalar bardyr. Bu kadalary berjaý etmek üçin zyňlyan erginleriň önünden işlenilmegi zerurdyr.



**4.8-nji surat. Trilon B-niň dürli organiki kislotalar bilen kompozisiýasynyň demir sygymy:**

*1 – limon kislotasy; 2 – malein anhidridi; 3,4 – adipin we ýantar kislotalarynyň garyndysy we ftal anhidridi; 5,6 – adipin we çakyr kislotasy*

Zyňlyan suwlary arassalamagyň dürli usullary ulanylýar, emma olaryň ählisi, adatyça, birnäçe tapgyrlarda amala aşyrylýar. Olara turşatma, aşgarlama, aerasiýa, çökündileri suwsuzlandyрма, biohimiki arassalama we ş.m. degişlidir.

**4.8.2. Bug turbinalaryny ulanylyşda himiki arassalamak**

Birnäçe wagt ön turbinalary çökündilerden çyg bug bilen, has soňra bolsa, iýiji natriniň ergini goşulan çyg bug bilen ýuwup arassalaýardylar. Soňky tehnologiýa kremnili çökündileriň bardygy sebäpli döredildi. Şeýle-de bolsa, göni akymly gazanlar üçin 100% kondensat bilen arassalanmanyň, barabanly gazanlar üçin buguň iýmitlendiriji

suw bilen ýuwulmagynyň, şeýle hem ýokary we aşa ýokary basyşly ähli gazanlar üçin goşmaça goşulýan suwuň kremnisizlendirilmeginiň we duzsuzlandyrylmagynyň girizilmegi kremnili çökündileriň birden azalmagyna getirdi. Bu ýagdaýda turbinanyň ýokary basyşly silindrinde misli çökündiler we ýokary basyşly turbinanyň ähli basgançaklary boýunça demirli çökündiler ilkinji hatara çykdylar.

Bu görnüşli çökündileri mehaniki taýdan arassalamak zähmeti köp talap edýär we maşynyň açylmagyny talap edýär. Oňa baglylykda soňky ýyllarda turbinany saklamazdan, onuň ýüklenmesini peseltmek (10–25%-a çenli) we bug geçirijä çygyň az mukdaryny pürkmek ýoly arkaly çyg bugy almak bilen himiki taýdan arassalamagyň dürli tehnologiýalary işlenip düzüldi. Bugy çyglandyrmak işleri himiki arassalama üçin saýlanan reagentleriň goşulmagy bilen utgaşýar.

Misli çökündileri aýyrmak üçin reagent hökmünde ilki bilen wodorod peroksidiniň erginini maslahat berip bolar. Bug turbinalarynyň iş ýagdaýynda ýüklenme astynda ýuwulmagy örän jogapkärli işdir. Temperaturanyň peselme tizligi buguň 520–320°C çäkdäki temperaturasy üçin 0,5 grad/min ululyk bilen we temperaturanyň soňky peselmegi üçin 0,75 grad/min ululyk bilen çäklendirilýär. 170°C temperaturaly suwly erginiň buga pürkülmä harçlanmasyny turbinanyň girelgesinde buguň çyglylygyny 2% töweregi üpjün etmekden ugur alyp hasaplaýarlar.

Himiki reagentleriň erginlerini taýýarlamak we buga goşmak üçin gurluşlary maşyn zalynyň islendik turbinasyny himiki arassalamakda ulanyp bolar ýaly hereketli çarçuwada (ramkada) gurnamaklyk maslahat berilýär. Ondan bug geçirijä pürkülýän ýere çenli ähli gurluşlar we geçiriji turbalar austenit poslamaýan polatdan ýerine ýetirilmeli.

Bug turbinalary himiki arassalamak üçin wodorod peroksidinden başga-da, aşakdaky reagentleri hem ulanyp bolýar: 1) ammiagyň (20 mg/dm<sup>3</sup>) we gidraziniň (60 mg/dm<sup>3</sup>) utgaşykly goşulmagy; 2) trilon B (1,5 g/dm<sup>3</sup>) amminirlenen suwda eredilende alynýan EDTU-nyň natriý-ammonili duzларыnyň goşulmagy; 3) trilon B-niň (1 g/dm<sup>3</sup>) we limon kislotasynyň (0,5 g/dm<sup>3</sup>) utgaşykly goşulmagy; 4) piperediniň (20 mg/dm<sup>3</sup>) goşulmagy.

Bu erginleriň ählisiniň netijeliligi takmynan birmeňzeş. Häzirki wagtda anyk reagenti saýlamak boýunça kesgitli teklipler üçin ýeterlik maglumatlar ýok. Ondan başga-da ýuwujy erginleriň konsentrasiýalaryny saýlamak boýunça kesgitli teklipler üçin ýeterlik maglumatlar ýok. Ýuwujy erginleri ingibirlemegiň zerurlygy barada meseleler hem doly çözümedikdir.

Turbinanyň arassalanma prosesinde berlen bloguň kondensat bilen arassalanmasy işe goşulan bolmaly. Ol kondensaty duzsuzlandyryjy gurluşyň blogundan soň, gazany iýmitlendirmek üçin bermäge mümkinçilik berýär. Şonuň üçin garyşyk hereketli süzgüji himiki arassalamazdan ön gaýtadan dikeltmeli.

### **4.8.3. Kondensatorlary we tor gyzdyryjylaryny ulanylyşda himiki arassalamak**

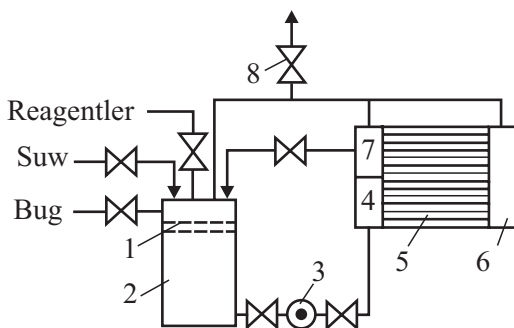
Aşakda görkezilen himiki arassalanma sezewar edilýän enjamlaryň ýylylyk çalşyjy üstleri, adatça, latundan ýerine ýetirilen, ony arassalamagyň usullary saýlananda hasaba almak zerurdyr. Seýrek ýagdaýlarda latunlar däl-de, eýsem poslamaýan austenit polatlar ulanylanda reagentleriň saýlanmagy we himiki arassalamanyň amala aşyrylmagy bug generatorlarynyň şertlerine gabat gelýär.

Arassalanmanyň zerurlygyna kondensatorda wakuумыň ýaramazlaşmagy we gyzgyn tor suwunyň temperaturasynyň peselmegi boýunça baha berilýär.

Kondensatorlardan we tor gyzdyryjylaryndan çökündileri turbanyň içki tarapy boýunça ýuwup aýyrýarlar. Çökündileriň häsiýeti örän dürlüdür. Kondensatorlaryň talh sowadyjy suwy mis saklaýan birleşmeli garyndyda kalsili, esasan hem karbonatly kesmekleriň, ýumşadylan tor suwy bolsa demiroksidli çökündileriň emele gelmegine ýardam berýär. Ondan başga-da, ýuwma prosesinde ýokary temperaturanyň döreme mümkinçilikleri hem dürlüdür. Kondensatorlar üçin ol kyn mesele.

Turbinanyň kondensatorlary karbonatly çökündilerden duz kislotasy bilen ulanylyşda himiki arassalananda, kömürturşy gazynyň işjeň bölünip çykmagy bilen birlikde ýeterlik durnukly köpürjikler emele gelýärler. Reagentiň çökündilere barmagyny üpjün etmek üçin

kömürtürşy gazyny we onuň emele getirýän köpürjigini işjeň aýyrmak üçin çäreleri göz önünde tutmaly. Onuň üçin gaz aýryjy howa çykary (Ø100 mm) kondensatoryň çykalgadaky 7 we aýlawdaky 6 kameralarynda gurnamak zerurdyr (4.9-njy surat). Artykmaç basyşly (0,1–0,15 MPa) gaba barbotажly halkaly kollektordan bugy dargadýan bug berilýär. Gapda duz kislotasynyň başlangyç konsentraciýasy 1–2%-e deň diýlip kabul edilýär, onuň soňky goşulma prosesinde mukdary 4–5%-e çenli ýetirilýär, arassalamanyň temperaturasy 25–30°C, arassalamanyň dowamlylygy 2,5–3,5 sagat (4.10-njy surat).



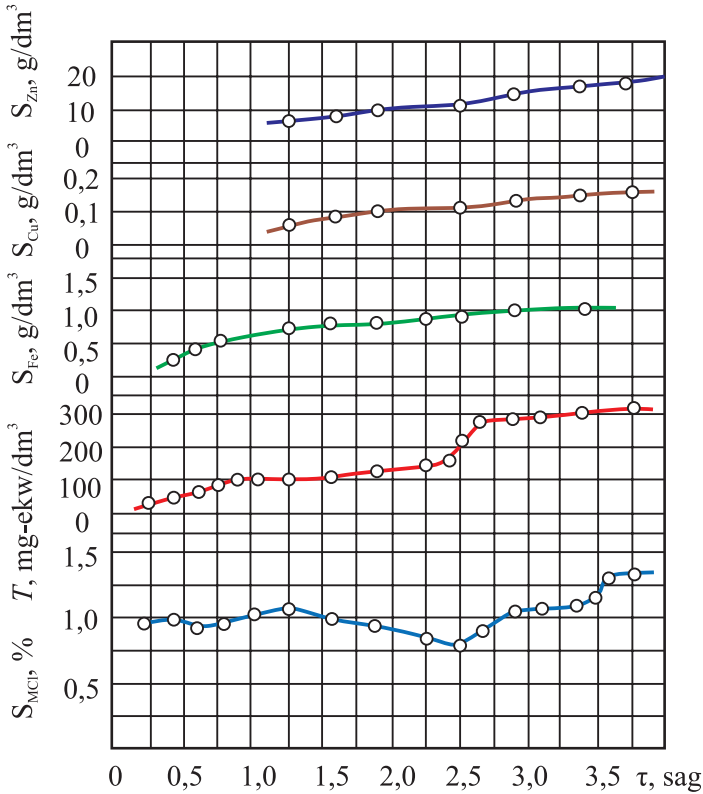
**4.9-njy surat. Gaz we köpürjik mejbury aýrylýan kondensatory duz kislotasy bilen ýuwmagyň shemasy:**

- 1 – barbotажly halkaly kollektor; 2 – gap; 3 – ýuwujy sorujy enjam;  
 4 – girelgedäki kamera; 5 – ýylylyk çalşyjynyň üsti; 6 – aýlawly kamera;  
 7 – çykalgadaky kamera; 8 – wozduşnik (howa çykaryjy)

Kondensatorlary ingibitorlar goşulmaýan duz kislotasyny ulanmak bilen arassalamak maksadalaýyk däldir, sebäbi ol latunyň korroziýasyna getirip biler. Ýuwujy duzturşy erginleriň iýijiligi belli bir derejede ergindäki okislendiriji-ionlaryň ( $Fe^{3+}$  we  $Cu^{2+}$ ) konsentrasiýasyna baglydyr, ol ingibitorlar saýlananda hasaba alynmaly.

Latun turbaly tor gyzdyryjylaryndaky çökündilerde hemişe demir, mis, sink duş gelýärler. Bu görnüşli çökündileri ýuwmak üçin kompleksonly kompozisiýalary ulanmak netijelidir. Emma, polat üstleri arassalamak üçin ulanylýan kompozisiýalar bilen deňeşdirilende kompozisiýalary saýlamakda tapawut bar. Ol erginiň ingibirlenmegine, olaryň, mümkin boldugyça, gysga wagtda täsir etmegine we erginden misiň ikilenç çökmeginiň duýdurylmagyna baglydyr. Soňky proses de-

mir ionlarynyň kömegi bilen EDTU arkaly misli komplekslerden mis ionlarynyň bölünip çykarylmagynyň hasabyna amala aşyrylýar.



4.10-njy surat. Л-68 latundan turbaly 50-КПС-4 kysymly kondensatory duz kislotasy bilen arassalama prosesinde ýuwuýy erginiň düzüminiň üýtgemegi

Aşakdaky düzümlü: trilon B (10 g/dm<sup>3</sup>), gidrazin-gidrat (5 g/dm<sup>3</sup>) we pH-y 4,0 ýetirmek üçin limon kislotasy, ýuwuýy ergin ulanylanda, Л-68 latunyň korroziýa tizligi ýokary, ol oňa benzotriazolyň ingibitory (1 g/dm<sup>3</sup>) goşulanda birden peselýär. Bu kompozisiýa bilen tor gyzdyryjy 80-85°C temperaturada 5 sagatdan azrak wagtda arassalandy (çökündiler Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 29%; CuO – 31,8%; ZnO – 0,7%; (CaO + MgO) – 3,9%, SiO<sub>2</sub>–15,1% durýar).

Görkezilen çökündili turbalar oňünden synag edilende, erginiň dogry ingibirlenmeginiň zerurdygyny görkezdi. Benzotriazol bilen in-

gibirlenen erginde latunyň korroziýa tizligi  $0,4 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$  düzýär, ingibitor ýok ýagdaýynda bolsa, ol  $32\text{--}35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$  çenli ýokarlanýar.

Soňky ýyllarda latun üstlerden çökündileri aýyrmak üçin pes molekulýar kislotalaryň arassalanan konsentratlary ulanylyp başlandy. Kondensatorlardan karbonatly kesmekler pes molekulýar kislotalaryň kömegi bilen  $20\text{--}40^\circ\text{C}$  temperaturada aýrylýarlar, emma demir karbonatly kesmekleri aýyrmak üçin temperaturanyň  $60^\circ\text{C}$ -e çenli ýokarlandyrylmagy talap edilýär. Pes molekulýar kislotalary ulanmak bilen kondensatorlary arassalamanyň sany çäklendirilmedik [(latunyň pes molekulýar kislotanyň  $6\text{--}7\%$  ergininde korroziýa tizligi  $0,3 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{sag})$  düzýär)], emma duz kislotaly arassalamanyň sany berk çäklendirilen. Latunlaryň korroziýa tizliginiň pesdigine garamazdan, latunly üstlerden çökündileri aýyrmak üçin pes molekulýar kislotalaryň erginleriniň ingibirlenmegi hökmandyr. Ol ýuwujy erginiň poladyň arassa üstüne (daşky gabyklar, geçiriji turbalar) täsiri bilen düşündirilýär.

#### **4.8.4. Suw gyzdyryjy gazanlary ulanylyşda himiki arassalamak**

Suw gyzdyryjy gazanlaryň ulanylyş prosesinde suw ýolunyň gyzýan içki üstlerinde çökündileriň emele gelmegine gözegçilik edip bolýar. Gyzýan üstleriň temperatura şertleriniň suw düzgünine we gazanyň gurluş aýratynlyklaryna baglylykda çökündiler onuň dürli ýerlerinde emele gelip biler. Çökündileriň düzümi we olaryň mukdary (hapalanmagy) bu şertlere hem baglydyr we ýokary çäklerde üýtgäp bilýärler. Çökündiler, düzgün bolşy ýaly, demir oksidlerinden we kalşiniň we magniniň karbonatlaryndan we sulfatlaryndan durýarlar. Aýratyn ýagdaýlarda olar kremniýturşy birleşmeleri (kremniý boýunça  $20\text{--}30\%$ -e çenli) ýa-da (ýyladyş torlary energetiki gazanlaryň üflediji suwy bilen iýmitlendirilende) fosfatlary ( $10\text{--}15\%$ -e çenli) saklaýarlar. Çökündileriň mukdary, adaty,  $500\text{--}5500 \text{ g}/\text{m}^2$  çäklerde üýtgeýärler.

Çökündiler gazlardan gyzdyrylýan suwa barýan ýylylyk akymyň termik garşylygyny döredýärler, sebäbi olaryň ýylylyk geçirijiligi metalyň ýylylyk geçirijiliginden has azdyr. Çökündileriň kesgitli galyňlygynda ol turbalaryň metalyň rugsat berilýän çäkden aşa gyz-



magyna getirýär. Şeýle-de, oksidli çökündiler turbalaryň metalynyň korroziýasyny tizleşdirip bilýärler.

Çökündiler suw gyzdyryjy gazanlaryň ýolunyň gidrawlik garşylygynyň ýokarlanmagyna hem getirýärler, şonuň üçin gidrawlik garşylyk belli bir derejede turbalaryň hapalanyş derejesiniň indikatory bolup hyzmat edip bilýär.

Ulanylýşdaky himiki arassalama turbalaryň içki üstlerinden emele gelen çökündileri aýyrmak üçin niýetlenendir. Ol gazanyň gyzyan üstlerinde, hapalaýjylar  $1000 \text{ g/m}^2$  we ondan hem köp bolanda ýa-da gazanyň gidrawlik garşylygy arassa gazanyň gidrawlik garşylygy bilen deňeşdirilende 1,5 esse ýokarlananda amala aşyrylmaly.

Suw gyzdyryjy gazan himiki arassalanmadan soň uzak wagtlara saklansa, turbalaryň içki üstleri arassalanan üstleriň passiwirleme ýoly bilen we olary gury ýagdaýda saklamak bilen korroziýadan goralmaly.

Gazanyň hapalygy we çökündileriň düzümi gorelkalaryň we poluň çäginde gazanyň her gyzyan üstleriniň turbalaryndan, aşaky aýlanyşyk toplumynyň turbalarynyň aşaky hataryndan we ýokarky aýlanyşyk toplumynyň (konwektiw paketiň) turbalarynyň ýokarky hataryndan kesilip alnan, 0,5 m-den az bolmadyk uzynlykly 5-den az bolmadyk nusgalyklaryň derňewleri bilen kesgitlenilýär.

Turbalaryň nusgalyklarynyň kesilmegi we çökündileriň derňewi her ýyladyş möwsüminden soň amala aşyrylmaly.

Öňki ýyladyş möwsümünde kesilip alnan nusgalyklaryň derňewleriniň we gidrawlik garşylygyň artmagynyň tizliginiň netijeleri boýunça her ýyladyş möwsümünden öň himiki arassalamany geçirmegiň zerurlygy, ýyladyş möwsümünüň dowamynda gazanyň himiki arassalamany geçirmesiz, ygtybarly işini üpjün etmek üçin şertleriň döredilmegini hasaba alyp, elektrik stansiýanyň baş inženeriniň wekilçilik etmeginde işçi topary tarapyndan kesgitlenilýär.

Ýyladyş möwsümünüň döwründe suw gyzdyryjy gazanlary himiki taýdan arassalamagyň zerurlygy ýüze çykanda, ol ýokary gidrawlik garşylygyň ýüze çykarylan, gazanlaryň diňe biriniň aýlanyşyk toplumlaryndan kesilip alnan nusgalyklar boýunça alnan çökündileriň derňewiniň netijelerine laýyklykda amala aşyrylýar.

Suw gyzdyryjy gazanly ýyladyş gurluşlaryň taslamasynyň göwrümüne gazanlary himiki arassalama we ony passiwirleme, şeýle

hem ýuwujy erginleriň zyýansyzlandyрма shemalary girizilmeli. Suw gyzdyryjy gazanlar mazutda işlände, himiki arassalama bilen gazanlaryň konwektiw gyzyan üstlerini ýuwyan suwy zyýansyzlandyрмаk üçin gurluşyň shemalarynyň bilelikdäki taslamasyny ýerine ýetirmek maksadalaýykdyr.

Ýyladyş möwsüminiň başynda ýyladyş gurluşda ähli gurnalan suw gyzdyryjy gazanlary himiki taýdan arassalamagyň shemasy bilen enjamlaşdyrylan bolmaly. Shemanyň ähli enjamlary we armatura barlanan bolmaly we işe ukyply ýagdaýda saklanmaly. Ýyladyş möwsüminiň döwründe gazanlary arassalamagyň zerurlygy ýüze çykanda, öňki arassalanmada ulanylan reagentler taýýarlanan bolmaly.

Suw gyzdyryjy gazanlary himiki arassalamak boýunça işler taýýarlananda we geçirilende elektrik stansiýalaryň we bug gazanlarynyň bug güýç enjamlarynyň ulanylyşy boýunça tehniki howpsuzlygyň düzgünlerini saklamak hökmandyr.

### **Arassalamanyň tehnologik düzgünleri**

Himiki arassalamanyň tehnologik düzgüni gazandan kesilip alnan turbalaryň nusgalyklarynyň üstlerinden aýrylan, emele gelen çökündileriň düzümini we mukdaryny kesgitlemegiň esasynda saýlanylýar.

Suw gyzdyryjy gazanlaryny himiki taýdan arassalamak üçin çökündileriň düzümine we mukdaryna baglylykda ýuwujy reagentler hökmünde duz we sulfamin kislotalary, pes molekulýar kislotalaryň konsentratyny ýa-da kondensatyny ulanyp bolýar.

Hapalaýjylyk  $1500 \text{ g/m}^2$ -den ýokary bolanda, demriň karbonatlaryndan we oksidlerinden durýan çökündileri aýyrmak üçin öňünden iýiji natriniň ergini bilen aşgarlanan duz kislotasynyň, kalsinirlenen sodanyň ýa-da olaryň garyndylarynyň ulanylmagy maksadalaýykdyr. Bu ýagdaýda aşgar we kislota bilen işlemegiň döwri, mümkin boldugyça, ýokary hapalaýjylykly nusgalar arassalananda tejribehana şertlerinde kesgitlenilýär we himiki arassalama prosesinde himiki gözegçiligiň netijeleri boýunça sazlanýlar.

Kremniý saklaýan çökündiler aýrylanda, aşgar ergine we duz kislotasynyň erginine ammoniniň ýa-da natriniň ftorly duzларыny goşmak hökmandyr.

Duz kislotasy bilen arassalama prosesinde emele gelýän köpürjigi aýyrmak üçin köpürjik aýryjylary, meselem, sintetik ýagly kislotalaryň  $C_5-C_6$  fraksiýalaryny ulanmak maksadalaýykdyr.

Himiki arassalamada tehnologik hadysanyň zygiderliligi düzgün kartasynda kesgitlenilýär.

Arassalama prosesinde çökündileri doly aýyrmak üçin reagentleriň we ýuwujy suwuň aşakdaky hereket tizliklerini saklamak wajypdyr: himiki reagentler bilen işlenende we aralyk suwly ýuwulmada – 0,3 m/s-dan az bolmaly däl, gutarnykly suwly ýuwulmada – 1,5 m/s-dan az bolmaly däl.

Aşgar we kislota erginleri bilen işlemeklik olaryň ýapyk zynjyr boýunça aýlanyşygy bilen amala aşyrylýar. Aralyk suwly ýuwulmadan soň işlenen erginler we ýuwujy suw ýuwujy erginleri zyýansyzlandyрма ulgamyna gönükdirilýär. Gutarnykly suwly ýuwulmada ýuwujy suw kanagatlanarly derňewlerden soň ýyladyş toruna gönükdirilýär.

Ähli tehnologik işler ýerine ýetirilende, suwly ýuwulma we reagentleriň erginlerini taýýarlamak üçin torly süzgüçlerde mehaniki arassalanmany geçen tehniki suw ulanylýar. Her suwly ýuwulmada harçlanýan suwuň takmynan mukdary gazanyň 10–15 göwrümini düzýär.

#### **4.8.5. Pes we orta basyşly suw gyzdiryjy we bug gazanlaryndan çökündileri aýyrmak üçin esasy reagentler**

1. Tehniki we ingibirlenen duz kislotasy.
2. Galtaşma, tehniki kükürt kislotasy.
3. Sulfamin kislotasy.
4. Pes molekulýar organiki kislotalaryň konsentraty ýa-da konsdensaty.
5. Trilon B – etilendiamintetrauksusly natriý (EDT  $Na_2$ ).
6. Natriniň ftoridi ýa-da ammoniniň biftoridi.
7. Natriý silikaty (suwuk aýna).
8. Aşgar reagentler: ýijji natriý, kalsinirlenen soda, üçnatriýfosfat, natriniň bikarbonaty, ammiak, hek.

9. Natriý nitriti – azotturşy natriý.

10. Köpürjik aýryjy –  $C_5$ – $C_6$  dikarbonat kislotalarynyň garyndylary.

11. Ingibitorlar: urotropin, ПБ-5, tiomoçewina, natriniň tiosulfa-ty, ОП-7, ОП-10, kaptaks, katapin.

Kükürt kislotasy diňe gazanda kalsili, ýagny  $CaCO_3$  saklaýan çökündiler ýok bolsa ulanyň bilner.

4 Mpa çenli basyşly suw gyzdyryjyny we bug gazanlaryny işe goýbermezden öň, aşgarlamak üçin aşakdaky reagentler ulanylýar:

Aşgarlamak üçin reagentler	Täzeler üçin	Hapalananlar üçin
95-100% gaty iýiji natriý, $kg/m^3$	5	8
Üçnatriýfosfat $NaPO_4 \cdot 12H_2O$ , $kg/m^3$	3	5
<b>Diňe pes basyşly gazanlar üçin</b>		
Suwsuz, kalsinirlenen soda, $kg/m^3$	7,5	12
Zyňlyýan aşgar reagentleri bitaraplaşdyrmak üçin 94-95% kükürt kislotasy, eger olar gaýtadan ulanylmayýan bolsa, $kg/m^3$	6,5	10

Esasy ýuwujy erginleriň görnüşleri we olary ulanmagyň düzgünleri.

1. Tehniki duz kislotasy – 2–6% HCl; urotropin – 0,8–1,2%,  $C_5$ – $C_6$  dikarbon kislotalary – 0,02–0,05% (çökündilerde diňe 10%-den ýokary  $CaCO_3$  saklananda, temperatura  $(60 \pm 5)^\circ C$ ), dowamlylygy 6–8 sagat.

Ergin aýlanyşykda ýuwmak üçin hem ulanmaga ýaramlydyr.

2. Ingibirlenen duz kislotasy – 2–6% HCl, urotropin – 0,5%,  $C_5$ – $C_6$  dikarbon kislotalary – 0,02–0,05%. Ähli beýleki şertler birinji ergindäki ýaly, çökündilerde 10%-den köp  $SiO_2$  saklanýan 1% NaF suwlar üçin ýaramly.

3. Sulfamin kislotasy – 2–3%  $HSO_3NH_2$ , ОП-7 ýa-da ОП-10 ýuwujy serişde – 0,1%, kaptaks – 0,02%, temperatura  $(95 \pm 5)^\circ C$ , dowamlylygy 6–7 sagat.

4. Pes molekulýar kislotalar uksus kislotasyna hasaplamada 7–10%, ОП-7 ýa-da ОП-10 ýuwujy serişde – 0,1%; temperatura  $(90 \pm 5)^\circ C$ , dowamlylygy 6–8 sagat. Pes molekulýar kislotalary, esa-

san, bug we suw gyzdyryjy gazanlardan, ýyladyş torlarynyň we latun turbaly ýylylyk çalşyjylaryň geçiriji turbalaryndan karbonatly çökündilerini aýyrmak üçin ulanmak maslahat berilýär.

5. Aşgarlamak we bitaraplaşdyrmak üçin erginler:

	NaOH	2–3%,
ýa-da	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3–5%,
ýa-da garyndy	NaOH+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	2,5%-den,
ýa-da ammiak		1%-e çenli ýa-da pH=10...10,5-e çenli.

Ammiaksyz ähli erginleri gaýnadyp bolýar.

6. Gazanlaryň, esasan hem, bellenen wagt saklanýan gazanlaryň ýuwan üstlerini passiwirmek üçin erginler: natriniň metasilikady Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> – 60–80°C-de 0,5%; natriý nitriti NaNO<sub>2</sub> – 50–55°C-de 1%, ammiakly bolsa – 0,5%; 60–80°C-de ammiak 0,5% (5 gije-gündizden köp saklanmadyk ýagdaýynda).

# BÄŞINJI BÖLÜM

## ENERGETIKADA HIMIKI-SUW DÜZGÜNI

### 5.1. Barabanly gazanlaryň himiki-suw düzgünleri

#### 5.1.1. Gazanlaryň içki prosesleriniň fiziki-himiki häsiýetnamasy

Gazanlarda çökündileriň düzümi, gurluşy we fiziki häsiýeti, esasan, gazan suwunyň himiki düzümine we temperaturasyna baglydyr. Öz gezeginde gazan suwunyň himiki düzümi belli bir derejede ýmitlendiriji suw we onuň düzümini sazlamakda ulanylýan serişdeler bilen kesgitlenilýär.

Gazan suwunyň temperaturasy gazanlaryň içki görkezijileri we gurluş aýratynlyklary, şeýle hem ýakylýan ýangyjyň görnüşi bilen kesgitlenilýär. Soňky iki ýagdaýlar, esasan, ekranly ulgamyň çakli ýylylyk akymyna täsir edýärler. Ýylylyk akymyň deňölçegsizligi suwuk ýangyçda işleýän we kuwwatly gorelka gurluşlary bilen enjamlaşdyrylan gazanlara mahsusdyr.

Çökündiler kation düzümleri boýunça şertli aşgar-ýer, demirli, mis-sinkli, alýuminili toparlara bölünýär. Anion düzümine baglylykda çökündiler sulfatly, silikatly, karbonatly, fosfatly, ferrosilikatly bolup bilýärler. Çökündileriň himiki düzümi boýunça köp düzüjiliklidiği sebäpli, olaryň anyk topara degişliligi olaryň, mümkin boldugyça, ýokary düzüjileri boýunça kesgitlenilýär.

Aşgar-ýer çökündileriniň (kesmekleriň) düzüminde kalsiý, magniý kationlary we karbonat, sulfat we silikat anionlar:  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$ ,  $5\text{CaO} \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  agdyklyk edýärler. Olar – gyzdyryjylaryň, turbinalaryň kondensatorlarynyň, ýyladyş torlarynyň, bugardyjylaryň, ekonomazyerleriň diwarlarynda emele gelip bilýän dykyz kristal çökündilerdir.

Alýumosilikatly we ferrosilikatly çökündiler öz düzüminde, esasan, kremniý kislotasyny, demri we alýuminini saklaýarlar. Çökündiler gurluşlary boýunça dürli görnüşlidirler (öýjükliden dykyza çenli) we ekranly ulgamyň ýylylyk dartgynlykly üstlerinde emele gelýärler.

Ferrosilikatly kesmekler ( $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  we  $\text{NaFePO}_4$ ), eger gazan suwunda fosfatlar we demir köp mukdarda saklansa, ekranly ulgamyň turbalarynda emele gelýärler, olar turbanyň uzynlygy boýunça deňölçeqli ýaýraýan we ortaça dykzlykly çökündilerdir. Natriniň ferrofosfaty ( $\text{NaFePO}_4$ ) gazan suwunyň gidrat aşgarlygy pes bolanda ýokary we aşa ýokary basyşly gazanlarda emele gelýär.

Misli we sinkli çökündiler ekran turbalarynyň ýokary ýylylyk ýüklenmeli ýerlerinde ýa-da elektrohimi proseleriniň netijesinde gazan suwunyň doly bugarýan ýerlerinde emele gelýärler. Bu görnüşli çökündiler üçin ekran üstleriniň beýikligi boýunça çäkli paýlanma häsiýetlidir. Çökündileriň esasy düzüljileri – metal mis we sinkiň birleşmeleridir.

Çökündileriň fiziki-mehaniki görkezijilerine onuň öýjükliligini, gatylygyny we ýylylyk geçirijiligini deňişli edip bolar. Öýjüklü çökündiler, adaty, az ýylylyk geçirijilikli, ýuwulmada ýeňil aýrylýarlar; gaty çökündiler – dykz, arassalanmada kyn aýrylýarlar.

Çökündileriň ýylylyk geçirijiligi olaryň gurluşyna we himiki düzümine baglydyr. Ýylylyk geçirijilikli çökündiler metalyň aşagyzy nukdaýnazaryndan az howpludyr. Çökündileriň öýjükliliginiň peselmegi ýylylyk geçirijiligiň ýokarlanmagyna getirýär. Gyzýan üstlerde çökündileriň emele gelmegi aşa doýgun erginlerden duzlaryň kristallaşmagy, organiki we mineral kolloidleriň sedimentasiýasy, metalyň ýylylyk dartgynlykly üstlerinde maddalaryň ýokary temperaturaly tophimiki prosesleri arkaly elektrohimi dikelmegi bilen şertlendirilip biler. Çökündileriň emele gelmegine, düzgün bolşy ýaly, diňe bir proses däl-de, eýsem onuň tutuş topolumy gatnaşýar. Bu ýagdaý hem çökündileriň köp düzülilikli düzümini şertlendirýär.

### **5.1.2. Gazan we ýmitlendiriji suwlaryň düzümini sazlamagyň usullary**

Gazan suwunyň bugarma prosesinde buguň bölünmegi bilen birlikde ýmitlendiriji suw bilen gazana barýan ähli goşundylar konsentrasiýaýaý. Goşundylaryň belli bir bölegi üflediji suw bilen aýrylýar, emma bu ýagdaýda gazan suwunda goşundylaryň konsentra-

siýasy çökündileriň birnäçesiniň EÖ laýyk gelýän çägene ýetip biler. Metalyň aýratyn ýerlerinde gazan suwunyň doýgun ergininden kyn ereýän birleşmeleriň kristallary çökýär, olar soňra kesmekleri emele getirýär.

Amatly suw düzgüniniň meseleleri ekranly ulgamda çökündileriň kristallaşma we emele gelme prosesleri, mümkin boldugyça, pes tizlige eýe bolar ýaly şertleriň döredilmegine getirýär. Bu mesele suw düzgüniniň, suwuň düzümini sazlamak usulyny ulanmak bilen çözülýär, onda metalyň üstünde kyn ereýän çökündiler emele gelmeýär, işlenen önümler bolsa aýlanyşykdan gyrmança ýa-da ereýän birleşmeler görnüşinde üflediji suw bilen çykarylýar.

Gazan suwunyň düzümini sazlamak üçin hapalaýjylaryň iýmitlendiriji suwa düşmegini azaltmak boýunça çäreleri geçirmek bilen bir hatarda goşmaça goşulýan suwy, önümçilik we дренаž kondensatlaryny netijeli arassalaýarlar, şeýle hem ýylylyk elektrik stansiýanyň bug-suw ýolunda kondensatorlarda we gyzduryjylarda suwuň sorulmagyny peseltmek boýunça degişli çäreleri geçirýärler.

### **5.1.2.1. Gazan suwuny fosfat bilen işlemek**

Iýmitlendiriji suwuň düzüminde gazanlaryň işçi görkezijileriniň şertlerinde çäkli ereýjilige eýe bolan maddalar saklanýarlar. Olar ilki bilen kalsiniň we magniniň birleşmeleri, şeýle hem demriň, misiň, sinkiň we alyumininiň oksidleridir. Gazanlarda suwuň bugarmagy netijesinde onda erän duzlaryň konsentrasiýasy ýokarlanýar we ereýjiligiň çägene ýetende, olaryň kábiri metalyň üstünde gaty faza görnüşinde ýa-da gazan suwunyň göwrümünde gyrmança görnüşinde çökerler. Kalsiniň silikaty, kükürttursy kalsiý, magniý gidroksidi, magniý fosfaty ýaly maddalar gazan suwundan gaty görnüşde bölünýärler we kesmek emele getirýärler. Kalsiniň karbonaty, gidroksilappatit, magniý silikaty gyrmança görnüşinde bölünip çykýarlar.

Gazanlarda gaty kalsili kesmekleriň emele gelmeginiň önüni almak maksady bilen gazan suwuny fosfat bilen işleýärler. Fosfat



düzgüni kalsili kesmegiň emele gelmeginiň öňüni almagyň ygtybarly serişdesi bolup durýar, ýöne oňa kesmegiň emele gelmegini doly aýyrmagyň usuly ýaly seretmeli däl.

$\text{PO}_4^{3-}$  ionlaryň  $\text{Ca}^{2+}$  ionlar bilen täsirleşmegi netijesinde inçe asma maddalar (gyrmança) görnüşinde gidroksilappatit  $[\text{Ca}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)_3] \cdot (\text{OH})_2$  emele gelýär. Gazan suwunda gidroksilappatitden tapawutlylykda fosforitiň  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  emele gelmegi mümkindir, ol metalyň üstünde gaty kesmek görnüşinde bölünip çykýar. Görkezilen birleşmeleriň emele gelme şerti dürlüdür we gurşawyň pH ululygy bilen kesgitlenilýändir.

Fosforit iýmitlendiriji ýolda we ekonomazyerde pH-yň gazan suwunyň pH-y bilen deňeşdirilende pes ululyklarda, gidroksilappatit bolsa gazan suwunyň aşgar gurşawynda emele gelýär. Bu ýagdaý bilen hem fosfat erginini iýmitlendiriji suwa däl-de, eýsem gös-göni gazan suwuna goşmagyň amatly şertleri kesgitlenilýär.

Natriý fosfatynyň kalsili kesmek emele gelme prosesine täsirini aşakdaky ýaly düşündirip bolar: gazan suwunda  $\text{PO}_4^{3-}$  ionlarynyň artykmaç mukdary saklansa, az ereýän birleşmeler emele gelýär we kalsiý ionlarynyň konsentrasiýasy gazan suwunyň  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{CaSiO}_4$  we ş.m. ýaly kesmek emele getirijilere gatnaşyklylykda doýgun ýagdaýa ýetmeýän ululyga peselýär. Netijede, gazan suwuna barýan ähli kalsiý onda gyrmança görnüşli gidroksilappatit görnüşinde çökýär. Bu birleşmede kalsiniň ionlarynyň konsentrasiýasy  $\text{PO}_4^{3-}$  ionlarynyň konsentrasiýasyna ters baglanyşykda saklanýar.

$$[\text{Ca}^{2+}] - K_1[\text{PO}_4^{3-}]^\alpha,$$

bu ýerde:  $K_1$  we  $\alpha$  – käbir görkezijilerdir. Eger gazan suwunda  $\text{PO}_4^{3-}$  konsentrasiýasy takmynan islendik emele getiriji aniona ulanmaga ýaramly deňligi kanagatlandyrylan bolsa, onda gaty kesmegiň emele gelme mümkinçiligi aradan aýrylyp biler. Bu hili şertler, eger gazan suwunda kesmek emele getirijileriň  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  we beýleki anionlarynyň konsentrasiýasy bilen  $\text{PO}_4^{3-}$  konsentrasiýanyň arasynda aşakdaky gatnaşyk döreýän bolsa ýerine ýetýär:

$$[\text{PO}_4^{3-}] > R_1[\text{SiO}_3^{2-}]^{r_1};$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] > R_2[\text{SO}_4^{2-}]^{r_2};$$

bu ýerde:  $R_1, R_2, r_1, r_2$  – käbir empiriki görkezijilerdir.

Gazan suwunda  $\text{PO}_4^{3-}$  kepillendirilýän artykmaç mukdary kesgitlenende ulanylyşdaky gözegçiligiň netijelerini hasaba almalydyr.

$\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$  kationlar bilen bir hatarda  $\text{CO}_3^{2-}, \text{SiO}_3^{2-}, \text{SO}_4^{2-}$  anionlary hem saklaýan gazan suwunyň çylşyrymly düzümine baglylykda fosfat bilen işlemek üçin ionlaryň zerur konsentrasiýasyny hasaplamak mümkin däl diýen ýalydyr. Gazan suwunda gidroksilappatit emele geler ýaly ýeterlik aşgarlylyk bolmalydyr, şol bir wagtda  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$  gaty kesmegiň we demir fosfatyň emele gelmegine ýol bermezlik üçin  $\text{PO}_4^{3-}$  artykmaç mukdary bolmalydyr.

Adatça, ulanylyş şertlerinde  $\text{PO}_4^{3-}$  ionlarynyň mukdaryny saýlamagyň dogrudygyny ekranly turbalaryň ulgamynda çökündileriň himiki düzümi boýunça barlanýar. Çökündiniň düzüminde  $\text{PO}_4^{3-}$  mukdary  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  kationlaryň jeminden geçmeli däldir. Garşylykly ýagdaýda fosfat bilen işlemede  $\text{PO}_4^{3-}$  ionlarynyň mukdary ýokarlanýar we ony azaltmaly bolýar.

Gazan suwunda gyrmançanyň mukdaryny azaltmak üçin iýmitlendiriji suwuň talhlygyny, mümkin boldugyça, peseltmäge we fosfat ergininiň gazan suwuna deňölçegli we üznüksiz berilmegini üpjün etmäge çalyşmaly.

STG hasaplama maglumatlaryna laýyklykda gazan suwunyň kesmeksiz düzgünini üpjün edýän fosfatlaryň mukdary duzlulygynyň ýokarlanmagy bilen artýar we pH-nyň peselmegi bilen azalýar. Bu reglament ýokary basyşly gazanlarda gazan suwunda kesmek emele getirijileriň anionlarynyň konsentrasiýasynyň azlygyna baglylykda  $\text{PO}_4^{3-}$  az saklanmagyna, şeýle hem aralyk basyşly gazanlarda gazan suwunyň pH-nyň ýokary ululygyna baglylykda fosfatlaryň az saklanmagyna mümkinçilik berýär.

Arassa bölegiň gazan suwunda  $\text{PO}_4^{3-}$  mukdary 2–6 çäklerden we duzly bölekde 30–50 mg/dm<sup>3</sup>-den ýokary bolmaly däldir. Şeýlelik-

de, azaldylan fosfatlama düzgüni islendik basyşly barabanly gazanlar üçin ulanmaga ýaramlydyr.

Elektrik stansiýalaryň köpüsinde fosfatlama düzgünini uzak wagt ulanylyşda barlamaklyk azaldylan fosfatlama düzgünini hem ýokary basyşly gazanlar üçin hem aralyk basyşly gazanlar üçin ulanmagyň mümkindigini we maksadalaýykdygyny tassyklady. Ýokary we aralyk basyşly gazanlar üçin ulanmaga ýaramly azaldylan fosfatlama düzgüni fosfatlaryň konsentrasiýasynyň azlygynyň netijesinde demir fosfatly kesmekleriň emele gelme tizligini peseltmäge, şeýle hem ekranly ulgamyň turbalarynda korroziýanyň işjeňligini azaltmaga mümkinçilik berýär.

Barabanly gazanlaryň iýmitlendiriji suwunyň düzümini sazlamak üçin tehniki ulanylyş düzgünleri fosfatlaşdyrma bilen toplumlaýyn işlemeklige rugsat berýär. Kompleks emele getiriji reagent hökmünde etilendiamintetrauksus kislotasy (EDTA) ýa-da onuň natrili duzy, meselem, trilon B ulanylyp bilner.

EDTA natrili duzlary ulanylsa has gowy, sebäbi olaryň ereýjiligi has ýokarydyr.

Dürli basyşly gazanlaryň ekran turbalarynyň gyzyan üstlerindäki birmeňzeş düzümlü çökündileriniň himiki derňewleriniň netijeleri 5.1-nji tablisada getirilen, ol işçi görkezijileriň ýokarlanmagy bilen çökündileriň düzüminde  $\text{Ca}^{2+}$  we  $\text{Mg}^{2+}$  kationlaryň birleşmeleriniň paýynyň azalýandygyna we demir oksidleriniň artýandygyna şaýatlyk edýär. Çökündileriň düzüminiň (5.1-nji tablisa) gazanlaryň kadaly himiki-suw düzgünine – iýmitlendiriji suwuň hiliniň ähli görkezijileri boýunça TUD reglamentine gabat gelýändigini bellemek gerek.

Öň bellenilişi ýaly, gazan suwunyň düzümini sazlamak üçin natriý fosfatynyň ulanylmagy demriň we misiň oksidleriniň gatnaşmagyndan döreyän kesmekleriň emele gelmeginiň önüni almaýar, şonuň üçin fosfatly arassalamany ulanmaklyga aralyk we has hem ýokary basyşly gazanlar üçin kesmek emele gelme bilen göreşmegiň amatly usuly ýaly seretmek bolmaz.

## Gazanlaryň ekran turbalarynda (arassa bölek) çökündileriň himiki düzümi

Görkeziji	ТП-200		БКЗ-75		ПК-14		БКЗ-320		ТГМ-96	
	Ekranlar									
	yzky	gapdal	yzky	gapdal	yzky	gapdal	yzky	gapdal	yzky	gapdal
Gazan suwuny işlemek	Fosfatly		Kompleksonly		Fosfatly		Fosfatly		Fosfatly	
Gyzdrylynda ýitgiler, %	3,0	3,5	3,5	5,3	–	–	13,6	9,3	–	–
CaO, %	11,0	11,6	2,75	3,0	6,5	5,5	4,8	5,03	20,1	6,4
MgO, %	2,8	3,86	0,57	0,8	3,25	3,32	1,9	2,53	2,1	3,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	14,2	14,9	ýok		19,84	21,3	7,9	8,2	14,6	12,4
SiO <sub>2</sub> , %	19,1	13,6	29,6	26,6	2,21	3,5	1,4	0,9	1,4	1,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	10,3	7,8	5,7	3,8	1,9	2,9	4,7	3,18	5,4	10,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	27,7	27,0	24,9	43,7	37,9	46,7	29,4	54,6	43,0	46,0
CuO, %	5,2	1,9	19,8	3,6	18,1	2,6	18,0	4,0	12,4	5,2
ZnO, %	1,9	2,3	3,4	7,4	4,43	10,4	3,9	6,35	5,3	9,9
SO <sub>3</sub> , %	3,09	1,8	5,5	3,8	0,45	0,54	2,1	1,4	1,14	1,1
Na <sub>2</sub> O, %	ýok		ýok		0,6	0,65	0,91	0,78	1,8	2,0
NiO, %	ýok		ýok		ýok		ýok		ýok	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	ýok		ýok		ýok		ýok		ýok	
MnO, %	ýok		ýok		ýok		ýok		ýok	
Li, %	ýok		ýok		ýok		ýok		ýok	

Ýokary basyşly gazanlarda gazan suwunyň aşgarlygynyň pesdigi sebäpli, fosforit ( $\text{Ca}_3\text{PO}_4$ )<sub>2</sub> emele gelip biler, ol demir oksidleri bilen bilelikde gaty demirfosfatly kesmegi emele getirýär. Işjeň demirfosfatly kesmekleriň emele gelmegine, esasan, suwuk we gaz görnüşli ýangyç ýakýan gazanlarda, ekran üstlerde gözegçilik edip bolýar, ol ýerde ýylylyk ýüklenmäniň ýokarydygy sebäpli, kesmeksiz iş düzgüni nukdaýnazaryndan fosfatlama az netijelidir. Bu ýagdaýlarda toplulmaýyn işlenmäni ulanmak maksadalaýykdyr.

Toplulmaýyn işlenmede aşakdaky ýagdaýlary hasaba almak zerurdyr:

1. Toplulmaýyn düzgün girizilmänkä, gazanyň ekranly ulgamyny çökündilerden himiki taýdan arassalamaklyk talap edilýär.

2. Ýmitlendiriji suwuň talhlygy ýokarlananda, hakyky talhlyk üçin stehiometrik gatnaşygyň esasynda toplumlaryň mukdary artýar.

3. Toplulmaýyn işleme düzgüni TUD kadalaryna ýa-da kabul edilen usullara laýyklykda ýmitlendiriji suwuň düzümini sazlamaklygy aradan aýyрмаýar.

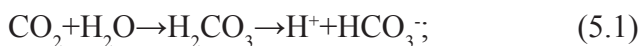
4. Kompleksonyň we ýýji natriniň erginini sazlaýjy klapandan soň, gazanyň peseldilen ýmitlendirme düwünine goşýarlar.

5. Toplulmaýyn işlemede doýgun bugda wodorodyň mukdary fosfat bilen işlemekdäkä garanynda EDTA termoliziniň hasabyna ýokarydyr.

### **5.1.2.2. Ýmitlendiriji suwy amminirlemek we gidrazin bilen işlemek**

**Amminirlemek.** Ýylylyk elektrik stansiýalaryň ýmitlendiriji suwlarynyň konstruksiýa materiallarynyň (demriň, misiň, sinkiň) korroziýa önümleri bilen hapalanmagy onda korroziýa işjeň gazlaryň  $\text{O}_2$  we  $\text{CO}_2$ -niň bolmagy bilen şertlendirilýär. Kislorod we kömür kislotasy ýmitlendiriji aýlanyşyga goşmaça goşulýan suwuň, sowadyjy suwuň sorulmagy, şeýle hem wakuum böleginde howanyň sorulmagy bilen düşýärler. Ýýji gazlar  $\text{O}_2$  we  $\text{CO}_2$  ýmitlendiriji suwuň deaeratorlarynda, şeýle hem howa çalşyjy we ýylylyk shemanyň ýylylyk çalşyjy enjamlaryndan guramaçylykly sorulmagy bilen aýrylýarlar.

Ýmitlendiriji suwuň kömürturşy gazy bilen baýlaşmagy gurşawyň pH-nyň aşakdaky reaksiýa laýyklykda birden peselmegine getirýär:



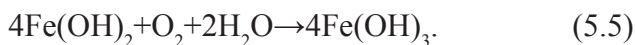
Şeýlelikde,  $\text{CO}_2$ -niň konsentrasiýasy  $0,045 \text{ mg/dm}^3$ -a deň bolanda, suwuň pH-y ( $25^\circ\text{C}$ -de)  $6,31$ -e çenli peselýär,  $\text{CO}_2$ -niň konsentrasiýasy  $0,48 \text{ mg/dm}^3$ -a çenli ýokarlananda bolsa  $5,70$ -e ýetýär. Bu şertlerde wodorod ionynyň dikelmeginiň katod reaksiýasynyň netijesinde uglerodly poladyň elektrohimi korroziýasy geçip, wodorod depolýarlaşýar:



Suwda  $\text{O}_2$  we  $\text{CO}_2$  bilelikde saklansa, uglerodly poladyň korroziýasy iki parallel ýol bilen: 5.2-nji we 5.3-nji reaksiýalar boýunça wodorod depolýarlaşmaly we aşakdaky reaksiýa boýunça kislorodly geçýär:

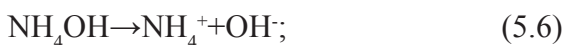


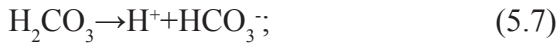
Wodorodyň depolýarlaşmagy netijesinde katod meýdançalarynda molekulýar wodorod  $\text{H}_2$  bölünip çykýar, kislorodyň depolýarlaşmagy netijesinde bolsa katod meýdançalarynda  $\text{OH}^-$  ionlar emele gelýärler. Metalyň anod meýdançalary ergine  $\text{Fe}^{2+}$  ionlary bermek bilen ereýärler, olar  $\text{OH}^-$  ionlar bilen  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  emele getirýärler. Kislorodyň gatnaşmagynda  $\text{Fe}(\text{OH})_2$   $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -e çenli okislenýär:



Kislorod we wodorod depolýarlaşmaly korroziýa prosesleriniň tizligine gursawyň pH-y täsir edýär. Şeýlelikde, erginiň pH-y  $8,8$ -den ýokary bolanda wodorod depolýarlaşmaly korroziýa togtaýar diýen ýalydyr.

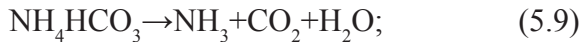
Wodorod depolýarlaşmaly korroziýany aýyrmak üçin elektrik stansiýalarda iýmitlendiriji suwy ammiak bilen işleýärler. Ammiagyň dissosiasiasynda emele gelýän gidroksid ionlary erkin kömürturşy gazynyň dissosiasiasy bilen şertlenen wodorod ionlaryny bitaraplaşdyrýarlar:





1 mg CO<sub>2</sub>-ni doly baglanyşdyrmak üçin 0,4 mg NH<sub>3</sub> talap edilýär. Kömür kislotasy ammiak bilen bitaraplaşdyrylanda ammoniň karbonaty ýa-da bikarbonaty NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> emele gelýär.

Gazanlaryň iş şertlerinde ammiak bilen işleme önümleri aşakdaky deňlemä laýyklykda dargaýar:



Suwdan buga NH<sub>3</sub> we CO<sub>2</sub> geçýärler we gazandan onuň bilen bilelikde aýrylýarlar. Gazan suwunda oňa ýymitlendiriji suw bilen goşulan ammiagyň 10–15%-i galýar, onuň belli bir bölegi bolsa üfledilme bilen aýrylýar.

Aşa gyzdyrylan bugda NH<sub>3</sub> we CO<sub>2</sub> aýratyn saklanýarlar, buguň kondensasiýasynda bolsa olar täsirleşip, ammoniý karbonatyny emele getirýärler. Şeýlelikde, kümürturşy gazly korroziýanyň doly aýrylmagy ýa-da onuň tizliginiň has peselmegi gazanylýar.

Ýylylyk elektrik stansiýanyň ýylylyk shemasynda deaeratorlarda, kondensatorlardan we ýylylyk çalşyjy enjamlardan bug-howa garyndysynyň sorulmagy bilen NH<sub>3</sub>-niň we CO<sub>2</sub>-niň üzüksiz aýrylmagyna baglylykda ýymitlendiriji suwuň pH-ny amatly çäklerde saklamak üçin (9,1±0,1) ýymitlendiriji aýlanyşyga ammiagyň üzüksiz berilmegi zerurdyr.

Ýylylyk elektrik stansiýanyň ýylylyk shemasynda mis erginlerinden (splawlardan) we perlit polatdan taýýarlanan gurşawyň düzümine dürli talaplary bildirýän enjamlaryň bolmagy ammiagy ulanmak boýunça ýymitlendiriji suwuň düzümini sazlama düzgünini girizmäge seresaply çemeleşmäniň wajyplygy bilen baglydyr. Pes basyşly gyzdyryjynyň, turbinalaryň we boýlerleriň kondensatynda ammiagyň köp mukdarda saklanmagy (1000 mkg/dm<sup>3</sup>) bu enjamlaryň turbalar ulgamynyň latunynyň, esasan hem, kislород bar bolsa, korroziýa sebäpli berbat bolmagyny işjeňleşdirýär.

Suw taýýarlaýjy gurluşda himiki duzsuzlandyрма prosesinde ýa-da bugardyjylarda termik duzsuzlandyрма prosesinde goşmaça

goşulýan suwdan  $\text{CO}_2$ -niň doly aýrylmagyna esasy üns bermelidir. Ýmitlendiriji suwda  $\text{CO}_2$ -niň mukdary onuň pH-nyň kadaly ululygy  $\text{NH}_3$ -iň  $1000 \text{ mkg/dm}^3$ -dan uly bolmadyk mukdarynda üpjün ediler ýaly çäklerde bolmaly. Görkezilen şertler bozulan ýagdaýynda ýmitlendiriji suwuň kömürturşy gazy bilen hapalanmagynyň çeşmesini aýyrmak boýunça çäreleri geçirmek zerurdyr.

Korroziýa prosesinde harçlanýan kisloroddan tapawutlylykda erkin kömürturşy gazy korroziýa gytaklaýyn gatnaşyp, erkin ýagdaýdan baglanan görnüşe  $\text{HCO}_3^-$  we  $\text{CO}_3^{2-}$  geçýär. 5.1-nji we 5.2-nji reaksiýalar boýunça gazan suwunda suw bugaranda  $\text{HCO}_3^-$  we  $\text{CO}_3^{2-}$  gidrolizlenýär we gaýtadan erkin  $\text{CO}_2$  emele gelýär, ol aşa doýgun bug bilen aýrylýar. Bugun kondensasiýa prosesinde kömürturşy gazyň belli bir bölegi bug fazadan suwuk faza geçýär. Bug fazadan  $\text{CO}_2$  bug-gaz garyndysynyň kondensatoryň bugly giňişliginden sorulmagy bilen aýrylýar, turbinanyň kondensatynda erän  $\text{CO}_2$  bolsa, kondensat-ýmitlendiriji ýoluň elementlerinde wodorod polýarlaşmaly korroziýanyň geçmegine ýardam berýär.

Korroziýanyň netijesinde enjamlaryň üsti zaýalanýar, ýmitlendiriji suw bolsa konstruksiýa materiallaryň korroziýa önümleri bilen baýlaşýar.

Ammiak bilen ýmitlendiriji suwuň düzümini sazlama düzgüni misli erginleriň korroziýa durnuklylygynyň amatly şertine gabat gelmeli: ýmitlendiriji suwda ammiagyň mukdary  $1000 \text{ mkg/dm}^3$ -dan we turbina kondensatynda kislorodyň mukdary  $20 \text{ mkg/dm}^3$ -dan köp bolmaly däl. Kondensatorlaryň bugly giňişliginiň bu şertler ýerine ýetmeýän howa sowadyjy meýdanynda turbalar ulgamyny poslamaýan polatdan ýerine ýetirmek maslahat berilýär. Ammiagyň mukdary awtomatik usulda goşulýan suwuň sarp edilişinden gelýän impulsa görä sazlanýar.

Ýmitlendiriji suwuň düzümini sazlamak üçin ammiagyň suwly ergini ulanylýar, onuň işçi ergininiň konsentrasiýasy sazlama prosesinde kesgitlenilýär we takmynan 0,5–2% çäklerde saklanýlar. Ergini plunžer sorujy enjamlarynyň kömegi bilen goşmaça goşulýan ýa-da ýmitlendiriji suwa goşýarlar. Ammiak ergini goşmaça goşulýan suwa goşmak shemasy ýerine ýetirilende aňsat, emma ony diňe ammiagyň



elektrik stansiýanyň ähli gazanlary boýunça deňölçeqli ýaýramagy üpjün edilende ulanmak maksadalaýykdyr.

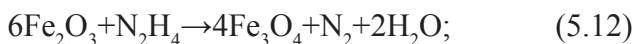
Ammiak erginini iýmitlendiriji suwa aýratyn ýa-da aýratyn-toparlaýyn shema boýunça goşup bolýar. Aýratyn shema boýunça ergin dozator-sorujy enjamyň kömegi bilen her gazanyň iýmitlendiriji sorujy enjamynyň sorujy-geçiriji turbalaryna berilýär. Aýratyn toplumlaýyn shema boýunça ammiak ergini bir plunžer sorujy enjamyň kömegi bilen birmeňzeş gazanlaryň toparyna goşulýar. Goşulan ergin iýmitlendiriji suw bilen paýlaýjy epepekleriň (şaýbalaryň) üstünden geçip, her iýmitlendiriji sorujy enjamyň sorujy geçiriji turbalaryň ugry boýunça hereket edýär.

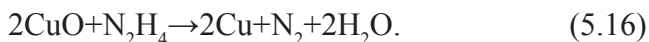
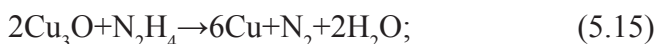
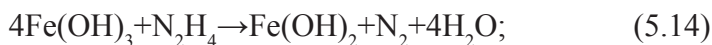
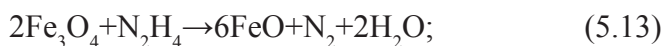
Bugy önümçilik üçin alynýan ýylylyk elektrik stansiýanyň bug we kondensat geçirijilerinde korroziýanyň öňüni almak üçin perde emele getiriji aminleri, meselem, oktadesilamini ulanyp bolar. Oktadesilaminiň gorag häsiýeti onuň geçiriji turbalaryň we enjamlaryň metal üstlerinde adsorbsiýasyna esaslanyp, metal bilen iýiji gurşawyň arasyndaky galtaşma päsgel berýän özboluşly çägi emele getirýär. Oktadesilamin bilen işlemegiň netijesinde metalyň üstünde amininiň tekiz perdesi emele gelýär. Suwuň pH-y 8-den ýokary bolanda, has oňat netijeler gazanylýar. Oktadesilamini önümçilikde sarp edijilere barýan buga goşýarlar.

**Iýmitlendiriji suwy gidrazin bilen işlemek.** Ýylylyk elektrik stansiýada metalyň kislorod depolýarlaşmaly korroziýasynyň öňüni almak üçin iýmitlendiriji suw gidrazin bilen işlenilýär. Kislorodyň gidrazin bilen täsirleşmegi aşakdaky täsirleşme boýunça geçýär:



Bu prosesi kesgitleýji ýagdaýlar erän kislorodyň konsentrasiýasy, gidraziniň artykmaç mukdary, gurşawyň temperaturasy we pH-dyr. Gidraziniň okislenmegi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen we  $\text{pH} = 8,7 \dots 11,0$  ululyklarynda güýçlenýär. Iýmitlendiriji suwuň gidrazin bilen işlenmegi diňe bir kislorody aýyrman, eýsem korroziýa önümleriniň mukdaryny hem peseldýär. Gidraziniň gatnaşmagynda demir we mis aşakdaky reaksiýa boýunça dikelýär:





Oksidleriň gidrazin bilen dikelme tizligi gurşawyň temperatura-synyň ýokarlanmagy bilen has artýar we pH-a baglydyr. Gazanyň iş şertlerinde gidraziniň artykmaç mukdary ammiagy we azody emele getirmek bilen dargaýar:



Gidraziniň dargamagy gazan suwunda onuň analitiki mukdary ýüze çykarylmaýan ýerinde gutarýar diýen ýalydyr.

Iýmitlendiriji suwy işlemek üçin gidraziniň harçlanmasy aşakda-ky formula boýunça kesgitlenip bilner:

$$q = 3C_1 + 0,3C_2 + 0,15C_3, \quad (5.19)$$

bu ýerde:  $C_1$  – iýmitlendiriji suwda oňa gidrazin goşulmanka kisloro-dyň konsentrasiýasy, mkg/dm<sup>3</sup>;

$C_2$  – iýmitlendiriji suwda demir oksidleriniň  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  konsentra-siýasy, mkg/dm<sup>3</sup>;

$C_3$  – iýmitlendiriji suwda mis oksidleriniň  $\text{CuO}$  konsentrasiýasy, mkg/dm<sup>3</sup>.

Iýmitlendiriji suwy gidrazin bilen üzüksiz işleýärler, içşi ergi-ni, düzgün bolşy ýaly, deaeratordan soň iýmitlendiriji sorujy enjamyň geçiriji turbasyna goşýarlar. Proses iýmitlendiriji suwuň harçlanma-syndan impuls boýunça awtomatik ýagdaýda sazlanýlar.

Gidrazingidrat elektrik stansiýalara poslamaýan polatdan bolan çeleklerde ( $\text{N}_2\text{H}_4$  64% konsentrasiýaly) ýörite enjamlaşdyrylan wa-gonlarda ýa-da konteýnerlerde eltilýär. Ýangyn howpsuzlygynyň şert-leri boýunça gidrazingidraty suw taýýarlaýjy gurluşlarda poslamaýan polatdan bolan jebis gaplarda 30%-den ýokary bolmadyk konsentra-

siýada saklaýarlar. Gidraziniň gowşadylan erginlerini himiki goragly perlit polatdan bolan gaplarda ýa-da alyuminiý gaplarda saklamaga rugsat berilýär. Harytlyk gidrazingidraty 30%-e çenli konsentrasiýa ony kondensat bilen garmak arkaly, hyzmat edýän işçileriň ergin bilen galtaşmagyny doly aradan aýyrmak bilen, ežektorly shemany ulanyp ýetirýärler.

Gidrazingidratyň bugunyň örän zäherlidigi sebäpli, onuň saklanýan ammarlaryny howa çalşyjynyň elektrik herekete getirijisini üzňeleşdirip, sorujy howa çalşyjy bilen enjamlaşdyrýarlar. Gidrazingidraty sorujy enjamlary partlama howpsuz ýerine ýetirilen elektrik herekete getirijiler bilen toplumlaşdyrýarlar.

Gidraziniň guramaçylyksyz syzmagy hyzmat ediji işçiler üçin gorag zäherli gazlardan gorajyjlary ulanyp, hlor heki bilen zyýansyzlandyrylýar. Gidraziniň işçi konsentrasiýasyny, adatça, 1–2% çäklerde saklaýarlar. İşçi erginiň saklanýan gaplaryny we olary goşujy sorujy enjamlary ýörite germewlenen meýdanyň turbinaly bölümünde ýerleşdirýärler.

Gidraziniň işçi erginini iýmitlendiriji suwa aýratyn ýa-da aýratyn-toplumlaýyn shema boýunça goşýarlar. Aýratyn-toplumlaýyn shema boýunça gidrazin ergininiň kesgitlenen mukdary iýmitlendiriji suw bilen bile hereket edýär we çäkli epepekleriň üstünden iýmitlendiriji sorujy enjamlara paýlanýar. Epepekleriň diametrini erginiň harçlanmasy boýunça hasaplaýarlar we sazlama prosesinde anyklaýarlar.

Gözegçiligi ekonomazyerden öň iýmitlendiriji suwda gidraziniň mukdaryny kesgitlemek bilen geçirýärler, TUD laýyklykda ol 20–60 mkg/dm<sup>3</sup> çäklerde bolmaly.

### **5.1.3. Bugunň hapalanmagy we olary aýyrmagyň usullary**

#### **5.1.3.1. Umumy ýagdaýlar**

Bugarýan gazan suwunda saklanýan konstruksion materiallaryň korroziýa önümleriniň, duzlaryň, kremniýturşy birleşmeleriniň buga, ondan doýgun bug bilen gyzdyryjlara, soňra turbina geçmegi we onuň akymly böleginde çökündileri emele getirmegi biri-biri bilen

bagly bolan fiziki-himiki, fiziki we ýylylyk mehaniki prosesleriň çylşyrymly toplumlarynyň netijesi bolup durýar.

Köp gezek aýlanyşykly bug generatorlarynda barabana barýan bug-suw garyndysy hiç wagt doly bölünmeýär, şonuň üçin doýgun bug barabandan çykyp, özi bilen gazan suwunyň damjalarynyň käbir mukdaryny, onuň düzüminde saklanýan erän duzlary we aşgarlary, şeýle-de organiki we mineral maddalaryň kolloid we gödek dispers bölejiklerini bilelikde alyp gidýär. Bug generatorynda basyş birden peselende we ýüklenme az-kem üýtgände, gazan suwunyň çişmegi we güýçli gaýnamagy bilen döreyän syçramalaryň netijesinde buguň hiliniň gysga wagtlaýyn ýaramazlaşmagyna gözegçilik edip bolýar. Bu ýagdaý bug generatorynyň aşa ýymitlenmeginiň netijesinde barabanda suwuň derejesiniň ýokarlanmagynda hem ýer tutýar. Gazan suwunyň syçramagy buguň aşa gyzma temperaturasynyň has peselmegi we duz ölçýjiniň görkezijisi bilen belenilýär.

Gazan suwunda natriý birleşmeleriniň, organiki maddalaryň we asyl-asyllaryň gaty bölejikleriň mukdarynyň artmagy bilen köpürjik emele gelme howpy ýüze çykýar. Suw gatlagynyň üstünde köpürjikleriň köp toplanmagy ýa-da köpürjikleri dargadyjy önümleriň çykarylmagy hem buguň güýçli çyglanmagyna we hapalanmagyna getirip biler. Şeýlelikde, doýgun buguň hapalanmagynyň esasy ýagdaýlarynyň biri gazan suwunyň damjalarynyň mehaniki äkidilmegidir, ol bug generatorynyň barabanynda gazan suwunyň syçramagy, şeýle-de gazan suwunyň çişme we köpürjikleme proseslerinde bug köpürjikleriniň dargamagy netijesinde emele gelýär.

Gazan suwunda saklanýan ähli maddalar gury doýgun we aşa gyzdyrylan bugda eremäge ukyplydyrlar. Bu maddalaryň bug fazadaky hereketiniň häsiýeti, esasan, olaryň fiziki-mehaniki häsiýeti, şeýle-de, buguň görkezijileri bilen kesgitlenilýär. Bug generatorynda öndürilýän buguň basyşynyň we deňşililikde, dykzlygynyň ýokarlanmagy bilen dürli uçujy däl, organiki däl birleşmeleriň hakyky bugly erginleriniň emele gelmegi artýar. 60 kgg/sm<sup>2</sup>-dan ýokary basyşda bugda demir oksidleriniň we kremniý kislotalarynyň ereýjiligi ýokarlanýar. Natrili birleşmeler (NaOH, NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) bugda has ýokary basyşlarda eräp başlaýar.

Barabanly bug generatorlary tarapyndan öndürilýän buguň hiline aşakdaky ýagdaýlar täsir edýär:

a) iýmitlendiriji we gazan suwlarynyň, şeýle hem pürküji bug sowadyjylarda aşa gyzdyrylan buguň temperaturasyny sazlamak üçin ulanylýan suwlaryň duzly düzümleri;

b) barabanyň bugly giňişliginiň beýikligi we göwrümi, bug-suw garyndysynyň barabana girizilme usullary we doýgun buguň barabandan çykarylma usuly; gazanyň içindäki separirleýji, bug ýuwujy we beýleki gurluşlaryň bolmagy we olaryň işiniň netijeliligi;

ç) bug generatorynyň ulanylyş düzgüni (ýüklenmäniň ululygy we deňleşgilliligi, barabanda suwuň derejesiniň ýagdaýy).

Buguň hapalanmagynyň otnositel ululygy aşakdaky formula bilen kesgitlenilýän äkidilme koeffisiýenti bilen  $K_a$  häsiýetlendirilýär:

$$K_a = \frac{a_b}{A_{g.s}}, \quad (5.20)$$

bu ýerde:  $a_b$  we  $A_{g.s}$  – bugda we gazan suwunda haýsy-da bolsa bir maddanyň duzlulygy ýa-da konsentrasiýasy, mkg/dm<sup>3</sup>.

Bug generatorlarynda damjalaýyn we saýlama äkidilmeler tapawutlandyrylýar. Äkidilmäni damjalaýyn diýip, haçan-da bug gazan suwunda saklanýan maddalaryň buga onuň damjalary bilen geçmeginiň netijesinde hapalanan ýagdaýynda atlandyrylýar. Eger bug gazan suwunda saklanýan käbir maddalaryň gury doýgun we aşa gyzdyrylan bugda eremegi netijesinde hapalansa, onda bu görnüşli äkidilmä saýlama äkidilme diýilýär.

Umumy ýagdaýda äkidilme koeffisiýentiniň ululygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$K_{\bar{a}} = K_{d.\bar{a}} + K_{s.\bar{a}} = \frac{a_{d.\bar{a}}}{A_{g.s}} + \frac{a_{s.\bar{a}}}{A_{g.s}}, \quad (5.21)$$

bu ýerde:  $K_{d.\bar{a}} = \frac{a_{d.\bar{a}}}{A_{g.s}}$  – damjalaýyn äkidilmäniň koeffisiýenti;

$K_{s.\bar{a}} = \frac{a_{s.\bar{a}}}{A_{g.s}}$  – saýlama äkidilmäniň koeffisiýenti;  $a_{d.\bar{a}}$  – damjalaýyn äkidilme, mkg/dm<sup>3</sup>;  $a_{s.\bar{a}}$  – saýlama äkidilme, mkg/dm<sup>3</sup>;

$$a_{d.\bar{a}} + a_{s.\bar{a}} = a_b. \quad (5.22)$$

Barabanly bug generatorlarynda aýlanyşykdan zyýanly goşundylary çykarmaklyk we gazan suwunyň hiliniň ulanylyş kadalaryny saklamaklyk üznüksiz üfledilmäniň kömegi bilen gazanylýar. Göni akymly bug generatorly bloklarda bug suw aýlanyşygyndan goşundylaryň diňe käbir bölegini, esasan hem kalsiý birleşmelerini we bug generatorynyň gyzýan üstlerinde toplanýan korroziýa önümlerini çykarmak mümkindir, emele gelen çökündiler suw ýa-da himiki usul bilen ýuwmanyň kömegi bilen döwürleýin aýrylýarlar.

Kremniý kislotasy, natriý birleşmeleri we mis oksidleri barada aýdylanda bolsa, olaryň aşa ýokary basyşly we aşa kritiki basyşly gury doýgun we aşa gyzdyrylan bugdaky hakyky ereýjiligi olaryň göni akymly bug generatorlarynyň iýmitlendiriji suwdaky hakyky konsentrasiýalaryndan has ýokarydygyny bellemelidir. Şonuň üçin görkezilen maddalaryň ähli mukdary bug generatorlaryndan doly çykarylýar we turbinanyň akymly böleginde howply çökündileriň emele gelmeginiň çesmesi bolup hyzmat edýär. Bug generatorlarynda diňe az ereýjilik bilen häsiýetlendirilýän birleşmeler çökýärler.

Göni akymly bug generatorlary tarapyndan öndürilýän aşa gyzdyrylan bugda organiki däl birleşmeleriň mukdarynyň iýmitlendiriji suwdaky ýalydygy sebäpli, turbinalary arassa bug bilen üpjün etmek üçin iýmitlendiriji suwuň ýokary hilini üpjün etmeli. Bu maksat bilen ýokary kritiki basyşly, göni akymly, bug generatorly ýylylyk elektrik stansiýalarda goşmaça iýmitlendiriji suwy duzsuzlandyrmakdan başga-da, aýlanyşykdan, bug turbinadan çykanda bugda galýan, şeýle hem iýmitlendiriji suwuň ýoluna önümçilik kondensatlary we dreňlary bilen düşýän duzlar we konstruksiýa materiallaryň korroziýa önümleri ulgamlaryň çykarylmalýdyr.

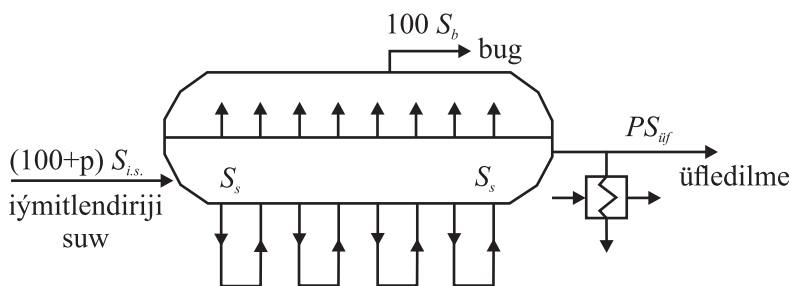
Ýylylyk elektrik stansiýanyň tejribesi bug arassa bolmasa turbinanyň akymly böleginiň we bugy aşa gyzdyryjylaryň natriý birleşmeleri we kremniý kislotasy, şeýle hem demriň, misiň, latunyň we nikelň korroziýa önümleri bilen hapalanýandygyny görkezdi. Turbinanyň akymly böleginde çökündileriň şöhle gurluşly we termografiki fazaly derňewleri onda  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$  we beýleki goşundylaryň bardygyny görkezdi. Şonuň üçin suw düzgüniň ikinji usulyna – üfledilmä, basgançakly bugartma, doýgun bugy ýuwma seretmek zerurdyr.

### 5.1.3.2. Ýylylyk elektrik stansiýalaryň we barabanly bug gazanlarynyň üfledilmesi

Üfledilme, ýagny aýlanyşykdan ýokary konsentrasiýaly goşundyly suwuň belli bir böleginiň aýrylmagy ýylylyk elektrik stansiýalaryň we ýylylyk elektrik merkezleriň diňe barabanly gazanlary üçin amala aşyrylýar.

Ýylylyk elektrik stansiýanyň we ýylylyk elektrik merkeziň gazanlary üçin arasy açyk, üznüksiz geçirilýän üfledilme kadaly suw düzgünini saklamagyň esasy serişdesidir. Barabanda bug-suw garyndysynyň bölünmegi goşundylaryň az mukdarda doýgun bug bilen äkidilmegine we olaryň aýlanyşykdaýy gaýnaýan suwda konsentrirenmegine getirýär. Ol bolsa goşundylaryň rugsat berilýän konsentrasiýalaryny ýokarlandyryp we ýylylyk çalşygy üstlerde örän gaty çökündileri emele getirip bilýär. Şonuň üçin goşundylaryň bu aýlanyşykdan hemişe çykarylmagyny ýola goýmak zerurdyr.

Energetik ýitgileri azaltmak üçin goşundylary gazanyň suwly göwrüminden çykarmak maksadalaýykdyr. Bu ýagdaýda üflenilmäniň esasynda suwuň harçlanmagy birden peselýär, sebäbi islendik goşundynyň gazan suwundaky konsentrasiýasy iýmitlendiriji suwdan hemişe ýokarydyr. Barabanlarda parallel akymalaryň garylmagy suwuň bu hili üfledilmesini amala aşyrmak üçin has amatly ýeriň – barabanyň suwly göwrümidigini görkezýär (5.1-nji surat).



5.1-nji surat. Basgançakly bugartma we bugy ýuwmanyň amala aşyrylmaýan ýagdaýynda ýylylyk elektrik stansiýalarynyň we ýylylyk elektrik merkezleriniň gazanlary üçin harçlanmalaryň we goşundylaryň balans shemasy

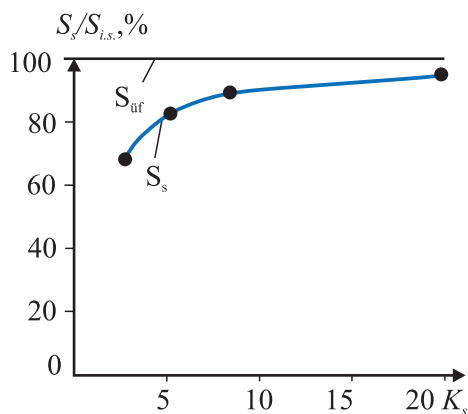
Gazanyň suw düzgünine baha bermek üçin onuň suwly göwrümünde kesgitlenilýän konsentrasiýalar zerurdyr. 5.1-nji suratdan görnüşi ýaly, az konsentrasiýaly goşundly ýमितlendiriji suw suwly göwrüme düşýär, ol ýerde, mümkin boldugyça, ýokary konsentrasiýaly aýlanyşykda suw bilen garylýar ( $S \gg S_{is}$ ).

Suwly göwrümde goşundlaryň konsentrasiýasy  $S_s$  üfledilýän suwdaky konsentrasiýalara  $S_{uf}$  näçe ýakyn bolsa, ulgamda aýlanyşygyň esse sany şonça-da uludyr. Adatça,  $K_s = 5 \dots 10$ , üstesine-de  $K_s$  näçe az bolsa, ulgamda basyş şonça-da ýokary bolýar. Mejbury aýlanyşykly ulgamlar üçin  $K_s$  tebigy aýlanyşykly ulgamlaryňka garanynda az bolýar.

Doýgun bug goşundlarynyň konsentrasiýasy  $S_s$   $S_{uf}$ -den az bolan (has az konsentrasiýaly ýमितlendiriji suwuň üzüksiz gelmegi sebäpli,  $S_{i,s}$ ) suwdan alynýar. Hasaplamanyň

$$S_{is} + K_s S_{uf} = (K_s + 1) S_s \dots, \quad (5.23)$$

deňleme boýunça, amalyýet üçin ýeterlik takykly, 5.2-nji suratda görkezilen netijesini  $S_s \approx S_{uf}$  hasaplap bolar we ähli hasaplamalary  $S_{uf}$  görä geçirmelidir. Oňa baglylykda suw düzgüniň hasaplamalary has ýeňilleşýär, sebäbi bugy emele getiriji ulgamda goşundlaryň balansyndan hut  $S_{uf}$  ululygyň özi kesgitlenilýär (5.1-nji surat).



**5.2-nji surat.  $P=1\%$ , ýagny  $S_{uf}/S_{is}=100$  bolanda, gazan suwunyň konsentrasiýasynyň aýlanyşygyň sanyna baglylygy**



Suw düzgüniniň hasaplamlarynda iki esasy ýagdaýlara üns bermeli. Birinjiden, indi görkeziljek hasaplama deňlemeleri diňe gazanda we öňki ýolda termik öwrülişige sezewar bolmaýan goşundylar üçin dogrudyr. Şol sebäpli beýle hasaplamlar hloridler, kremniý kislotasy we natriý kationy üçin takyk bolup durýarlar. Talhlyga baglylykda bikarbonatlaryň we karbonatlaryň hem termik dargaýandygy sebäpli olar şertlidirler. Oňa baglylykda ulanylyşda gözegçilik edilýän hlorid we talhlyk boýunça konsentrasiýalaryň esselikleri  $S_{if}/S_{is}$  hiç wagt gabat gelmeýärler. Ikinjiden, aşakda getirilen balans gatnaşyklary bugy emele getiriji ulgamlarda gaty çökündileriň (meselem, kyn ereýän tebigy goşundylaryň we korroziýa önümleriniň), şeýle hem bugy emele getiriji ulgamdan goşmaça düşýän goşundylaryň ýok şertleri (meselem, onuň korroziýasynyň hasabyna) üçin düzülendir.

Suw düzgünine baha bermek üçin, diňe bir goşundylaryň konsentrasiýasyny bilmek däl-de, eýsem olaryň suw göwrümüne gelme wagtyny, ýagny olara ýokary temperaturanyň täsir etme wagtyny hem bilmek zerurdyr.

Ýylylyk elektrik stansiýalar we ýylylyk elektrik merkezler üçin üznüksiz üfledilme ululygyny her ulgam üçin ýylylyk himiki synaglary geçirmegiň esasynda kesgitleýärler. Üfledilme onuň deaeratordaky basyşa çenli giňeldilmegine baglylykda kesgitli energetiki ýitgi bolup durýar. Şonuň üçin, onuň, mümkin boldugyça, ýokary ululygy çäklendirilýär. TUD boýunça ol 0,5%-den az we himiki ýa-da termik duzsuzlandyrmada 1%-den köp bolmaly däl. Ýitgileriň öwezi himiki arassalanan suw bilen dolunanda, üfledilme 3%-e çenli ýokarlandyrylyp bilner. Ýylylyk elektrik stansiýalarynda buguň yza gaýtarylmasyz önümçilige berilýän şertleri üçin we başlangyç suw ýokary minerallaşan bolsa üfledilme 5%-e çenli rugsat berilýär. Üfledilýän suwuň ýylylygy regeneratiw ulgamda, meselem, bugardyjylaryň iýmitlendiriji suwuny gyzdyrmak üçin ýa-da kähalatlarda suw taýýarlaýjy ulgamda başlangyç suwy gyzdyrmak üçin ulanylýar.

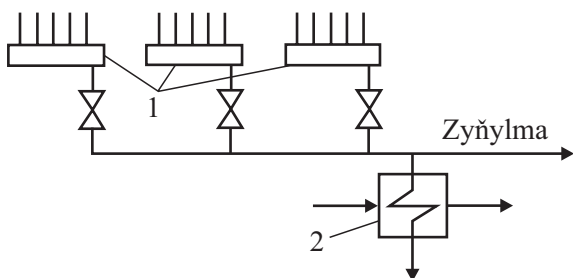
Ýylylyk elektrik stansiýalar we ýylylyk elektrik merkezler üçin üznüksiz üfledilme awtomatlaşdyrylýar. Iki impulsly ulgam – bara-

banda suwuň derejesiniň we buguň harçlanmasy bilen iýmitlendiriji suwuň gatnaşygynyň impulsy ulanylýar. Öň ulanylýan üç impulsly ulgam (üfledilýän suwuň duzlulygy boýunça hem) ýokary duzly şertlerde maksadalaýykdy, ony gazan suwy köpürjiklemez ýaly çäklendirmelidi. Häzirki zaman şertlerinde üfledilýän suwuň duzlulygy onçakly ýokary däl hem-de has çylşyrymly we gymmat üç impulsly ulgamy ulanmaýarlar.

Basgançakly bugardylma ulanylmaýan döwürde üznüksiz üfledilme barabanyň üst-işjeň maddalarynyň köp mukdaryny saklaýan suwly göwrüminiň ýokarky gatlaklaryndan barabanyň uzynlygy boýunça aýlawly ýygnaýjy turbadan çykarylýar. Ol barabanyň kese kesigi boýunça, birinjiden, has ýokary konsentra-siýaly goşundyly meýdanda we şonuň bilen birlikde iýmitlendiriji suwuň berilýän tarapyndan başga tarapda, ikinjiden, ol ýa-da beýleki sazlaýjy reagentleriň girizilýän ýerinden ýeterlik uly aralykda ýerleşdirilýär.

Üznüksiz üfledilmäniň hatarynda goşundylaryň mukdaryna gözegçilik etmek üçin sowadyjyly nusgalyk alynýan nokat göz önünde tutulýar (*5.1-nji surat*). Nusgalyk alynýan hatar boýunça gazan suwunyň harçlanmasy üfledilýän suwuň adaty harçlanmasyndan has ýokarydyr. Ol gazan suwy giňeldijä düşmese-de, gazan suwunyň üfledilýändigini aňladýar. Şonuň üçin zerur üfledilmäniň, mümkin boldugyça, pes ululygy 0,2–0,3%-e deňdir, onuň mukdary giňeldijiniň önünden kesgitlenilýär. Hasaplama gatnaşyklaryna girýän, p-nyň doly ululygy ýokarydyr.

Üznüksiz üfledilme bilen bir hatarda döwürleýin üfledilmäni hem göz önünde tutýarlar, ol aýlanyşygyň ähli aşaky nokatlaryndan ýerine ýetirilýär. Bu hili üfledilmäniň düzgüni her stansiýada ýörite gözükdirmeler bilen resmileşdirilýär. Onuň esasy wezipesi – adatça, aşaky nokatlarda çökýän gyrmançalaryň çykarylmagyndan ybaratdyr. Döwürleýin üfledilmäni her aşaky kollektordan gezekli-gezegine, gysga wagtda geçirýärler. Üfledilmäni iki, aýratyn hem, köp kollektorlardan bir wagtda geçirmeklige rugsat berilmeýär, sebäbi ol gaza-nyň barabanynyň boşamagyna getirip biler.



**5.3-nji surat. Ýylylyk elektrik stansiýalarynda we ýylylyk elektrik merkezlerinde gazanlaryň döwürleýin üfledilmesi:**

*1 – aşaky kollektorlar; 2 – döwürleýin üfledilýän suwuň nusgalygynyň alynýan nokadyndaky sowadyjy*

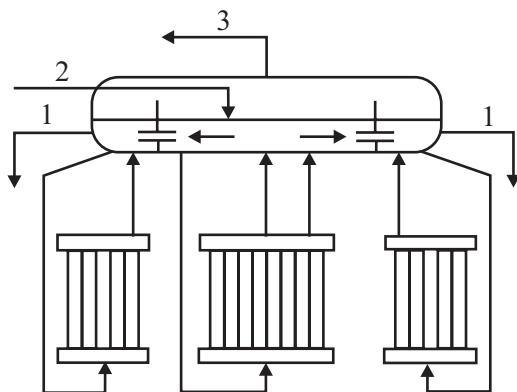
Elektrik stansiýanyň ulgamynda döwürleýin üfledilýän suw ulanylmaýar we tutuşlygyna zyňylýar. Döwürleýin üfledilmäniň zyňlýan ýerinde nusgalyk alynýan nokatlar we sowadyjylar gurnalmaýar. Emma bu hili nusgalyk alynýan nokatlaryň gurnalmagy maksadalaýykdyr, sebäbi ol gazanyň gyrmançaly düzgünini häsiýetlendirmäge we döwürleýin üfledilmäniň amatly düzgünini tapmaga mümkinçilik berýär.

### **5.1.3.3. Basgançakly bugartma we bugy ýuwma**

Rus alymy E. I. Romm barabanly bug generatorlarynda üfledilmäniň ykdysady tarapdan ulanmaga ýaramly ululygynda basgançakly bugartma diýen ady alan ýokary hilli bugy almaklygyň usulyny hödürledi. Bu usulyň manysy bugy gazan suwunyň dürli konsentrasiýaly duzly meýdanyndan almaklyga esaslanandyr. Adaty şertlerde az duzlulykly we pes aşgarlykly iýmitlendiriji suw barabana baryp, konsentirlenen gazan suwy bilen garyşýar we bug iýmitlendiriji suwa garanynda duzlaryň we aşgarlaryň has ýokary konsentrasiýasyna eýe bolan suwdan bölünip çykýar. Bu ýagdaýda gazan we üfledilýän suwuň konsentrasiýalary birmeňzeş we şonuň bilen birlikde doýgun buguň hili belli bir derejede generirlenýän bug generatorynyň bugly göwrümüne barmanka, onuň bilen galtaşýan gazan suwundaky goşundylaryň konsentrasiýalary bilen kesgitlenilýär. Eger buguň generirlenýän gazan suwunda maddalaryň pes konsentrasiýasy

we üfledilýän suwda olaryň ýokary konsentrasiýasy saklansa, onda buguň hili bug generatorynyň gazan suwundaky maddalaryň pes konsentrasiýasy bilen kesgitleniler.

Bug generatorynyň suwly göwrüminiň içinde gazan suwunyň dürli konsentrasiýaly duzly meýdanlary bar bolsa, emeli usulda döredilýän duzlulygyň deňölçegsizligi, ýagny käbir gurnalan «himiki gyşarma» sebäpli gazan suwunyň hili üfledilýän suwuň hilinden tapawutlanýar we üfledilýän suw buguň arassalygyny kesgitlemeýär.

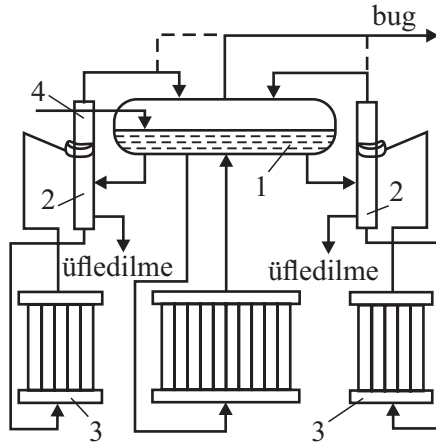


**5.4-nji surat. Bug generatorynyň barabanynda duzly bölekleriň iki taraplaýyn ýaýradylmaly, iki basgançakly bugartmasynyň shemasy:**  
*1 – üfledilme; 2 – iýmitlendiriji suw; 3 – bug*

Basgançakly bugartmaly bug generatory tebigy aýlanyşykly adaty bug generatory bolup durýar, ol barabanda we kollektorlarda gurnalan germewler bilen bölünen birnäçe özbaşdak aýlanyşyga bölünýär. Bu aýlanyşygyň suwly göwrümleri diňe barabanyň içindäki bölüji germewlerde edilen deşikleriň üsti bilen birleşýärler. Bug generatorlar nazary taýdan islendik sanly basgançaklara bölünip bilýärler, emma amaly şertlerde bugartmaklygyň iki ýa-da üç basgançaklary bilen çäklenýärler.

Iki basgançakly bugartmada bug generatorynyň iýmitlendiriji suw berilýän bölegine «arassa» bölek (bugartmaklygyň birinji basgançagy), galan bölegine bolsa «duzly» bölek (bugartmaklygyň ikinji basgançagy) diýilýär. Üç basgançakly bugartmaly gurluşlar bilen enjamlaşdyrylan bug generatorlarynda arassa bölek we bugartmagyň ikinji we üçünji basgançakly duzly bölekleri bar.

Bugartmaklygyn ikinji basgançagy üçin barabanyň bir ýa-da iki insiz gapdalyndan göwrümiň belli bir bölegi bölünýär ýa-da bug generatorynyň gapdal ekran üstlerine birikdirilýän çykaryjy siklonlar gurnalýar (5.5-nji surat).



**5.5-nji surat. Çykaryjy siklonly iki basgançakly bugartmagyň shemasy:**

*1 – bug generatorynyň barabany; 2 – siklon; 3 – gapdal ekran;  
4 – ýमितlendiriji suwuň berilýän ýeri*

Bug-suw garyndysynyň siklonyň dik silindr daşky gabygyna tangensial berilýändigini üçin onda bug-suw garyndysynyň kinetiki energiýasy azalýar, onuň bugarma aýna üst meýdanynda aýlanmagy bolsa, köpürjigiň işjeň dargamagyna ýardam berýär. Ýमितlendiriji suw barabanyň arassa bölegine berilýär, ondan barabanyň duzly bölekleri ýa-da çykaryjy siklonlary ýमितlenýär.

Bug generatorynyň aýratyn aýlanyşygynyň şeýle ýमितlendirilmegi netijesinde gazan suwunyň duzlulugy, aşgarlygy we kremniý saklaýjylygy birinji basgançakdan soňka çenli ýokarlanýar, bugartmagyň her basgançagynda üfledilme has ýokary bolýar, bug generatorynyň umumy üfledilmegi bolsa onçakly uly däl. Şeýle-de bolsa, duzly bölekte gazan suwunyň kremniý saklaýjylygynyň ýokarydygyna garamazdan, olardan kremniý kislotasynyň saýlanyp äkidilmegi bu bölekte gazan suwunyň gidrat aşgarlygynyň örän ýokarydygy sebäpli azalýar.

Basgançakly bugartmaly bug generatorynyň suw düzgünini guramaklyk basgançaksyz bugartmaly bug generatorynyňka garanyňda, aşakdaky artykmaçlyga eýedir: onda buguň köp bölegi gazan suwunyň öndürilijligi boýunça az duzly bölekden çykarylýan üfledilýän suwuň konsentrasıýasy bilen deňeşdirilende, has az konsentrasıýaly arassa böleginde öndürilýär.

Iki basgançakly bugartmaly bug generatorynyň birinji we ikinji bugartma basgançagy üçin duzlaryň bug bilen äkidilmesini hasaba alman, duzlaryň balans deňlemesini düzeliň:

$$(D_b + D_{üf})a_{i.s} = (D'' + D_{üf})A_{g.s}'; \quad (5.24)$$

$$(D'' + D_{üf})A_{g.s}' = D_{üf}A_{g.s}'', \quad (5.25)$$

bu ýerde:  $A_{g.s}'$  we  $A_{g.s}''$  – arassa we duzly böleklerde gazan suwundaky goşundylaryň konsentrasıýasy (duzlulyk, kremniý saklaýjylyk, hakyky erän demir oksidleriniň mukdary, aşgarlyk), g/t;  $D''$  – bug generatorynda bugartmagyň ikinji basgançagynda öndürilýän buguň mukdary, t/sag.

Beýleki ululyklar üfledilmäniň hasaplamasyndaky ýalydyr.

Her deňlemäni  $D_b$  bölüp we  $D_{üf}/D_b = \varphi$  we  $D''/D_b = n_2$ , bu ýerde:  $\varphi - D_b$  paýynda üfledilmäniň derejesini we  $n_2 -$  bugartmaklygyň ikinji basgançagyň bug öndürilijligini ululyklary girizip, alarys:

$$(1 + \varphi)a_{i.s} = (n_2 + \varphi)A_{g.s}'; \quad (5.26)$$

$$(n_2 + \varphi)A_{g.s}' = \varphi A_{g.s}'' . \quad (5.27)$$

Bu deňlemelerden bugartmaklygyň her basgançagy üçin gazan suwundaky goşundylaryň konsentrasıýasyny kesgitleýäris:

$$A_{g.s}' = \frac{1 + \varphi}{n_2 + \varphi} a_{i.s}; \quad (5.28)$$

$$A_{g.s}'' = \frac{1 + \varphi}{\varphi} a_{i.s}. \quad (5.29)$$

Bugartmaklygyň her basgançagynda öndürilýän bugda goşundylaryň konsentrasıýasy aşakdaka deň:

$$a_b' = K_p' A_{g.s}' \text{ we } a_b'' = K_p'' A_{g.s}''$$

Bug generatorynyň öndürýän bugundaky goşundylaryň umumy konsentrasiýasyny gazan suwy duzly bölekden arassa bölege zyňylmaýan ýa-da alyp geçmeýän bolsa, onda aşakdaky formula bilen kesgitläp bolar:

$$\begin{aligned} a_b &= n_1 a_b' + n_2 a_b'' = n_1 K_p' A_{g.s}' + n_2 K_p'' A_{g.s}'' = \\ &= \left[ K_p' \frac{n_1(1+\varphi)}{n_2 + \varphi} + K_p'' \frac{n_2(1+\varphi)}{\varphi} \right] a_{i.s}, \end{aligned} \quad (5.30)$$

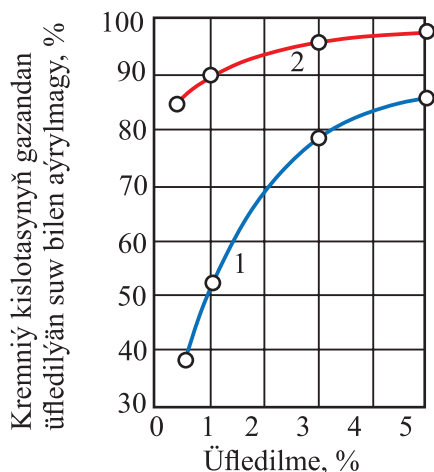
bu ýerde:  $n_1 = 1 - n_2 - D_b$  paýynda bugartmaklygyň birinji basgançagy-nyň bug öndürijiligidir.

Paýlanma koeffisiýentiniň ululygy bug generatorynyň bölümleri boýunça, esasan hem kremniý kislotasy üçin tapawutlanýar: onuň üçin.  $K_1^{\text{SiO}_2} = f(\text{pH})$ . Şeýle-de bolsa ýeňillik üçin  $K_p' = K_p'' = K_p$  kabul edip we ýönekeý üýtgeşmeleri girizip, tonna gatnaşan gramda  $a_b$  ululygy alarys:

$$a_b = K_p \frac{(1+\varphi)}{\varphi} \left[ \frac{n_1 \varphi}{n_2 + \varphi} + n_2 \right] a_{i.s}. \quad (5.31)$$

Bu formula boýunça, paýlanma koeffisiýentiniň  $K_p$ , üfledilme derejesiniň  $\varphi$ , arassa  $n_1$  we duzly  $n_2$  bölekleriniň otnositel bug öndürilijiniň we görkezilen goşundylaryň iýmitlendiriji suwdaky konsentrasiýalarynyň  $a_{i.s}$  dürli ululyklarynda bugdaky goşundylaryň konsentrasiýalaryny (duzlulyk, kremniý saklaýjylyk we aşgarlyk) kesgitläp bolýar.

Ulanylyş tejribesi basgançakly bugartmaly gurluşlar bilen enjamlaşdyrylan bug generatorlarynda buguň hiliniň (duzlulyk, kremniý saklaýjylyk), bu gurluşsyz bug generatorlary bilen deňşdireniňde, üfledilmäniň şol bir ululygy we iýmitlendiriji suwuň şol bir hili saklananda gowulaşandygyny görkezdi. Bu ýagdaýda bug generatoryndan üfledilýän suw bilen çykarylýan goşundylaryň mukdary artýar we degişlilikde, olaryň doýgun bug bilen äkidilmeği azalýar (5.6-njy surat).



5.6-njy surat. Bug generatoryndan onuň üfledilme ululygyna baglylykda üfledilýän suw bilen aýrylýan kremniý kislotasynyň mukdary (hasaplamalarda:

$$K_1^{\text{SiO}_1} = 0,8\%; K_2^{\text{SiO}_2} = 0,3\%; n_2 = 30\%$$

1 – basgançaksyz bugartmaly bug generatory;

2 – basgançakly bugartmaly bug generatory

Bugartmaklygyň ikinji basgançagyndaky gazan suwy bilen arassa bölekdäki gazan suwunyň konsentrasiýalarynyň gatnaşygy konsentrasiýa esseligi (kratnylygy)  $K$  diýip atlandyrylýar, bu ululyk basgançakly bugartmanyň netijeliligini häsiýetlendirýär.  $K$  ululyk näçe ýokary bolsa, shema şonça-da tygşytly bolýar. Tejribede  $K$  ululyk 3–10 aralykda çäklendirilýär, sebäbi  $K > 10$  bolanda, gazan suwunda duzly bölekleriň gyzýan üstlerinde çökündileriň emele gelme nukdaýnazaryndan howply fosfatlaryň we demir oksidleriň konsentrasiýalary ýokarlanýar.

Arassa bölekde gazan suwunyň hiliniň ýaramazlaşmagyna gazan suwunyň duzly bölekden arassa bölege suw geçiriji turbanyň üsti bilen yzyna akmagy öz täsirini ýetirýär, ol turba boýunça arassa bölekden duzly bölege üfledilme amala aşyrylýar ýa-da gazan suwy köpürjklände ýa-da çişende duzly bölekden arassa bölege zyňlýar. Gazan suwunyň bu görnüşde yzyna akmagy we zyňylmagy basgançaklaryň arasynda duzly konsentrasiýalaryň esseliginiň (kratnylygynyň) has peselmegine, ýagny basgançakly bugartmanyň netijeliliginiň peselmegine getirip bilýär. Onuň önümi almak üçin, zyňyndylary tutmak



we gazan suwunyň yza akmagynyň öňüni almak üçin ýörite gurluşlar göz önünde tutulýar.

Basgançakly bugartmaly shemany ulanmak bilen bug generatorynyň suw düzgüniniň ýola goýulmagy, üfledilýän suwda gazan suwunyň hilini ýaramazlaşdyrmasyz goşundylaryň konsentrasiýasyny artdyrmaga mümkinçilik berýär. Onuň bilen birlikde bug generatorynyň talap edilýän üfledilmegini ykdysady taýdan ulanmaga ýaramly ululyga peseltmäge, şeýle hem iýmitlendiriji suwuň duzlylygyna we kremniý saklaýjylygyna talaby azaltmaga mümkinçilik berýär. Berlen şertlerde (ýokary minerallaşan başlangyç suw, iýmitlendiriji suwuň has köp goşulmagy, buguň ýokary işçi basyşy, üfledilmäniň çäklendirilen ululygy we ş.m.) basgançakly bugartmanyň amatly shemalary buguň talap edilýän arassalygyny üpjün etmeýän bolsa, baraban görnüşli bug generatorlarynyň suw düzgünini guramagyň has netijeli shemalary, has takygy, önünden guradylan buguň iýmitlendiriji suw bilen ýuwulmagy ýa-da buguň ýuwulmagy bilen basgançakly bugartmanyň utgaşykly alnyp barylmagy peýdalanyp bilner.

Bugy ýuwmaklyk usulynyň manysy ýuwma prosesinde gazan suwunyň damjalary bilen äkidilen, şeýle hem bugda hakyky erän maddalaryň bölekleýin ýuwujy suwa geçmeginden, çyg ýuwan buguň bolsa bug generatorynyň barabanynda ýerleşdirilen separirleýji gurluşyň kömegi bilen ikilenç guradylmagyndan durýar, ondan soň bug bugy aşa gyzdyryja barýar.

Kremniý kislötasy we doýgun bugda erän beýleki maddalar ýuwujy suwa bug ýuwujy suw bilen galtaşanda kremniý kislötäsiniň bugdaky deňagramly konsentrasiýasynyň bug emele gelýän gazan suwy bilen galtaşandakydan pesdigi sebäpli geçýärler. Bu geçiş bug ýuwujy suwuň gatlagyndan geçende başlaýar we bug giňişliginde ýuwujy suwuň gatlagynyň üstünde, ýöne eýýäm köpürjikleriň barabanyň bugly göwrümüne çykýan ýerinde dargamagy netijesinde emele gelýän suw damjalarynda dowam edýär.

Ýuwmaklygyň kömegi bilen buguň talap edilýän hiliniň üpjün edilmegi ýuwan buguň arassalygynyň onuň bilen galtaşýan ýuwujy suwuň arassalygy bilen kesgitlenilýän kanunalaýyklygyna esaslan-

ýar. Bugy ýuwmaklygyň derejesi organiki däl birleşmeleriň suwuk we bug fazalarynyň arasynda paýlanma koeffisiýentiniň ululygyna bagly ýa-da ýuwujy suw bugdan, kesgitlenen deňagramly konsentrasiýadan artyk maddalary siňdirip bilmeyär. Sebäbi, kremniý kislotasy we beýleki organiki däl birleşmeler buga garanyňda suwda köp ereýärler, onda bug ýuwulanda bu maddalar bug bilen olaryň gazan suwunda däl-de, ýuwujy suwda saklanmasyna proporsional mukdarda äkidiler.

Ýuwan buguň arassalygyny, takmynan, aşakdaky formulany ulanyp, bahalandyryp bolýar:

$$a_b = (W + K_p) a_{y.s}, \quad (5.32)$$

bu ýerde:  $W$  – birlik ülüşde ýuwujy suwuň çyglylygy;  $K_p$  – birlik ülüşde paýlanma koeffisiýenti;  $a_{y.s}$  – goşundylaryň ýuwujy suwdaky konsentrasiýasy.

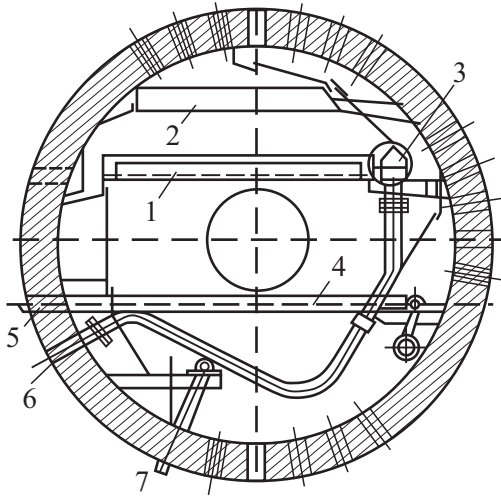
Kremniý kislotasy üçin paýlanma koeffisiýentiniň ululygy aşa ýokary basyşly bug generatorlary üçin gidrat aşgarlylyk 0,1 mmol/dm<sup>3</sup>-dan az bolanda 15%-i we gidrat aşgarlyk 0,2–0,3 mmol/dm<sup>3</sup> bolanda 5–10%-i düzýär.

Bugy ýuwmaklyk prosesini amala aşyrmak üçin, iýmitlendiriji suw bug generatorynyň barabanynyň bugly göwrümünde ýerleşdirilen we gazan suwunyň geçýän yerinden bölünen ýörite gurluşa berilýär. Ýuwujy iýmitlendiriji suw doýgun bug bilen galtaşandan soň, gazan suwuna barýar we onuň bilen garyşýar.

Bugy ýuwmaklygyň şu usullary belli: buguň iýmitlendiriji suwuň gatlagyndan barbotazý, onuň iýmitlendiriji suw bilen öllenýän separatorandan geçirilmegi we iýmitlendiriji suwuň buguň akymynda tozalandyrylmagy. Häzirki zaman baraban görnüşli bug generatorlarynda buguň barbotazly ýuwulmagy giňden ulanylýar, ol buguň ýuwujy suw bilen doly galtaşmagyny üpjün edýär. Ýuwujy barbotazly gurluş ýuwujy gatlagyň talap edilýän beýikligine laýyk gelýän (takmynan 40–50 mm), erňekli tekiz, deşikli suwasty şit bolup durýar (5.7-nji surat). Kondensasion elektrik stansiýalarda we arassa ýyladyş ýylylyk elektrik merkezlerde barbotazly ýuwujy gurluşa iýmitlendiriji suwuň ählisi berilýär, goşmaça suw hökmünde himiki arassalanan suwy ulanýan

önümçilik ýylylyk elektrik merkezlerde bolsa bug ýuwujy gurluşlara iýmitlendiriji suwuň 50-den 100%-e çenli mukdary berilýär.

Bugy ýuwmaklygy ulanmagyň umumy netijeliligi bug ýuwujy gurluşyň öz PTK-sy, şeýle hem bug ýuwlandan öň we soň, ony guradýan separirleýji gurluşyň PTK-sy, bilen kesgitlenýär. Bugy ýuwmaklygyň peýdaly täsir koeffisiýenti aýrylan maddalaryň mukdarynyň nazary taýdan mümkin bolan mukdaryna gatnaşygydyr, ýagny ol ýuwmaklygyň arassalanma çäğine nähili ýakynlaşýandygyny görkezýär. Eger maddalaryň bugdaky mukdary paýlanma koeffisiýenti-ne laýyk gelýän konsentrasiýa ýetse, onda ýuwmaklygyň netijeliligi 100% bolardy, ýagny buguň, mümkin boldugyça, ýokary arassalygyny kesgitlärdi. Bug ýuwujy gurnawyň barabanyň bugly göwrüminde ýerleşdirilen ýagdaýynda ýer tutýan ýuwujy gatlagyň çäkli beýikliginde barbotazly ýuwulmanyň PTK-sy takmynan 80%-ini düzýär.

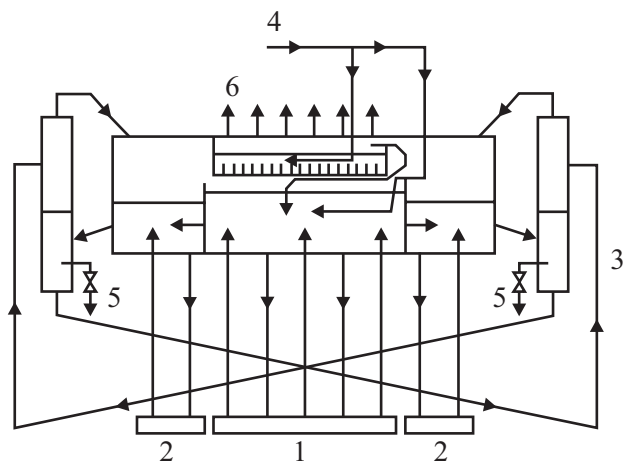


**5.7-nji surat. Deşikli list bilen doldurylan barbotazly ýuwujy gurluş:**

- 1 – ýuwujy gurluş; 2 – žalýuzly separator; 3 – iýmitlendiriji legen; 4 – deşikli list;  
5 – üznüksiz üftedilme; 6 – iýmitlendiriji turba; 7 – fosfatlaryň girizilýän ýeri

Gazanyň içki gurluşlarynyň islendik shemalary üçin esasy häsiýetnama bug generatorynda olar tarapyndan tutulyp alnyp galýan organiki däl goşundylaryň, olaryň iýmitlendiriji suwdaky umumy konsentrasiýasynyň paýydyr. Bug ýuwujy gurluşly bug generatorlarda ulanmaga degişli bu görkeziji: a) bug ýuwujy barýan bugdaky we de-

gişlilikde, ýuwujy suwdaky duzlaryň we kremniý kislotalarynyň konsentrasiýalarynyň tapawudyna; b) ýuwujy suwuň gidrat aşgarlygyna; ç) ýuwujy suwuň harçlanmasynyň buguň harçlanmasyna gatnaşygyna; d) buguň ýuwujy suw bilen galtaşma üstüniň we dowamlylygynyň ululygyna; e) suwda erän ol ýa-da beýleki maddalaryň ýuwujy suwa geçmegini häsiýetlendirýän massa çalyşma koeffisiýentiniň ululygyna baglydyr.



**5.8-nji surat. Çykarylan siklonly we bugy barbotażly ýuwmagyň üç basgançakly bugartmasynyň shemasy:**

1 – arassa bölegiň bug-suw ulgamy; 2 – bugartmanyň ikinji basgançagy;  
3 – bugartmanyň üçünji basgançagy; 4 – iýmitlendiriji suw; 5 – üfledilme;  
6 – bug generatory

Amaly-usuly we ulanylyş maglumatlar bug ýuwujy gurluşlaryň bugdaky kremniý saklaýjylygy, ortaça, 2–3 esse peseldýändigini görkezdi.

Ýokary basyşly önümçilik ýylylyk elektrik stansiýalarynda (100 gg/sm<sup>2</sup>), himiki arassalanan suw köp goşulýan bolsa, gazanyň içki gurluşlarynyň utgaşdyrylan shemasy ulanylýar, ol ähli bugy ýa-da diňe duzly bölekdäki bugy iýmitlendiriji suw bilen barbotażly ýuwmak bilen üç basgançakly bugartmany utgaşdyrmaklygy göz önünde tutýar (5.8-nji surat). Kähalatlarda bug arassa bölegiň gazan suwy bilen ýuwulýar; bu maksat bilen bug duzly böleklerden arassa bölekdäki suwuň derejesine garanynda aşak berilýär. Aşa ýokary

basyşly 13,8 MPa (140 gg/sm<sup>2</sup>) baraban görnüşli bug generatorlar himiki arassalanan suw ýa-da bugardyjylaryň distillýatyny goşmak bilen iýmitlendirilýän kondensasion elektrik stansiýalarda we arassa ýyladyş ýylylyk elektrik merkezlerde, köplenç, iki basgançakly bugartma esasynda ulanylýar. Bu bug generatorlardan bug we iýmitlendiriji suw bilen düşen 2-den 8%-e çenli kremniý kislotasy äkidilýär.

#### **5.1.4. Himiki-suw düzgüniniň çökündileriň düzümine we gurluşyna täsiri**

Iýmitlendiriji we gazan suwunyň hili boýunça hasaba alynýan görkezijileriň ýerine ýetirilmegi gazanlaryň ekran turbalarynda çökündileriň emele gelmegini doly aradan aýryp bilmez. Çökündileriň emele gelme tizligine dürli ýagdaýlar we ilki bilen ýylylyk dartgynlylyk, iýmitlendiriji we gazan suwunyň hili we gurşawyň içi görkezijileri öz täsirini ýetirýärler.

Himiki-suw düzgüniniň ýagdaýyna iýmitlendiriji we gazan suwunyň hiliniň görkezijilerine gysga wagtlaýyn gözegçiligiň netijesi boýunça baha berilýär. Gysga wagtlaýyn gözegçiligiň göwrümi we döwürleýinliligi her elektrik stansiýa üçin ulanylyşyň ýerli şertlerinden ugur alnyp kesgitlenilýär. Anyk döwür üçin himiki-suw düzgüniniň ýagdaýyna jemleýji bahany barlag nusgalyklary saýlap kesmek usuly bilen kesgitlenen turbalaryň metallarynyň temperaturalarynyň we turbalaryň içki üstlerini hapalaýjylaryň üýtgemegi boýunça alýarlar.

Ekran turbalaryň temperaturalarynyň üýtgemegine gözegçilik etmek üçin, olara termojübütler oturdylan temperatura esaslaryny kebşirleýärler. Termojübütleriň görkezijilerini ýazyjy enjama çykarýarlar. Temperatura esaslaryny, adatça, ýokary ýylylyk dartgynlykly meýdanlarda, ýagny çökündileriň emele gelmegi üçin has amatly şertlerde gurnaýarlar.

Metala temperatura gözegçilik ýok ýagdaýynda barlag nusgalyklarynyň saýlama kesilmegini ýerine ýetirýärler. Barlag nusgalyklar kesilmeli bolan ekran üstleriň meýdanlaryny ojak düzgüniniň aýratynlygyna, gorelka gurluşlarynyň ýerleşişine, aýlanyşygyň shemasyna we ýakylýan ýangyjyň görnüşine baglylykda gazanlaryň her görnüşi üçin takyklaýarlar. Kesimiň döwürleýinliligi ýakylýan ýangyjyň gör-

nüşine bagly we suwuk ýangyçda işleýän gazanlar üçin 10000–15000 sagady we gaty ýangyçda işleýän gazanlar üçin 18000–21000 sagady düzýär.

Kesimleriň takmynan göwrümleri öz içine indiki üstleri alýarlar: ekonomazyer – birinji basgançak (girelge we çykalga), ikinji basgançak (çykalga); ekranly üst – arassa bölek (öň, yz we gapdal ekranlary), duzly bölek (sag we çep tarapdan öňki ekran); bugy aşa gyzdyryjy – birinji we ikinji basgançak (turbalaryň egrelýän ýerlerinde). Nusgalyklary awtogen gorelkalar bilen, kesilen her bir nusgalygy bolsa frezer ýa-da dik ýonuýy stanoklarda kesýärler. Her nusgalygy ilki ýalyňly we yz taraplary bölme hatar boýunça uzaboýuna, soňra hapalaýjylary kesgitlemek we çökündileriň himiki barlagy üçin keseligine aýratyn böleklere bölýärler.

Çökündileri himiki barlag üçin aýyrmazdan öň çökündileriň gaňlylygyna, dykzlylygyna we deňölçegligine baha bermek üçin turbalaryň içki üstlerini gözden geçirýärler. Himiki barlag üçin çökündileri diňe ýalyňly tarapdan gatlaklaýyn – ilki ýumşaklaryny, soňra gatylaryny alýarlar.

Hapalanmany nusgalyklaryň ýalyňly we yz taraplarynyň aýratyn böleklerini katodly zäherlemek usuly bilen kesgitleýärler. Katodly zäherlemeden soň, nusgalyklaryň metallarynyň ýagdaýyna gözegçilik edýärler, korroziýa zaýalanmalary belleýärler. Korroziýa başlary bar bolsa, olaryň mukdaryny, ölçegini, çuňlugyny, şeýle hem metalyň umumy zaýalanmagynyň häsiýetini kesgitleýärler.

Gazanlaryň gyzýan üstleriniň ýagdaýyna gözegçiligiň kesgitli ulgamyny dogry ýerine ýetirmeklik metalyň ýagdaýy, çökündileriň gurluşy we olaryň düzümi boýunça kesgitli döwürde himiki-suw düzgüniniň ygtybarlylygyna baha bermäge mümkinçilik berýär.

5.1-nji tablisada elektrik stansiýanyň dürli görnüşli we işçi görkezijili gazanlarynyň çökündileriniň himiki düzümi getirilen. Bu gazanlaryň ýymitlendiriji suwunyň hili onuň ähli düzüjisi boýunça TUD kadalaşdyrylan ululyklaryna laýyk gelýär. Gazan suwunyň düzümini dürli reagentler, üçnatriýfosfat we trilon B bilen sazlaýarlar. 5.1-nji tablisada getirilen maglumatlar ojak düzgünli gazan suwunyň düzümini sazlamagyň, şeýle hem tutuş himiki-suw düzgüniniň käbir

áýratynlyklaryny häsýetlendirip biler. 5.1-nji tablisada getirilen, ПК-14-den başga ähli gazanlarda gazan suwunyň fosfat bilen işlenmegi amatly düzgünde amala aşyrylýar. Çökündileriň düzüminde  $P_2O_5$  mukdary gidroksilappatitiň ýa-da kalsiý fosforitiniň  $CaO+MgO$  jemine ekwiwalentdir. Bu şertlerde ferrofosfatyň emele gelmegi şübhelidir.

ПК-14 gazanlaryň çökündilerinde  $P_2O_5$  mukdary gazan suwunda fosfatyň artykmaç mukdarynyň aşa köp saklanýandygy sebäpli,  $CaO+MgO$  jemi artdyrýar we bu ýerde ferrofosfat emele gelip biler. Seredilýän ýagdaýda üçnatriýfosfatyň mukdaryny azaltmak maksadalaýykdyr, gazan suwunyň pH ululygyny bolsa, üçnatriýfosfatyň erginini iýji natriý bilen aşgarlamak ýoly bilen kadada saklap bolýar.

ТП-200 gazanlaryň çökündilerinde kremniý birleşmeleri köp saklanýar. Çökündiler örän dykyz we himiki arassalama prosesinde kyn aýrylýarlar. Bu görnüşli çökündiler, adatça, gazan suwunyň aşgarlylygy oňositel taýdan pes bolanda emele gelýär. Bu ýerde kremniý birleşmeleri gowy ereýän natriý silikatyna öwrüler ýaly gazan suwuny aşgarlamak peýdaly bolar.

БК3-320 gazanlaryň çökündilerinde organiki birleşmeleriň ýokary temperaturaly termoliziniň önümleriniň bardygyny olar gyzdyrylanda ýitginiň görkezijisi görkezýär.

Öz düzüminde bu görnüşli maddalary saklaýan çökündiler oňositel taýdan dykyz gurluşa eýe we mineral kislotalarda eremeyär diýen ýalydyr. Bu görnüşli çökündileriň ýylylyk geçirijiliginiň pesdigi sebäpli, olaryň oňositel taýdan ýokary bolmadyk ýylylyk ýüklenmede bolmagy hem metallaryň aşa gyzyp, dargamagyna getirýär. Ähli gazanlaryň arassa bölekleriniň yzky we gapdal ekranlarynyň turbalaryndaky çökündileriniň düzümi boýunça maglumatlar deňeşdirilende, yzky ekranýň meýdanynda ýylylyk dartgynlylygyň ýokarydygy görkezilýär, sebäbi bu üstäki çökündi misi köp saklaýar.

Kompleksonly suw düzgününde işleýän БК3-75 gazanlaryň çökündilerinde kremniýturşy birleşmeleriniň köp saklanmagynyň sebäbi gazan suwunyň aşgarlygynyň pesligidir. Kompleksonly işleme üçin трilon В-niň aşgar erginini ulanmak maksadalaýykdyr. Bu gazanyň ekran üstlerindäki çökündileriniň düzüminde az mukdarda

kalsiý we magniý kationlary saklanýar. Bu ýagdaý bu kationlaryň trilon B bilen kompleks emele getirme prosesiniň netijelidigini görkezýär. Bu ýagdaýda emele gelýän kalsiý we magniý EDTA-nyň gazan suwunyň görkezijileriniň şertlerinde termik taýdan dargamaýarlar we gazandan üfledilme arkaly çykarylýarlar. Yzky ekranyň turbalarynyň ýokary ýylylyk ýüklenmeli üstleriň çökündilerinde misiň köp saklanmagyny misiň EDTA-nyň termoliz prosesiniň geçmegi bilen düşündirip bolýar, onuň netijesinde misli çökündiler emele gelýärler. Misiň EDTA-sy demriň, kalsiniň we magniniň EDTA-sy bilen deňeşdirilende has pes termik durnuklylyga eýedir. Şeýlelikde, 300–320°C-de ol doly dargaýar diýen ýalydyr.

## **5.2. Aşa kritiki basyşly bloklaryň himiki-suw düzgünleri**

Aşa kritiki basyşly gazanlarda proses işçi jisimiň – dykzylygyň we temperaturanyň ýylylyk fiziki häsiýetleriniň has üýtgemegi bilen häsiýetlendirilýär. Buguň bu görkezijileri onda dürli birleşmeleriň ereýjiligini kesgitleýärler, şonuň üçin bloklaryň işiniň ygtybarlylygy hem belli bir derejede gazanyň içindäki proseslere, şol sanda suw düzgünlerine hem baglydyr.

Energiýa bloklarynyň görkezijileriniň we birlik kuwwatynyň artmagy bilen suw düzgüniniň elektrik stansiýanyň iş ygtybarlylygyna we tygşylylygyna täsiri güýçlenýär. Gazanlaryň birlik kuwwatynyň ýokarlanmagy gyzýan üstleriň ýylylyk dartgynlylyklarynyň ýokarlanmagyna getirýär. Bu şertlerde turbalaryň içki üstlerindäki çökündileriniň az mukdary hem metalyň aş gyzmagyna we dargamagyna getirýär.

Buguň görkezijileriniň ýokarlanmagy iýmitlendiriji suwda saklanýan goşundylara gatnaşyklylykda onuň eredijilik ukybyny artdyrýar. Netijede, turbinanyň akymly bölegi çökündiler bilen işjeň dolýar, ol bolsa energiýa bloklarynyň tygşylylygynyň peselmegine we olaryň kuwwatynyň çäklendirilmegine getirýär.

Suwy taýýarlamagyň bar bolan usullary hem barabanly gazanlarda hem göni akymly gazanlarda goşmaça goşulýan suwuň duzly hapalajýylardan ýeterlik doly arassalanmagyny üpjün edýärler. Ha-



palaýjylaryň göni akymly gazanlaryň bug-suw aýlanyşygyndan çykarylmany kondensaty arassalamak arkaly amala aşyrylýar. Bu şertlerde ýmitlendiriji suwuň esasy goşundylaryna diňe duzlar däl-de, eýsem konstruksiýa materiallaryň korroziýa önümleri, esasan hem demir we mis girýär. Aşa kritiki basyşly göni akymly gazanlaryň ýmitlendiriji suwunda demir oksidleriniň mukdary az hem bolsa ( $10\text{--}12\text{ mkg/dm}^3$ ), olar gyzýan üstlerde, esasan hem gazanyň has ýylylyk ýüklenmeli aşaky radiasion böleginde kem-kemden toplanýarlar.

Bloklary önümçilikde ulanmagyň tejribesi gaz-mazut ýangyjynda işleýän 300 MWt bloklaryň bozulma esasynda saklanmagynyň esasy sebäbiniň içki gyzýan üstlerde, esasan, demiroksidli çökündileriň emele gelmegi bilen şertlendirilýän aşaky radiasion bölegiň zaýalanmagydygyny görkezdi.

ТТМП-114 gazanlaryň aşaky radiasion böleginiň çykalgadaky we çykalgadan öňdäki ekranlarynyň turbalarynyň barlag nusgalyklarynyň gözegçiligi turbalaryň gyzýan içki üstlerinde çökündileriň bardygyny görkezýär. Çökündiler gara gurumly tozga görnüşe eýe bolýarlar, himiki düzümi boýunça 90–95% demir oksidlerinden durýarlar we az mukdarda misi, sinki, marganesi we nikeli saklaýarlar. Ýalynly tarapda çökündileriň dykzlygy we mukdary yz tarapdaka garanyňda 3–4 esse ýokary bolýar.

### **5.3. Bug turbinalarynyň himiki-suw düzgüni**

#### **5.3.1. Turbinanyň akymly böleginde goşundylaryň hereketi**

Turbinanyň akymly böleginde goşundylaryň çökmegi onuň geçiriş kese kesiginiň meýdanyny daraldýar we buguň tizliginiň ýokarlanmagynyň we turbinanyň bölekleriniň üstleriniň nätekizliginiň hasabyna onuň ýoly boýunça garşylygy ýokarlandyrýar. Ol turbinanyň oňnositel taýdan PTK-nyň peselmegine we onuň öndürýän kuwwatynyň azalmagyna getirýär. Çökündileriň bolmagy ulanylyşda, adaty, buguň basyşynyň sazlaýjy basgançakdan soň ýokarlanmagyna getirýär. 300 MWt kuwwatly bloklaryň CKП turbinalary üçin basyşyň sazlaýjy basgançakda 5%-e ýokarlanmagyna gabat gelýän ýokary basyşly silindrinde çökündileriň toplanmagy buguň hemişe harçlanmagynda kuwwatyň 290–295 MWt-a çenli peselmegine getirýär. Sazlaýjy basgançakda basyş iki esse ýokarlansa (10%-e çenli), turbinanyň kuwwa-

ty 270 MWt-a çenli peselýär. Turbinanyň kuwwatyny dikeltmek üçin, oňa buguň harçlanmasyny we degişlilikde, gazanyň bug öndürjiliginini we ýakylýan ýangyjyň mukdaryny ýokarlandyrmaly bolýar. Şeýlelikde, turbinadaky çökündiler bloguň tygşytlylygyny peseldýärler.

Basyş sazlaýjy basgançakdan soň beýleki sebäplere görä hem, ýagny mehaniki zaýalanmalar sebäpli hem ýokarlanylýar. Turbina zawodlary turbinanyň pasportynda sazlaýjy basgançakdan soň kadaly we çäkli rug-sat berilýän basyşy görkezýärler. K-300-240, JM3 turbinalar üçin ol, degişlilikde, 16,75 we 18,60 MPa deň. Soňky ululyga ýetilende turbinany saklamaly we akymly bölegini ýuwmaly. Oňa baglylykda TUD boýunça sazlaýjy basgançakdan soň basyşa her aýda gözegçilik etmeli.

Akymly bölekde goşundylaryň çökmegi CKII turbinalar üçin uly ähmiýete eýedir, sebäbi bu görnüşli maşynlaryň başdaky böleginiň kese kesiginiň meýdany örän kiçi, goşundylaryň gazandan çykarylma mümkinçiligi bolsa örän uludyr. Goşundylaryň bugdaky ereýjiligi onuň dykzlygy bilen kesgitlenilýär. Buguň turbinadan hereket etme derejesi boýunça onuň dykzlygy üznüksiz peselýär we degişlilikde, aglaba goşundylaryň aşa gyzdyrylan bugdaky ereýjiligi peselýär. Oňa baglylykda turbinanyň başdaky böleginde hakyky erän görnüşde saklanýan we akymly bölegiň kesgitli ýerinde saklanýan goşundy er-ginden buga çöküp başlar.

Islendik basyşda goşundylaryň suwdaky ereýjiligi, onuň bugdaky ereýjiligidan has ýokarydyr. Şonuň üçin, eger buguň çyglanyp başlaýan we goşundylaryň aşa gyzdyrylan bugdan çyga hakyky er-gin görnüşinde geçip başlaýan görkezijilerinde bu goşundylaryň turbinanyň girelgesindäki konsentrasiýasy az bolsa, turbinada islendik goşundy gaty görnüşde çökmez. Turbinanyň girelgesinde konsentra-siýa has ýokary bolsa, ol akymly bölekde çöker. Goşundylaryň bu şertlere laýyk gelýän amaly-usuly ýol bilen kesgitlenen ereýjiligi örän kiçi we amaly taýdan amala aşyryp bolmaýar, şonuň ýaly-da ol talap hem edilmeýär. Synagyň netijeleri diňe gurşawyň deňagramly ýag-daýa ýetilýän görkezijileri hemişelik saklanan ýagdaýynda hasaba alynýandygyny göz önünde tutmaly. Akymly bölegiň dinamikasynyň hakyky şertlerinde bug tutuş turbinadan örän az wagtda geçýär. Bu ýagdaýda goşundylar hasaplama basgançakda gaty faza görnüşinde çökmäge ýetişmän soňky basgançaklardaky çygda ereýärler.

Bug turbinalarynyň ulanylyş prosesinde olaryň himiki-suw düzgünine gös-göni täsir etmek mümkin däldir. Turbinalaryň suw düzgünine diňe öňki bölekleriň suw düzgünini üýtgedip täsir edip bolýar.

Bug turbinalarynyň suw-himiýa düzgüniniň ygtybarlylygy bug turbinalarynyň akymly bölegini himiki taýdan arassalamak bilen düýpli abatlaýyş işleriniň geçirilýän döwründen ýgy bolmadyk ýagdaýynda üpjün edilýär.

Umuman, akymly bölekde ýeňil ereýän goşundylar, meselem, natrili birleşmeler çöküp biler. Şonuň üçin buguň arassalygy kadalaşdyrylýar. Şeýle-de bolsa, turbina açylanda çökündilerde ýeňil ereýän birleşmeler ýüze çykarylmaýar, sebäbi turbinanyň her gezek saklanmagy, belli bir derejede onuň kuwwatynyň peselmegi turbinanyň çyg bug bilen öz-özünden ýuwulmagyna getirýär.

Akymly bölekde çökündileriň aýryp bolmaýan düzüjisi demir oksidli birleşmelerdir, olary doly aýryp bolmaýar. Polatlar häzirkî zaman energiýa bloklarynyň esasy, käbir ýagdaýlarda bolsa ýeke-täk, konstruktiv materialy bolup hyzmat edýärler. Ondan başga-da, buguň beýleki goşundylaryndan tapawutlylykda demiroksidli çökündiler ereýjiligiň otrisatel koeffisiýentine eýedir. Turbinalaryň basgançaklary boýunça buguň basyşy peselýär, ol onda demiroksidli birleşmeleriň ereýjiligini peseldýär. Şeýle bolsa buguň temperaturasy hem peselýär, ol tersine, onda demiroksidli birleşmeleriň ereýjiligini ýokarlandyrýar. Şonuň üçin demiroksidli çökündiler islendik görkezijili turbinanyň akymly böleginiň ähli basgançaklary boýunça ýeterlik deňölçegli emele gelýärler.

Energiýa bloklarynyň bug emele getiriji enjamlarynyň suw düzgünine baha bermeklik diňe bu elementleriň iş şertlerine gözegçilik etmek bilen çäklenmeýär. Bug emele getiriji enjamlaryň suw düzgüniniň turbinanyň iş ygtybarlylygyna täsiri has wajypdyr. Eger ol ýada beýleki düzgün bugy emele getiriji enjamyň işini gowulandyryp, şol bir wagtyň özünde bug turbinanyň işini ýaramazlaşdyrýan bolsa, onda energobloğuň bu himiki-suw düzgünü kabul edilmeli däl.

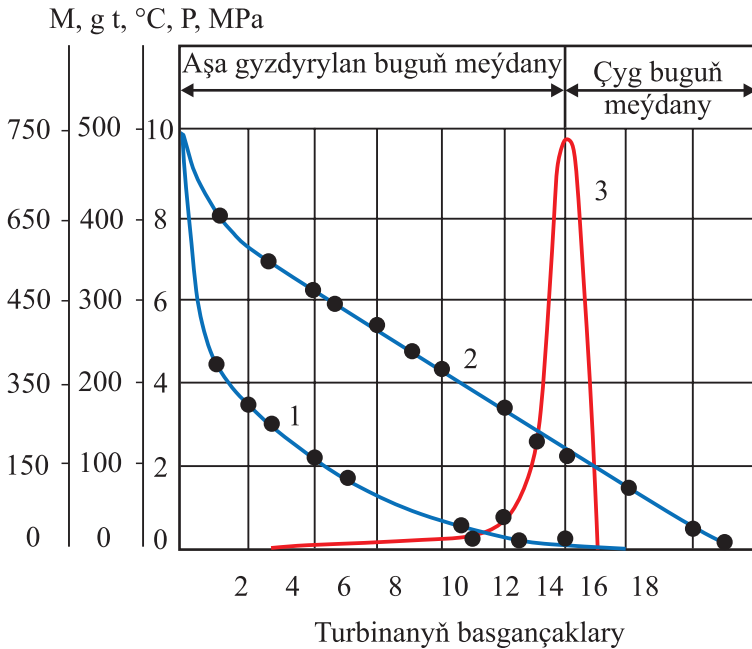
Bir düzgüniň turbinanyň işine täsirini ýüze çykarmak üçin, adatça, aşakdaky synaglary geçirýärler: 1) turbina saklanandan we açylandan soň akymly bölegiň ähli basgançaklaryndan soňky arassalanmadan soňky döwürde toplanan çökündileri aýyrýarlar we her basgançak boýunça olaryň massasyny we himiki düzümini kesgitleýärler; 2) turbinanyň her basgançagy üçin hasaplama ýoly bilen otrisatel PTK-nyň

peselmegini we amatly bilen deňeşdirilende az ýüklenmäni kesgitleýärler, soňra bu netijeleri buguň hemişe harçlanýan şertlerinde her silindrler boýunça hasaplaýarlar; 3) ulanylyş prosesinde synag geçirilýän döwürde bloguň aýlar boýunça işlenýän kuwwatlygy we aýda bir gezek – sazlaýjy basgançakdan soň, basyşyň tejribe maglumatlaryny alýarlar. Bu maglumatlaryň derňewi ol ýa-da beýleki himiki-suw düzgüniniň turbinaryň işiniň tygşytlylygyna we ygtybarlylygyna täsiri nukdaýnazaryndan oňa baha bermäge mümkinçilik berýär.

Bug turbinalaryny durnukly korroziýadan goramak üçin olary konserwirlemegiň soraglaryna seredeliň. Bug turbinalarynyň göwrümi örän kiçidir. Turbinalar saklananda, onda galan çyg bugaryar we turbina açylandan soň, onuň akymly bölegi gury galýar. Şonuň bilen baglylykda, adatça, bug turbinalaryny konserwirlemek boýunça degişli çäreleri geçirmeýärler, emma ony geçirmek üçin birnäçe teklipler bar. Meselem, saklanan turbınadan entek açylmanka ony doly guratmak üçin geçirilýän howany gyzdyrmaga niýetlenen kaloriferi gurnamak.

### **5.3.2. Ýokary we aşa ýokary basyşly bug turbinalarynyň himiki-suw düzgüni**

Energiya bloklarynyň düzüminde barabanly gazanly 9,8 we 13,8 MPa basyşa niýetlenen bug turbinalar işleýärler. Bu hili görkezijilere geçmezden öň maddalaryň we ilkinji nobatda, kremniý kislotasynyň doýgun we aşa gyzdyrylan bugdaky ereýjilikleri derňeldi, sebäbi bu proses onuň üçin beýleki goşundylaryň basyşyndan pes basyşlarda ýüze çykarylýar. Bu işleriň esasynda ýokary basyşly bug gazanlary ilki başdan iýmitlendiriji suw bilen ýuwmaklygy taslaýarlar. Bu görnüşli ýuwma buguň ýokary arassalygyny üpjün edýär. Ol ýeterlik we ДКП bug turbinalarynyň ygtybarly himiki-suw düzgünini üpjün etmek turbinaryň pes basyşynda hem ähli goşundylaryň bugdaky ereýjiliginiň hasabyna turbina mümkin bolan äkidilmesi peselýän СКП turbinalaryňka garanynda ýeňil çözülýän mesele ýalydy. Şonuň üçin gazanlara goşmaça goşulýan suw üçin başda diňe ýumşadylma ulanylýardy. Emma 9,8 MPa başlangyç basyşly bug turbinalarynyň ulanylyş prosesinde akymly bölekde aşa gyzdyrylan bugdan doýgun buga geçilende kremniý kislotasy bilen dolup başlady (5.9-njy surat).



**5.9-njy surat. 9,8 MPa başlangyç basyşly turbinanyň basgançaklary boýunça buguň görkezijileri we onda M çökündileriň ýaýramagy:**

*1 – buguň basyşy; 2 – buguň temperaturasy; 3 – çöküdi*

Şonda buguň kremniý kislotasy boýunça arassalygyny kadalaşdyrýan esasy ýörelgeler kabul edildi: olaryň turbina girelgesindäki başlangyç konsentrasiýasy doýgun buga we soňra çyg buga geçme meýdanyny öz içine alyp, turbinanyň ähli ýolunda aşa gyzdyrylan bugda ereýjiligini üpjün edýän çäkde bolmaly. Geçirilen barlaglar ýuwulýan buguň diňe goşmaça goşulýan suwy ýumşatmagy goşmaça kremnisizlendirmek bilen üpjün edip biljekdigini görkezdi. Soňra 13,8 MPa basyşly energiýa bloklaryna geçilende, buguň hiline bolan talaplar has ýokarlandy we goşmaça goşulýan suwy doly duzsuzlandyrylan suw ýaly taýýarlap başladylar.

Turbinadaky misli çökündiler barada aýdylanda bolsa, basyşyň misiň bugdaky ereýjiligine bolan täsirine baglylykda we buguň ýuwulýandygy sebapli, olaryň duş gelmeýändigini bellemelidir. Şeýlelikde, 9,8 MPa we 13,8 MPa basyşly bug turbinalarynyň ygtybarly himiki-suw düzgüni üpjün edilen diýip hasaplanylýar.

## 5.4. Turbinalaryň kondensatorlarynyň suw düzgüni

Kondensatorlaryň turbalarynda çökündiler diňe sowadyjy suwuň tarapynda duş gelýärler. Şonuň bilen baglylykda turbinalaryň kondensatorlarynyň doly düzgüniniň şerti tor suwuny gyzdyryjylar üçin häsiýetli şertlerden tapawutlanýar.

1. Kondensatorlary sowadyjy suwuň harçlanmasy ýylylyk torundaky suwuň harçlanmasyndan has ýokarydyr.

2. Kondensatorlary sowadyjy suwuň temperaturasy tor suwuny gyzdyryjylaryňkydan has pesdir. Şonuň üçin kalsili birleşmeler ýok diýen ýaly we goşmaça goşulýan suwy, esasan hem 1-nji punktada görkezilen suwuň harçlanmalarynyň tapawudyny hasaba alyp ýumşatmasaň hem bolýar. Emma suwy işlemegiň haýsy-da bolsa bir usulyndan peýdalanmaktan dolulygyna boýun gaçyryp bolmaýar. Garşylykly ýagdaýda turbalaryň içinde çökündiler döräp, ýylylyk çalşygyň işjeňligi peseler, wakuum ýaramazlaşyp, bloguň tygşytlylygy pese gaçyp biler.

3. CKII bloklaryň kondensatorlary üçin latun turbadan poslamaýan austenit polada geçmek talap edilmeýär, sebäbi kondensator turbalarynyň korroziýa önümleri bloguň duzsuzlandyryjy gurluşlarynda saklanýarlar. Bu wajyp ýagdaý, sebäbi tor gyzdyryjylarynyň we kondensatorlaryň gyzyan üstleriniň ölçegleriniň arasyndaky tapawut uly we suwlaryň harçlanmalarynyň tapawudyndan ýokarydyr.

Kondensatorlary sowadyjy suwy işlemeklik tehniki suw üpjünçiliginiň göni akymly we aýlanyşykly ulgamlary üçin tapawutlydyr. Göni akymly ulgam üçin, ol ýyly suwuň zyňylýan gaplaryndaky balyklaryň we beýleki janly-jandarlaryň ýaşayşa ukyplylyk şertlerini bozmaly däl. Kondensatorda ýylylyk çalşygyny gowulandyrmak üçin, turbinalaryň içki tarapyndaky suwunyň temperaturasyny gapdaky suwuň temperaturasy bilen deňeşdirilende, onuň ýokarlanmagynyň hasabyna biologik ösmegi üçin ýardam bermeýän şertleri döretmelidir.

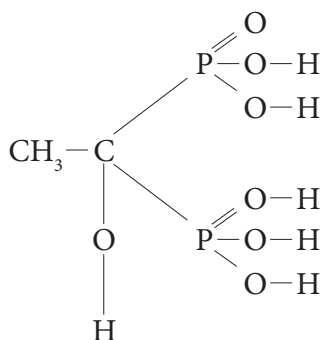
Kondensator turbalarynyň biologik ösmegi bilen göreşmek üçin suwy kondensatordan soň gaz görnüşli hloruň konsentrasiýasy  $0,3-0,5 \text{ mg/dm}^3$  çäklerde bolan hlor bilen işleýärler. Hloruň mukdaryny suw berijiniň ahyrynda zyňylýan suwda hlor hiç hili bolmaz ýaly saýlaýarlar. Garşylykly ýagdaýda hloruň otrisatel täsiri diňe bir sowadyjy ulgamdaky biologik aýratynlyklarda däl-de, eýsem tebigy suw gaplaryndaky aýratynlyklarda hem ýüze çykar. Hlory aýlanyşykly

sorujy enjama berýärler. Suwy döwürleýin hlorlaýarlar, sebäbi bakteriýalar hlorlanan gurşawa uýgunlaşmaga ukyplydyrlar. Hlory berme-giň döwürleýinligi we dowamlylygy suw gaplaryndaky jandarlaryň häsiýetnamasyna bagly bolup, tejribe ýoly bilen kesgitlenilýär.

Sowatmagyň aýlanyşykly ulgamy üçin sowadyjy suwy işlemegiň wezipesi kalsili çökündileri, esasan hem, kalsiý karbonatyny aýyrmak-dan ybaratdyr. Sowadyjyda suwuň belli bir böleginiň bugarmagyna baglylykda ondan erkin kömürturşy gazynyň käbir mukdary aýrylýar. Bu ýagdaýda suw  $\text{CO}_3^{2-}$  ionlar bilen baýlaşýar we  $\text{CaCO}_3$  kalsiý kar-bonatynyň çökme howpy döreyär. Bu hadysa bilen göreşmek üçin TUD boýunça aşaky usullaryň haýsy hem bolsa biri ulanylyp bilner: 1) suwda mis kuporosynyň  $0,2\text{--}0,3 \text{ mg/dm}^3$ -a deň bolan konsentra-siýasyny saklamak, emma suw «zeňlände»  $\text{CuSO}_4$  konsentrasiýasyny  $0,3\text{--}0,6 \text{ mg/dm}^3$ -a çenli ýokarlandyrýarlar; 2) suwda fosfatlaryň muk-daryny,  $\text{PO}_4^{3-}$ -e hasaplamada  $2,2,7 \text{ mg/dm}^3$  mukdarda üpjün etmek bilen suwy fosfatlamak; 3) sowadyjy suwuň talhlylygyny suwa kükürt kislotasyny goşmagyň hasabyna  $2,0\text{--}2,5 \text{ mmol/dm}^3$ -a çenli peseltmek.

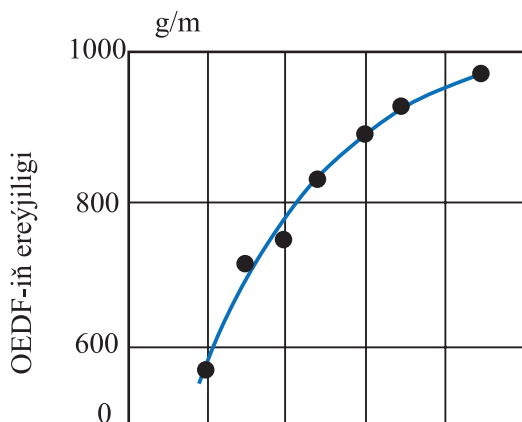
Soňky ýyllarda kondensator turbalarynda kalsili kesmek emele ge-tirijileriň önüni almak üçin suwa oksietilidendifosfon kislotasy (OEDF) goşulýar, ol sowadyjy suwuň hiline baglylykda  $0,25\text{--}4 \text{ mg/dm}^3$  g muk-darda goşulýar.

OEDF-ň gurluş şekili aşakdaky ýaly aňladylyp bilner:

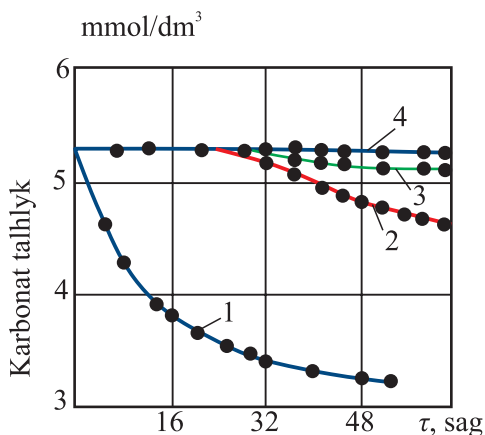


Şeýle-de bolsa, diňe bir OEDF duzuň ýokary ereýjiligi däl-de, eýsem kislotanyň özüniň hem ýokary ereýjiligi örän wajypdyr. Ol ýokary konsentrirenen erginleri almaga mümkinçilik berýär, ol kompleksonyň goşulmagyny ýeňilleşdirýär.

Sowadyjy suwda kalsiniň çökmeginiň önüni almak üçin derýadan alynýan sowadyjy suwlar üçin OEDF 0,5–1,0 mg/dm<sup>3</sup>-a deň bolan konsentrasiýasy ýeterlikdir, ol suw gaplarynda zyňmak üçin rugsat berilýän ululykdan has pesdir (2,5 mg/dm<sup>3</sup>-a çenli). Sowadyjy suwda OEDF konsentrasiýasynyň rugsat berilýän ululygy üçin onda mis saklaýan metal erginleriniň korroziýa tizligi ol goşulmaýan şertdäki tizlik bilen deňdir. Ol 1 mg/dm<sup>3</sup> konsentrasiýa üçin 5.3-nji tablisada görkezilendir.



5.10-njy surat. Suwdaky OEDF-iň temperatura baglylygy



5.11-nji surat. Sowadyjy suwda OEDF konsentrasiýasynyň karbonat talhlygynyň durnuklylygyna täsiri:

1 – suwy işlemesiz; 2, 3, 4 – OEDF deňşililinde 0,2; 0,5; 1,0 mg/dm<sup>3</sup> konsentrasiýalarda goşulanda



5.3-nji tablisa

**40°C temperaturada mis saklaýan metal erginleriniň (splawlaryň)  
korroziýa tizliginiň OEDF-iň mukdaryna baglylygy, g/(m<sup>2</sup>·sag)**

Metal erginleri	Korroziýanyň tizligi		
	OEDF goşulmasyz	OEDF 1 mg/dm <sup>3</sup> mukdarda goşulanda	OEDF 10 mg/dm <sup>3</sup> mukdarda goşulanda
Latun ЛI-68	0,028	0,0025	0,22
Latun ЛIO-70-1	0,0030	0,0025	0,18
MНЖ-5-1	0,0023	0,0021	0,45

## PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Suw – ýaşaýyşyň we bolçulygyň çeşmesi. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2015.
2. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow. «Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistanyň merdana suw hojalyk işgärlerine, oba zähmetkeşlerine we ähli halkyna ýüzlenmesi». / Türkmenistan, 2009-njy ýylyň 4-nji apreli.
3. Türkmenistanyň Ýaşullarynyň maslahatynda Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň sözlän sözi. 2013-nji ýylyň 23-nji oktýabry.
4. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň «Aziýanyň gurak we ýarym gurak zolaklarynda suw serişdelerini dolandyrmagyň baş ugry we tejribesi» atly halkara maslahata gatnaşyjylara ýüzlenmesi. / Türkmenistan, 2008-nji ýylyň 13-nji marty.
5. Türkmenistanyň hormatly Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Türkmenistanyň XX Halk Maslahatynda sözlän sözi. 2007-nji ýylyň 30-njy marty.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň VII bütindünýä suw forumynda eden çykyşyndan. 2015-nji ýylyň 12-nji apreli.
7. Türkmenistanyň «Suw kodeksi». – Aşgabat, 2016. № 456-V.
8. «Altyn asyr» Türkmen köli. – A. : Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
9. *Акользин П.А.* Предупреждение коррозии оборудования технологического водо- и теплоснабжения. – М.: Металлургия. 1986. – 96 с.
10. *Акользин П.А.* Коррозия и защита металлов теплоэнергетического оборудования. – М.: Энергоиздат. 1982. – 304 с.
11. *Акользин П.А.* и др. Водный режим паротурбинных блоков сверхкритических параметров / П. Акользин, Т. Х. Маргулова, О. И. Мартынова. – М.: Энергия 1972. – 175 с.
12. *Абдуллаев К.М.* и др. Водоподготовка на ТЭС при использовании городских сточных вод / К. М. Абдуллаев, И. А. Малахов, Л. Н. Полетаев, А. С. Соболев. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1988. – 271 с.

13. *Акользин П.А., Иванов Е.Н.*, Современная техника противокоррозионной защиты теплоэнергетического оборудования. Лекция. – М. 1979. – 34 с.
14. *Белан Ф. И., Сутоцкий Г. П.* Водоподготовка промышленных котельных. – М.: Энергия. 1969. – 327 с.
15. *Белан Ф. И.* Водоподготовка. М.: Энергия. 1980. – 256 с.
16. *Белоконова А.Ф.* Водно-химические режимы тепловых электростанций. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1985. – 246 с.
17. *Вихрев В.Ф., Шкроб М.С.* Водоподготовка. – М.: Энергия. 1973. – 416 с.
18. *Громогласов А.А., Копылов А., Пильщиков А.П.* Водоподготовка: процессы и аппараты. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1990. – 272 с.
19. Инструкция по щелочению паровых и водогрейных котлов. ЦЕНТРОЭНЕРГОМОНТАЖ. – М.: СЦНТИ ОРГРЭС. 1970. – 17 с.
20. Инструкция по эксплуатационному анализу воды, пара на тепловых электростанциях. – М.: СПО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО». 1979. – 12 с.
21. *Кострикин Ю. М.* Инструкция по анализу воды, пара и отложений в теплосиловом хозяйстве. – М.: Энергия. 1967. – 296 с.
22. *Кострикин Ю.М., Мецкерский Н.А., Коровина О. В.* Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: Справочник. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1990. – 252 с.
23. *Лапотышкина Н.П., Сазонов Р.П.* Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1982. – 201 с.
24. *Лифшиц О.В.* Справочник по водоподготовке котельных установок. – М.: Энергия. 1976. – 238 с.
25. *Мецкерский Н. А.* Эксплуатация водоподготовительных установок электростанций высокого давления. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1984. – 407 с.
26. Методические указания по приложению ионитов на водоподготовительных установках тепловых электростанций. РД 34.37. 526-94. – М.: 1994. – 38 с.
27. *Пааль Л.Л.* и др. Очистка природных и сточных вод. Справочник / Л.Л. Пааль, Я.Я. Кару. Х.А. Мельдер. Б.Н. Репин. – М.: Высш. шк. 1994. – 336 с.
28. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. (МИНЭНЕРГО России) – М.: СПО ОРГРЭС. 2003.

29. Рекомендации по выбору систем теплоснабжения (открытых, закрытых) с учётом качества водопроводной воды. – М.: СОЮЗТЕХЭНЕРГО. 1989. – 7 с.

30. *Стерман Л.С., Покровский В.Н.* Химические и термические методы обработки воды на ТЭС. – М.: Энергия. 1981. – 232 с.

31. *Стерман Л.С., Покровский В.Н.* Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1991. – 328 с.

32. *Сутоцкий Г.П.* 100 случаев аварийных ситуаций в теплоэнергетике по вине водно-химического режима. Екатеринбург. 1993. – 234 с.

33. Питьевая вода и водоснабжение населённых мест: СанПиН 2.1.4.559-96. – М.: 1996. – 110 с.

34. Водоснабжение, наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.02-84. – М.: 1985. – 134 с.

35. Типовая инструкция по эксплуатационным химическим очисткам водогрейных котлов. – М.: СОЮЗТЕХЭНЕРГО. 1980. – 28 с.

36. *Тебенихин Е.Ф., Гусев Б.Т.* Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике. – М.: ЭНЕРГИЯ. 1970. – 144 с.

37. *Тебенихин Е.Ф.* Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках. – М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ. 1985. – 142 с.

38. *Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф.* Водоподготовка в энергетике. – М.: Изд-во МЭИ, 2003.

39. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов ПБ 10-574-03. – М., 2003.

40. Типовой эксплуатационный регламент водно-химического режима барабанных котлов высокого давления РД 153-34. 1-37531-00.

41. Руководящий документ по объекту технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых электростанциях РД, 2000.

42. Вода для людей, вода для жизни. Доклад ООН о состоянии водных ресурсов мира. – М., 2003.

43. *Драгинский В. Л., Алексеева Л. П., Гетманец С. В.* Коагуляция в технологии очистки природных вод. Научное издание. – Москва, 2005, – 576 с.

44. *Гужулев Э.П., Шалай В.В., Гриценко В.И.* Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике. – Омск – 2005.

## MAZMUNY

Giriş .....	7
-------------	---

### BIRINJI BÖLÜM

ÝYLYLYK GÜÝÇ ENJAMLARYNYŇ, ÝYLYLYK TORLARYNYŇ HIMIKI-SUW DÜZGÜNI WE ESASY MESELELERI .....	10
---	----

### IKINJI BÖLÜM

HIMIKI GÖZEGÇILIK HIMIKI-SUW DÜZGÜNINIŇ ESASYDYR .....	15
---	----

### ÜÇÜNJI BÖLÜM

#### BUG GÜÝÇ ENJAMLARYNYŇ METALYNYŇ KORROZIÝASY WE ONUŇ BILEN GÖREŞMEGIŇ USULLARY

3.1. Esasy ýagdaýlar .....	18
3.2. Aşa gyzdyrylan bugda poladyň korroziýasy .....	21
3.3. Iýmitlendiriji suwuň ýolunyň we kondensat geçirijileriniň korroziýasy .....	23
3.4. Bug generatorlarynyň elementleriniň korroziýasy .....	27
3.4.1. Bugy emele getiriji turbalaryň we bug generatorlarynyň barabanlarynyň ulanylyş döwründäki korroziýasy .....	27
3.4.2. Bugy aş gyzdyryjylaryň korroziýasy .....	33
3.4.3. Bug generatorlarynyň durnuklylyk korroziýasy .....	34
3.5. Bug turbinalarynyň korroziýasy .....	36
3.6. Turbinalaryň kondensatorlarynyň korroziýasy .....	37
3.7. Iýmitlendiriji we ýyladyş tor ýollarynyň enjamlarynyň korroziýasy .....	39
3.7.1. Geçiriji turbalaryň we suw gyzdyryjy gazanlaryň korroziýasy .....	39
3.7.2. Ýylylyk çalşyjy enjamlaryň turbalarynyň korroziýasy .....	40
3.7.3. Gyzgyn suw üpjünçiliginiň hereket edýän ulgamynyň korroziýa ýagdaýyna baha bermek we korroziýanyň sebäpleri .....	43
3.8. Ýylylyk energetika enjamlarynyň we ýyladyş torlarynyň konserwasiýasy .....	48
3.8.1. Umumy ýagdaýlar .....	48
3.8.2. Barabanly gazanlary konserwirlemegiň usullary .....	49
3.8.3. Göni akymly gazanlary konserwirlemegiň usullary .....	50

3.8.4. Suw gyzdyryjy gazanlary konserwirlemegiň usullary . . . . .	51
3.8.5. Turba gurluşlaryny konserwirlemegiň usullary . . . . .	51
3.8.6. Ýyladyş torlarynyň konserwasiýasy . . . . .	52
3.8.7. Konserwasiýa üçin ulanylýan himiki reagentleriň (maddalaryň) gysgaça häsiýetnamalary we olar bilen işlenende seresaplylyk çäreleri . .	53

**DÖRDÜNJI BÖLÜM**  
**ENERGETIKA ENJAMLARDAKY ÇÖKÜNDILER WE OLARY**  
**AÝYRMAGYŇ USULLARY**

4.1. Bug generatorlaryndaky we ýylylyk çalşyjylardaky çökündiler . . . .	58
4.2. Çökündileriň düzümi, gurluşy we fiziki häsiýetleri . . . . .	63
4.3. Köp gezek aýlanşykly bug generatorlarynyň we ýylylyk çalşyjylaryň içki üstlerinde çökündileriň döremegi . . . . .	68
4.3.1. Duzly erginlerden gaty fazanyň (maddanyň) emele gelme şerti . . .	68
4.3.2. Aşgar-ýer kesmekleriniň emele gelme şerti . . . . .	70
4.3.3. Ferrosilikatly we alýumosilikatly kesmekleriň emele gelme şerti . . .	73
4.3.4. Demiroksidli we demirfosfatly kesmekleriň emele gelme şerti . . .	73
4.3.5. Misli kesmekleriň emele gelme şerti . . . . .	75
4.3.6. Ýeňil ereýän birleşmeleriň çökündileriniň emele gelme şerti . . . .	76
4.4. Göni akymly bug generatorlarynyň içki üstlerinde çökündileriň emele gelmegi . . . . .	80
4.5. Kondensatorlaryň sowadyjy üstlerinde we sowadyjy suwuň ýoly boýunça çökündileriň emele gelmegi . . . . .	82
4.6. Bug ýoly boýunça çökündiler . . . . .	85
4.6.1. Bugdaky goşundylaryň bugy aşa gyzdyryjylardaky hereketi . . . .	85
4.6.2. Bugdaky goşundylaryň bug turbinanyň akymly bölegindäki hereketi . . . . .	87
4.7. Suw gyzdyryjy enjamlarda çökündileriň emele gelmegi . . . . .	91
4.7.1. Çökündiler barada umumy maglumat . . . . .	91
4.7.2. Suw gyzdyryjy enjamlarda himiki gözegçiligi guramak we kesmegiň emele gelme işjeňligine baha bermek . . . . .	94
4.8. Ýylylyk elektrik stansiýalaryň we bug gazanlarynyň enjamlaryny himiki arassalamak . . . . .	96
4.8.1. Himiki arassalamanyň niýetlenmesi we reagentleri saýlamak . . . .	96
4.8.2. Bug turbinalaryny ulanylyşda himiki arassalamak . . . . .	99
4.8.3. Kondensatorlary we tor gyzdyryjylaryny ulanylyşda himiki arassalamak . . . . .	101
4.8.4. Suw gyzdyryjy gazanlary ulanylyşda himiki arassalamak . . . . .	104
4.8.5. Pes we orta basyşly suw gyzdyryjy we bug gazanlaryndan çökündileri aýyrmak üçin esasy reagentler . . . . .	107

**BĂŞINJI BÖLÜM**  
**ENERGETIKADA HIMIKI-SUW DÜZGÜNI**

5.1. Barabanly gazanlaryň himiki-suw düzgünleri . . . . .	110
5.1.1. Gazanlaryň içki prosesleriniň fiziki-himiki häsiýetnamasy . . . . .	110
5.1.2. Gazan we ýmitlendiriji suwlaryň düzümini sazlamagyň usullary . . . . .	111
5.1.2.1. Gazan suwuny fosfat bilen işlemek . . . . .	112
5.1.2.2. Ýmitlendiriji suwy amminirmek we gidrazin bilen işlemek . . . . .	117
5.1.3. Bugun hapalanmagy we olary aýyrmagyň usullary . . . . .	123
5.1.3.1. Umumy ýagdaýlar . . . . .	123
5.1.3.2. Ýylylyk elektrik stansiýalaryň we barabanly bug gazanlarynyň üfledilmesi . . . . .	127
5.1.3.3. Basgançakly bugartma we bugy ýuwma . . . . .	131
5.1.4. Himiki-suw düzgüniniň çökündileriň düzümine we gurluşyna täsiri . . . . .	141
5.2. Aşa kritiki basyşly bloklaryň himiki-suw düzgünleri . . . . .	144
5.3. Bug turbinalarynyň himiki-suw düzgüni . . . . .	145
5.3.1. Turbinanyň akymly böleginde goşundylaryň hereketi . . . . .	145
5.3.2. Ýokary we aşýokary basyşly bug turbinalarynyň himiki-suw düzgüni . . . . .	148
5.4. Turbinalaryň kondensatorlarynyň suw düzgüni . . . . .	150
Peýdalanylýan edebiýatlar . . . . .	154

*Sapargeldi Kakabaýew, Tawus Mamedowa,  
Maksatberdi Annaýew*

# ÝYLYLYK ELEKTRIK STANSIÝALARYNDA HIMIKI-SUW DÜZGÜNLERI

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktor	<i>B. Şabasanowa</i>
Teh. redaktor	<i>A. Nurýagdyýew</i>
Kompýuter bezegi	<i>H. Annamuhammedowa</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>J. Jumagylyjow</i>

Çap etmäge rugsat edildi 02.04.2020.  
Ölçeği 60×90  $\frac{1}{16}$ , Times New Roman garniturasý.  
Çap listi 10,0. Şertli-çap listi 10,0. Hasap-neşir listi 8,52.  
Neşir № 15. Sargyt № . Sany 300.

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň «Ylym» neşirýaty.  
744000. Aşgabat, 2011-nji (Azady) köçe, 61.

Türkmen döwlet neşirýat gullugynyň Metbugat merkezi.  
744015. Aşgabat, 2127-nji (G. Gulyýew) köçe, 51/1.