

**M. Goşayew, I. Handöwletow,  
B. Meredow**

# **ŞEKER ÖNDÜRMEĞİN TEHNOLOGIÝASY**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi  
tarapyndan hödürlenildi*

Türkmen döwlet neşirýat gullugy  
Aşgabat – 2010

**Goşayew M., Handöwletow I., Meredow B.**

**G 59 Şeker öndürmegiň tehnologiýasy.** Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow ýurdumyzyň ykdysadyýetini ösdürip, ony dünýäniň ösen döwletleriniň ykdysadyýetleriniň derejesine ýetirmek üçin ähli tagallalary edýär. Diýarymyzda bu ugurdaky işler «Türkmenistanyň durmuş – ykdysady ösüşiniň 2011 – 2030-njy ýyllar üçin Milli maksatnamasyna» laýyklykda alnyp barylýar. Ýurdumyzyň halk hojalygynyň ähli pudaklary bilen bir hatarda, azyk senagatyny hem güýçli depginler bilen ösdürmek göz önünde tutulýar.

Ýurdumyza azyk bolçulygyny berkitmekde gant önümçiliginiň ösdürilmegine uly ähmiýet berilýär. Bu okuw kitabynda şeker öndürilişiniň taryhy, gandyň himiki düzümi, şeker çňrigi, öý şertlerinde gant şugundyryndan şeker almak, gant şugundyryndan gant öndürmegiň tehnologiýasy, onuň tehnologik shemasyny esaslandyrmak, şeker zawodlarynyň tehnologik enjamlarynyň esasy görkezijileri we olary hasaplamak, şeýle hem gant önümleriniň ulanylyşy giňişleýin beýan edilýär.

„Maryşeker“ zawody gant şugundyryndan şeker öndürmek üçin Türkmenistanda gurlan ilkinji kärhanadyr. Kitapda bu zawodyň işleýiş aýratynlyklary, tehnologik özboluşlyklary öz beýanyňy tapýar.

Şeker öndürmegiň tehnologiýasy dersine degişli esasy meseleleri öz içine alýan bu okuw kitabynda girizilen temalaryň beýan edilişi döwrüň şu okuw dersine bolan ýokary talaplaryna laýyk gelýär. Kitabyň maksady talyplara bu dersniň aýratynlyklaryny çuňňur öwretmekden, olary şeker önümçiligine mahsus bolan prosesler we enjamlar bilen tanyşdyrmakdan ybaratdyr.

Kitap ýokary okuw mekdepleriniň talyplaryna, Türkmenistanyň Azyk senagaty assosiasiasynyň hünärmenlerine we giň okyjylar köpçüligine niýetlenilýär.



**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

Türkmenistanyň Prezidenti hormatly Gurbanguly Berdimuhamedowyň Täze Galkynyş we beýik özgertmeler eýýamyn-da bilim işgärleriniň önünde goýýan iň möhüm wezipeleriniň biri türkmen dilinde ýazylan we dünýä ülnülerine gabat gelýän okuw kitaplaryny taýýarlamak bolup durýar. Elinizdäki okuw kitaby bu wezipäniň durmuşa geçirilişiniň barşynda şeker öndürmegiň tehnologiýasy boýunça edilen ilkinji synanyşykdyr.

Kitabyň başynda şeker önümçiliginde esasy çig mal bolup hyzmat edýän şeker çňriginiň we gant şugundyrynyň gelip çykyşy we şekeriniň öndürilişiniň taryhy beýan edilýär.

Gant ilki şeker çňriginden öndürilipdir. Soňra gant şugundyryndan öndürilip başlanypdyr. Häzirki döwürde dünýä boýunça şekeriniň 55–60%-i şeker çňriginden, 40–45%-i bolsa gant şugundyryndan öndürilýär.

Şeker çňriginiň we gant şugundyrynyň taryhynda soňraky işler ony ekmegi, gaýtadan işlemegiň mehanizasiýasyny we önümi ahyrky arassalamagyň tehnologiýasyny kämilleşdirmekden ybarat bolupdyr.

Türkmenistanda şeker önümçiliginiň taryhy “Maryşeker” açyk görnüşli paýdarlar jemgyýetiniň döredilmegi bilen başlandy. «Maryşeker» zawody 1998-nji ýylyň iýun aýynda Türkmenistanyň Energetika we senagat ministrliginiň garamagyndaky gant şugundyryndan gije-gündizde 3000 t şeker öndürmäge niýetlenen kärhana hökmünde işe başlady. Kärhanada şeker önümçiligine degişli Russiýanyň, Ukrainanyň, Italiýanyň tehnologik enjamlary oturdyldy. Gurluşyk gurnama işleri “MaryGRES gurluşyk”, “Türkmenenergoremont”, “Türkmenhimmontaž” gurluşyk guramalarynyň, şeýle hem paýdarlar jemgyýetiniň öz hojalyk hasaplaşygyndaky gurluşyk toparynyň

hünärmenleriniň gatnaşmagynda Ukrainadan gelen hünärmenleriň kömegi bilen amala aşyryldy. “Maryşeker” zawody 2000-nji ýylda Türkmenistanyň Azyk senagaty assosiasiýasyna degişli edildi. Şol ýylda “Maryşeker” zawodynyň esasynda paýdarlar jemgyýeti döredildi. 2001-nji ýylda kärhanada şugundyr toşabyndan (melassa) her gije-gündizde 1500 dekalitr (dal) azyk spirtini öndürýän bölüm işe girizildi. 2002-nji ýylda kärhanada arak öndürýän bölüm işläp başlady. Häzirki wagtda kärhanada däneden gije-gündizde 1500 dal ýokary hilli azyklyk spirti öndürmäge ukyply desganyň gurluşyk-gurnama işleri ýerine ýetirildi. Şeýle hem, kärhanada gije-gündizde 2 t gant öndürýän we ony ykjam gaplara gaplaýan bölüm işläp başlady.

Mary welaýatynyň Garagum etrabyňyň “Ak-Altyn” daýhan birleşiginde gant şugundyrynyň tohumçylygyny ýerli şertlere uýgunlaşdyrýan ýöriteleşdirilen hojalyk döredildi. Häzirki döwürde bu kärhanada diňe öz ýurdumyzda ösdürilip ýetişdirilýän gant şugundyryndan şeker öndürilýär.

Kitapda gandyň himiki düzümi barada maglumatlar giňişleýin hem-de çuňňur beýan edilýär. Gantlar (uglewodlar) tebigy organiki maddalaryň örän wajyp we iň giňden ýaýran toparlarynyň biridir. Olar ösümlikleriň gury agramynyň 80%-ine çenlisini, haýwan organizmleriniň gury agramynyň bolsa 3%-ine golaýyny tutýarlar.

Kitapda şeker çişrigini we gant şugundyryny ösdürip ýetişdirmek, bu wajyp tehniki ösümliklerden şeker öndürmegiň tehnologiýasy hem-de olardan öý şertlerinde şeker almagyň usullary barada giňişleýin maglumatlar berilýär. Gant şugundyrynyň ösdürilip ýetişdirilişiniň aýratynlyklaryna, agrotehnikasyna, düzümindäki maddalaryň himiýasyna, biologiýasyna degişli bolan meseleler has giňişleýin we çuňňur beýan edilýär. Çünki häzirki döwürde gant şugundyry ýurdumyzda gandyň iň ygtybarly çeşmesi bolup hyzmat edýär. Bu bölümde gant şugundyryndan gandyň alnyşyna oňat göz ýetirmek üçin kitapda şugundyrdan öý şertlerinde şeker almagyň tehnologiýasyna ep-esli orun berilýär.

Gant şugundyryndan gant öndürmegiň tehnologiýasy we onuň tehnologik shemasy kitapda jikme-jik esaslandyrylýar. Onda “Maryşeker” zawodynda gant şugundyryndan şeker öndürmegiň teh-



nologik esaslary yzygiderli suratlandyrylýar, zawodyň tehnologik enjamlaryny görkezýän köpsanly suratlar getirilýär. Şeker zawodlarynda gant şugundyryny gaýtadan işlemekde, şugundyr we çişrik şekerini hem-de gant rafinadyny öndürmekde ulanylýan tehnologik enjamlaryň esasy görkezijileri we olaryň hasaplamalary şeker zawodlarynda şeker öndürmegiň tehnologik prosesiniň takyk yzygiderligine laýyklykda berilýär.

Kitabyň jemleýji bölümünde gandyň görnüşleri, onuň öndüriliş tehnologiýasynyň kemçilikleri, ulanylyşynyň adam saglygyna peýdaly we zyýanly taraplary barada maglumatlar berilýär.

Kitap talyplary şeker öndürmegiň tehnologiýasy boýunça tejribeleri geçirmäge hem taýýarlaýar. Munuň özi bellenişlige mynasypdyr, çünki geljekki hünärmenler degişli hünärleri ygtybarly ele almaklary üçin azyk önümleriniň tehnologiýasynyň esaslary bolan tejribe işlerini geçirmegi başarmalydyrlar.

Şu okuw kitaby talyplaryň temalara degişli nazary maglumatlary has giňişleýin we dördijilikli öwrenmäge bolan höweslerini doly kanagatlandyran diýen ynamymyz bar.

---

## I. ŞEKER ÖNÜMÇİLİĞİNİN TARYHY

---

Şeker (gant) – bu saharozanyň adatça tutulýan ýörgünli adydyr. Gant sözi uglewod diýen düşünjäniň sinonimidir. Ilkinji açylan uglewodlaryň aglabasynyň tagamy süýji bolupdyr.

Şekeriň watany Hindistandyr, ol 2300 ýyldan bäri bellidir.

Hindi dilinde शर्करा „sarkara“ sözi süýji diýmegi aňladýar. Rus we Ýewropa dillerine arap dilindäki ريس „sakkar“ sözünden geçipdir.

Owradylan gandyň ady bolan bu söz Hindistanda ilki palajyndan süýji şire sykylyp alynýan şeker çňrigini aňladypdyr. Şeker çňrigi induslaryň Manu Kanunynda we beýleki gadymy kitaplarynda ýatlanýlar. Soňra bu söz tutuş Hindistana ýaýrap, sanskrit dilinde sarkara, pali dilinde sakhara ýaly görnüşlerde ulanylmaga başlaýar. Manysy – „gum“, „owradylan kesek“. Hindilerden ol parslara şakar, araplara sukkar, olardan hem söwda ýoly arkaly Ýewropa ýurtlaryna saharos (ýunan), sakkarum (latyn), zucker (nemes), sucre (fransuz), suker (ukrain), sahar (rus) ýaly biri-birine ýakyn şekilde aralaşypdyr. Türki dillere hem bu söz arap-pars dillerinden geçýär.

Balyň, bişen miweleriň we ir-iýmişleriň süýji tagamyny bilenlerinden soňra adamlar gadym wagtlardan bäri başga iýmitleri birneme süýjetmek üçin ösümlüklerden süýji maddalary almagyň usullaryny gözläp gelipdirler. Şekeri hytaýlylar sorgodan, Müsürde köpýýlyk kösükli ösümlüklerden, Bengaliýada arenga agajyndan, Indostan ýarym adalarynda palma şiresinden, Kanadada klýon şiresinden, Polşada berýoza şiresinden, Litwiada pasternagyň kökünden, Belarussda petruşkadan alypdyrlar.

Hytaýda gant şiresi gadym wagtlardan bäri jöweniň baldagyndan alnyp gelnipdir. Ýöne bu şireden alnan gant oňat arassalanmandygy üçin hiç wagat gant şugundyryndan we şeker çňriginden alnan gant bilen bäsleşip bilmändir. Hindistan palma şekerini satuwa çykarýan ýeke-täk döwletdir, emma bu ýurt şeker çňriginiň gandyny has köp öndürýär. Ýaponiýada 2000 ýyldan gowrak wagat bäri süýji goşundy

hökmünde şalyňyň we darynyň krahmalyndan işlenilip alynýan so-lod gandy (däneli ekinleriň iri üwelen däneleriniň gandy) ulanylýar. Bu maddany (maltozany) hamyrmaýalaryň (drožžileriň) kömegi bilen adaty krahmaldan hem alyp bolýar. Ýöne sahara garanynda munuň süýjüligi pesdir. Muňa garamazdan, maltoza çörek-bulka we çaga iýmitiniň dürli görnüşlerini öndürmekde giňden ulanylýar.

Gadymy döwrüň adamlary şeker bolan isleglerini miweleri we gök önümleri iýmek bilen kanagatlandyrypdyrlar. Şonuň ýaly hem, bu ugurda saharaşasy köp bolmadyk birnäçe güller, şeýle hem nektar ulanylypdyr. Hindistanda 4000 ýyl mundan ozal Maduka (*Madhuca*) agajyňyň gülünden şekeriniň özboluşly çig önümini alypdyrlar. Af-rikada munuň üçin agajyň *Melanthus major* we *Protea cynaroides* görnüşlerini ulanypdyrlar.

Beloklar we ýaglar bilen bir hatarda gantlar adamzat durmuşynda esasy azyk önümleriniň biridir. Dünýä alymlarynyň häzirki döwre çenli toplan maglumatlaryna görä, şu agzalan üç sany iň esasy iýmit maddalarynyň içinde gantlaryň aýratyn orný bardyr, çünki süýdemdi-rijiler, şol sanda adamlar hem olary öz bedeninde sintezläp bilmeýär-ler. Şonuň üçin özlere iýmit hökmünde gerek bolan gantlary olar ösümliklerden alýarlar.

Energiýanyň çeşmesi hökmünde adamlara we haýwanlara şeýle zerur bolan gandy öndürmek meselesi şu günün iň wajyp problemalarynyň biri bolup durýar.

**Şeker çişrigi.** Şeker ilkişda çişrikden taýýarlanylýpdyr. Alym-laryň tassyklamalaryna görä, bu ösümlik ilkidurmuş jemgyýet gurluşy döwründe öz baldagynyň tagamly we ýeterlik derejede ýokumly bo-lany üçin meşhurlyk gazanypdyr. Şeker çişrigi ilki Täze Gwineýada we onuň ýakynyndaky adalarda ösüpdür. Biraz soňra ol Filippinlerde, Indoneziýada, Hytaýda, Indohytaýda we, elbetde, Hindistanda ös-dürilip ýetişdirilipdir. Taryhçylaryň tassyklamalaryna görä, Bengal aýlagynyň ýaşajylary Isa pygamberiň doglan gününden 1000 ýyl ozal şeker çişriginiň häsiýetini bilipdirler. Munuň üstesine-de, şol döwürde Bengaliýanyň özi Gur ýa-da Gaura (şeker ýurdy) diýlip at-landyrylypdyr. Asyrlaryň dowamynda poemalardan we rowaýatlar-

dan bize gelip ýeten maglumatlara görä, gadymy hindiler jadyly täsir edýän şypa beriji hökmünde şekerä örän ýokary baha beripdirler.

Ugurtapyjy hindi satyjylary ýakymly tagamlardan, gymmat bahaly daşlardan, agaçlaryň seýrek hilinden başga, adaty şekerden hem uly girdeji gazanyp boljakdygyny aňypdyrlar. Emma gant diňe Hindistanyň ýaşaýjylary üçin adaty saýylypdyr. Galan dünýä üçin bolsa, bu süýji nygmat elýetmez ajaýyplyk bolupdyr. Sowdagärler şekeri Müsüre, Arabystana we Ortaýer deňziniň ýurtlaryna çykaryp başlapdyrlar. Taryhy çeşmeleriň esasynda Ýakyn Gündogarda şeker çňrigi medeni ösümlik hökmünde biziň eýýamymyzyň ilkinji asyrlaryndan ýetişdirilip başlanypdyr. Rim taryhçysy Pliniý şekeri ilkinji sapar görüp we dadyp, şeýle diýipdir: „Bu çňrikden alnan baldyr. Ol akdyr, dişiň bilen döwülýän in uly tokgasynyň ölçegi grek hozy ýalydyr. Bu bal diňe lukmançylykda ulanylýar“. Şeker çňrigi Müsüre, Palestina, şonuň ýaly-da Ýsraýyla bu ýurtlary basyp alan araplar getiripdirler. Ýslam dünýäsinde giňden ýaýran bu ösümlik soňra Ýewropa düşüpdur. Ýewropada ortodoksal (belli bir taglymata, dünýägaraýyşa eýerýän) ruhanylary tarapyndan şeker uzak wagtyň dowamynda „şeýtanyň önümi“ hökmünde kabul edilipdir we ony ulanýanlar rehimsiz jezalandyrylypdyr. Emma, haçly ýörişe gatnaşyjylar Iýerusalimde we Aziýada bolanlarynda bu önümi dadyp, ähli tagamlylygyny duýup, şeker çňrigini Ýewropa getiripdirler we Ispaniýanyň günortasynda, Italiýada, şonuň ýaly-da, Sisiliýa adasynda ösdürip ýetişdirmäge synanyşypdyrlar. Şeýlelikde, ol bu ýurtlaryň ekerançylygyna ornaşypdyr. Ýewropalylar arap tehnologiýalaryny ulanyp, ondan şeker almagy öwrenipdirler. Ol ujypsyz mukdarda derman hökmünde dermanhanalarda satylypdyr.

Şeker çňriginiň watany diýlip iki ýurt: Hindistanyň demirgazyk gündogaryndaky hasylly jülgeler we Ýuwaş okeanyň günorta böleginde ýerleşýän Polineziýa adalary hasap edilýär. Botaniki barlaglar, gadymy edebiyat çeşmeleri we etimologik maglumatlar bu jedeli Hindistanyň peýdasyna çözüärler. Şol ýerde ýabany ösen şeker çňriginiň dürli görnüşleri esasy nyşanlary boýunça häzirki görnüşlerinden sähelçe tapawutlanypdyrlar.

Induslar şu güne çenli dünýäniň adamlarynyň deň ýarysynyň agyzlaryny süýjedyň çňrikden şeker almagyň usulyny ilki tapypdyrlar. Olar şeker çňriginden şire alyp, duw-ak kristallar emele gelýän-çä, ony gaýnadypdyrlar. Haçan-da Isgender Zülkarnaýynyň goşunlary hindileriň topragyna aýak basanlarynda, sanawsyz täsinlikleriň arasynda nätanyş süýji tagamly ak gaty önüm olaryň ünsüni derrew özüne çekýär. Sanskritçe „sarkara“ diýlip atlandyrylan bu täsin önüm şeker çňriginden alnan gant eken. Hut, Isgender Zülkarnaýynyň ýörişiniň netijesinde sarkara sözi bütün dünýä belli bolýar.

Biziň eýýamymyzdan 1800 we 1700 ýyl ozal şeker çňrigi Hindistandan Hytaýa geçýär. Bu barada Hytaý çeşmeleriniň birnäçesinde ýazylypdyr. Gang jülgesinde ýaşayanlar Hytaýlylara şeker çňriginiň baldaklaryndan şeker almagy öwredipdirler. Gadymy deňizde ýüzüjiler şeker çňrigini Filippinlere, Ýawa we Gawaýa getiripdirler. Ýüzlerçe ýyllardan soň Ispan deňizçileri Ýuwaş okeanda ýüzenlerinde ýabanylaşan şeker çňriginiň Ýuwaş okeanyň köp adalarynda ösýändigini görüpdirler.

Ýewropada şeker baradaky ilkinji ýatlamalar Isgender Zülkarnaýynyň Hindistana bolan ýörişi döwürlerine degişlidir. Goşunbaşy Nearh biziň eýýamymyzdan öň 327-nji ýylda Isgender Zülkarnaýyna: „Aýdyşlaryna görä, Hindistanda balarysyz bal berýän şeker çňrigi diýilýän ösümlük ösýär. Şeýle-de, bu ösümlükde miwe bolmazlygy-na garamazdan, ondan keýp beriji içgi ýasap bolýar“ – diýip, habar beripdir.

Biziň eýýamymyzdan öň IV asyrda Isgender Zülkarnaýynyň goşunlary şeker çňrigini ilki Afrika, soňra Ýewropa ýaýradypdyrlar.

Şondan 500 ýyl geçenden soň gadymy döwrüň esasy lukmany hasaplanylan Galen içagyryny, içege we böwrek kesellerini bejerýän, „Hindistandan we Arabystandan getirilen sakcharony“ näsaglara beripdir. Has soňra Eýranlylar induslardan gandy öndürmeği öwrenip, ony arassalamagy kämilleşdiripdirler. 700-nji ýyllarda Ýefrat jülgesinde kömür bilen arassalanan ak şeker öndürilipdir.

Araplar VII asyrdan IX asyr aralygynda öz agalyk edýän ýerlerini has giňeltmek üçin Ýakyn Gündogary, Demirgazyk Afrikany we Ispaniýany eýeleýärler we şol ýerlerde gant çňrigini ýaýradýarlar.

Wenesiýa musulman we hristian dünýäsiniň söwda merkeziniň çatrygynda ýerleşmek bilen, 500 ýylyň dowamynda şeker söwdasynyň Ýewropadaky merkezine öwrülipdir.

Portugal we Ispan deňizçileri XV asyryň başlarynda şeker çňrigini Atlantik okeanyndaky adalara ýaýradypdyrlar. Pedro de Atensa 1506-njy ýylda şeker çňrigini Santo-Domingoda (Gaiti) ekmegi buýrupdyr. Şeýlelikde, bu ösümlik Amerika kontinentine aralaşypdyr. Aradan 30 ýyl çemesi wagt geçenden soň bu ösümligiň şol töwerekdäki ähli adalara ýaýramagy netijesinde, West-Indiýa „Şeker adalary“ adyny alypdyr. Türkler 1453-nji ýylda Konstantinopoly basyp alanlaryndan soň Ortaýer deňziniň gündogarynda gant söwdasynyň peselmegi we demirgazyk Ýewropada ganda bolan islegiň has artmagy sebäpli, bu adalarda gant öndürmeklik güýçli depginler bilen ösýär.

XIV asyrdaky okgunly ösýän Wenesiýa Ýewropa şeker satmagy Musüriniň Aleksandriýa şäheriniň elinden alypdyr. Biraz soňra bolsa „şeker paýtagty“ ady Wenesiýadan Portugaliýanyň Lissabon şäherine geçipdir. Şol döwürlerde deňiz syýahatçysy Wasko da Gama Ýewropadan Hindistana ýakyn ýol açypdyr. Meşhur deňiz syýahatçysy Hristofor Kolumb bolsa şeker çňrigini Günorta Amerika eltipdir. Şeker çňrigi bu ýerde örän oňat düýp tutupdyr, tiz wagtda San-Domingo adasynda şeker gaýtadan işleýän zawodlaryň 30-dan gowragy bolupdyr. Taze dünýäniň şeker ekinzarlyklary sebäpli tiz wagtdan ähli „köne“ Ýewropa has arzan şeker alýar.

Şeker çňriginiň West-Indiýa adalaryna ýaýramagy we Günorta Amerika geçmegi bilen, ony ekmäge we gaýtadan işlemäge örän köp işçi güýji gerek bolupdyr. Basybalyjylardan ezilen ýerli halky bu işde ulanmak mümkinçiligi bolmandan soň, ýer eýeleri Afrikadan gullary getirip işledipdirler. Gant öndürmeklik gul eýeçiligi bilen göniden-göni bagly bolup, XVIII we XIX asyrlarda gullaryň gozgalaňy West-Indiýa adalaryny lerzana getirýär.

Russiýada ilkinji „süýji palatasy“ Pýotr I tarapyndan XVIII asyrdaky açylypdyr. Şeker öndürmek üçin çig mal daşardan getirilipdir.

Şeker çňriginiň baldagyndan gysyp şire almak üçin gysyjylar öküzlerniň we atlaryň kömegi bilen herekete getirilipdir. Soňra, bu işde ýeliň-şemalyň güýçli ösýän ýerlerinde ýel herekete getirijileri

ulanylypdyr. Şeker çinriginiň çygly wagty gysylyp alnan şire hekiň, palçygyň hem-de külüň kömegi bilen arassalanypdyr we soňra mis ýa-da demir gaplara guýlup, aşagynda ot ýakylyp gyzdyrylypdyr. Şol döwürde şiräni gaýnadyp, kristallaryň eremegine we gaýtadan kristallaşmagyna rafinirlemek diýip düşünişdirler. XVII asyryň ortalaryna dünýä boýunça gandy esasy öndürijiler Santo-Domingo we Braziliýa döwletleri bolupdyr.

Amerikanyň Birleşen Ştatlarynda şeker çinrigi ilkinji sapa 1791-nji ýylda Luiziana ştatynda peýda bolupdyr. Bu ýere ony ýe-zitler Santo-Domingodan getiripdirler. ABŞ-da şeker çinrigini ilki onuň baldagyny çeynöp sormak üçin ekipdirler. Şondan kyrk ýyl geçenden soň telekeçiler Antonio Mendes we Etýen de Bore rafinirlenen şeker öndürüp satmak üçin Täze Orleanda şeker çinriginiň ekin meýdanlarynyň düýbünü tutýarlar. Olaryň işiniň oňat netijesini gören beýleki ýer eýeleri hem tiz wagtdan Luiziana ştatynyň ähli ýerinde şeker çinrigini ösdürüp ýetişdirmäge başlaýarlar.

Şeker çinriginiň taryhyndaky soňraky işler ony ekip ýetişdirmegiň usullaryny, gaýtadan işlemegiň mehanizasiýasyny we önümiň ahyrky arassalanyşynyň tehnologiýasyny kämilleşdirmekten ybarat bolupdyr.

1802-nji ýylda fransuz Žozef Lui Prust üzümiň şiresinden glýukozany bölüp almagy başarýar. 1811-nji ýylda Konstantin Gotlib Sigizmund Kirhgof krahmaldan üzüm şekerini alýar. 1844-nji ýylda Karl Ernestowiç Şmit ylma uglewod adalgasyny girizýär. Ol üzüm gandyň ganyň düzüminde bardygyny anyklaýar.

**Gant şugundyry.** Gant çinrikden soňra gant şugundyryndan öndürilip başlanypdyr.

Häzire çenli ulanylýan şugundyr gandy Fransuz rewolýusiýasından soň giňden öndürilip başlandy. Halkara gapma-garşylyklary çinrik şekeriniň söwdasyny diňe bir Fransiýada däl, beýleki ýewropa ýurtlarynda hem düýpli çäklendiripdir. Süýji önümleriň bahasy onlarça esse artypdyr. Gandyň tagamyny diňe garyplar däl, baýlar hem ýatdan çykaryp başlapdyrlar. Şonuň üçin şeker Ýewropada ösýän ösümliklerden öndürmegi karar edipdirler. Munuň üçin şugundyry saýlapdyrlar. Marggraf atly nemes himigi şugundyrdan (soňra bu

ösümlige gant şugundryr diýip at beripdirler) şeker maddalarynyň şeker çîňriginiňkiden az dälidigini tejribe arkaly kesgitleýäpdir. Munuň anygyna ýetmek üçin Sileziýada şugundrydan şeker öndürýän tejribe zawody gurlupdyr. Alnan netijeler garaşylandan hem güýçli täsir galdyrypdyr. Şol döwürden bäri şugundry gandy şeker çîňriginiň gandy bilen bir hatarda süýjüni gowy görýänleriň arasynda meşhurlyk gazanypdyr.

Gant şugundrynyň Watany anyk däl. Hünärmenleriň çaklamasyna görä, taryhy döwürden öň, Günorta Ýewropada we Demirgazyk Afrikada bu ösümlik birýyllyk ýabany görnüşinde ösüpdir. Soňra gant şugundry sowuk ýurtlara aralaşyp, ikiýyllyk ösümlige öwürilipdir. Birinji ýylda kökünde gant toplan, ikinji ýylynda tohum beripdir. Häzirki wagtda gant şugundry kökünüň agramy we onuň süýjüligi iň ýokary derejä ýetende, ýagny wegetasion döwriň ahyrynda ýygnaýar.

1615-nji ýylda italýaly Fabrisio Bartoletti süýtde laktaza alýar. 1637-nji ýylda italýaly Anželo Sala şeker çîňriginden öndürilýän şekeri arassalamagyň täze usulyny oýlap tapýar.

Santa-Klara jülgesindäki (ABŞ-nyň häzirki Kaliforniýa ştatynyň territoriýasynda) derýanyň boýunda ýaşaýan indeýleriň ýabany ösýän gant şugundrynyň şiresinden nähilidir bir süýjüleri taýýarlaýandyklaryny ispan syýahatçylary habar beripdirler. Ýewropada eýýäm XVI asyrdan gant şugundrynyň düzüminde gandyň bardygyny bilipdirler. 1747-nji ýylda nemes himigi we metallurgy Andreas Marggraf mikroskopda gant şugundryna gözegçilik edip, onda şekeriň kristallarynyň bardygyny anyklapdyr hem-de ondan saharozanyň kristallaryny bölüp almagy başarypdyr. Gant şugundryndan gant öndürmegiň taryhynda ýene bir wajyp waka 1799-njy ýylda, ýagny, A.Ahardyň tejribehanada geçiren işleriniň esasynda bu önümiň öndürilmegi ykdysady nukdaý nazardan amatlydygy anyklanan dan soň ýüze çykdy. Munuň esasynda eýýäm 1802-nji ýylda Sileziýada (Germaniýa) gant şugundryndan gant öndürýän zawod işläp başlady.

Bu açyşlar Ýewropada gant şugundryndan şeker almagyň hem-de bu ugurda önümçiligiň ýola goýulmagynyň başlangyjy bo-



lupdyr. Munuň özi Yewropa şekeriň import edilmeginiň azalmagyna, bahasynyň arzanladylmagyna hem-de halk köpçüligine elýeterli bolmagyna getirdi.

XIX asyryň başynda Napoleonyň uruşlary wagtynda Britan gämileri Fransiýanyň kenarlaryny gabanlaryndan soň West-Indiýadan şekeriň getirilmegi wagtlaýyn kesilipdir. Bu ýagdaý Napoleon tarapyndan nemes nusgasy boýunça gant zawodlarynyň ençemesiniň gurulmagyna sebäp bolupdyr. 1811-nji ýylda bu bähbitli iş ýola goýlup, gant şugundyry ekilen meýdanlaryň möçberi eýýäm 32 müň gektara ýetipdir. Bütün ýurtda rafinad zawodlary işläpdirler.

Napoleon ýenlenden soňra Fransiýanyň bazarlary Karib adalarynyň şekeri bilen doldurylypdyr. Ýurduň ýaňy ýola goýlan gant zawodlarynyň öndürijiligi pese gaçypdyr. Lui Filipp we Napoleon III ýurt başyna geçenden soňky döwürlerinde ýene-de bu zawodlaryň işi täzedan ýola goýlupdyr. Şol döwürden başlap, gant Fransiýanyň ykdysadyýetiniň esasy pudagyna öwürilipdir.

Amerikada gant şugundyryndan gant öndürmek baradaky gürünler 1830-njy ýylda başlanypdyr. Filadelfiýada döredilen assosiýa gant şugundyryndan gant öndürmekligi öwrenmek üçin öz adamlaryny Ýewropa ugradypdyrlar. 1838–1879-njy ýyllarda gant şugundyryndan gant öndürmek işi 14 gezek gurnalypdyr, ýöne olaryň ählisi şowsuz bolupdyr. E. Daýer Kaliforniýada gant şugundyryndan şeker öndürmekde täze usuly oýlap tapyp, uly üstünlik gazanypdyr. Amerikada gant şugundyryndan gant şol täze usul bilen öndürilip başlanypdyr. Şondan bari bu ugur yzygiderli ösüp, häzirki wagtda gant şugundyryndan öndürilýän önüm ABŞ-da öndürilýän ähli gandyň 25 % -ni tutýar.

Gant şugundyryndan alnan gant şol zawodyň özünde rafinirlense, şeker çňriginden alnan gant (96–97% saharoza) ýörite rafinad kärhanalarynda arassalanylýar. Şeker çňriginden alnan önüm hapa goşundylardan: külden, suwdan we „şeker bolmadyk“ garyndylardan arassalanylýar. Soňky garyndylara ösümlik süýümleri, gabyklary we mumlary, beloklar, duzlar hem-de ýaglar degişlidir. Gant şugundyryndan we şeker çňriginden şekeriň köp mukdarda öndürilýändigini sebäpli bu önümiň bahasy örän arzandyr.



1843-nji ýylda Çehiýada kubik görnüşli şeker-rafinad oýlanyp tapylypdyr. Ony Daçise şäherindäki şeker zawodynyň dolandyryjysy Ýakow Kristof Rad oýlap tapypdyr. Şol zawodyň öňki duran ýerinde ýadygärlik şeker-rafinadyny almatlandyryan duw-ak kub oturdylandyr.

Statistiki hasaplamalara görä, rafinirlenen gandyň ýurt boýunça ulanylyşy adam başyna düşýän gird-ejä baglydyr. Jan başyna düşýän gandyň möçberi boýunça iň öňdäki orunlar Awstraliýa, Irlandiýa we Daniýa degişlidir. Bu ýurtlarda adam başyna ýylda 45 kg rafinirlenen gant düşýär. Bu görkeziji Hytaýda her bir adama 6,1 kg ganda deňdir. Köp tropiki ýurtlarda bolsa, Amerikanyň Birleşen Ştatlarynyň görkezijisinden (41,3 kg) aşakdyr. Bu ýurtlaryň adamlarynyň saharozany arassa bolmadyk görnüşde, miwe we gök önümleriň we süýji içgileriň düzüminde ulanmaklyga mümkinçilikleri bardyr.

Türkmenistanyň Prezidenti hormatly Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýurdumyzyň oba hojalygyny düýpli özgertmek barada kabul eden çözgütlerini üstünlikli durmuşa geçirmek, oba hojalyk we azyk önümleriniň öndürilýän möçberlerini has-da artdyrmak, ýurdumyzda ygtybarly azyk bolçulygyny üpjün etmek maksady bilen 2010-njy ýylyň aprel aýynyň 16-synda gol çeken Kararyna laýyklykda Türkmenistanyň Azyk senagaty assosiasiýasy we Mary welaýatynyň häkimligi daýhan birleşikleri, kärendeçiler, ýer eýeleri bilen şertnama baglaşmak esasynda 2010-njy ýylda Mary welaýatynyda jemi 15 müň gektar meýdanda, şol sanda 1 müň gektarda ýazlyk we 14 müň gektarda güýzlük gant şugundyryny ekmek we şol ýerlerden jemi 185 müň tonna hasyl öndürmek, öndürilen gant şugundyryny şertnamalaýyn nyrhlar boýunça satyn alyp, ony öndürijiler bilen wagtynda hasaplaşmak boýunça işleri geçirmäge borçly edildi.

---

## II. GANDYŇ HIMIKI DÜZÜMI

---

### 2.1. Umumy düşüňjeler

Gantlar (uglewodlar) tebigy organiki maddalaryň iň wajyp we giňden ýaýran toparlarynyň biridir. Olar ösümlikleriň düzümine girýän maddalaryň gury agramynyň 80%-ne çenlisini, haýwan organizmine girýän maddalaryň gury agramynyň bolsa 3%-ne golaýyny tutýarlar.

Gantlar, himiki nukdaý nazardan, suwda ereýän uglewodlaryň iňňän uly toparyna degişli bolan pes molekulýar massaly we azdäkände süýji tagamly maddalardyr. Bu ýerde gürrüň monosaharidler (ýönekeý gantlar) we molekulalary monosaharidleriň iki galynyndyndan durýan gantlar (disaharidler) barada barýar. Birinjisine glýukoza (ony kähallatlarda dekstroza ýa-da üzüm gandy diýip hem atlandyrýarlar) we fruktoza (miwe gandy, lewuloza) degişlidir. Ikinjisine laktoza (süýt gandy), maltoza (solod gandy – däneli ekinleriň iri üwelen dänesiniň gandy) we saharoza (şeker çişriginden ýa-da gant şugundyryndan öndürilen gant) degişlidir. Durmuşda sahározany „şeker“ ýa-da „gant“ diýip atlandyrýarlar.

Şeker (saharoza) – süýji kristallik madda bolup, ol, esasan, şeker çişriginiň ýa-da gant şugundyrynyň şiresinden öndürilýär. Arassa (rafinirlenen) görnüşde gant ak reňkli, onuň kristallary bolsa reňksiz bolýar. Kähallatlarda satuwdaky gandyň goňur reňkli bolmagy onuň düzüminde dürli mukdarda mala berilýän toşabyň (melassanyň) goşundysynyň bardygy bilen düşündirilýär.

Gant ýokary kaloriýaly iýmitdir, onuň 100 gramynyň energetik gymmaty, takmynan, 400 kkal barabardyr. Ol adam organizmi tarapyndan ýeňil siňdirilýän, ýokary konsentrasiýaly, örän ýokumly energiýa çeşmesidir.

Uglewodlaryň atlary ýalňyşlyk bilen goýlupdyr. Bu XIX asyryň ortalarynda bolup geçýär. Şol wagtlar gantly maddalaryň ählisi  $C_m(H_2O)_n$  formula gabat gelýär diýlip hasaplanypdyr; dogrudan

hem belli bolan uglewodlaryň ählisi şu formula gabat hem gelipdir. Glýukozanyň  $C_6H_{12}O_6$  formulasy  $C_6(H_2O)_6$  görnüşde aňladylypdyr.

Ondan soňky açylan gantlaryň käbiriniň formulasy oňki düzgüne gabat gelmändir. Uglewodlaryň hakyky wekili bolan ramnozanyň (ol hem Molişiniň reaksiýasyny berýär)  $C_6(H_2O)_5$  formulasy bardyr. Bütin toparyň birleşmesiniň „uglewodlar“ diýlip tutulýan adynda goýberilen ýalňyşlyk görnüp duran bolsa-da, muňa örän öwrenişilendigi üçin, onuň ady üýtgedilmän saklanypdyr. Häzirki günlerde himikleriniň köpüsi uglewodlaryň adyny „gantlar“ diýip tutmagy halaýar.

Gandyň bir görnüşini agaç ýonuşgasyndan gidroliz usulyny ulanyp, ýagny suw bilen dargatmak arkaly alýarlar. Agajyň ýonuşgasy we beýleki agaç galyndylary özünde uglewodlaryň polisaharidler toparyna degişli bolan sellýulozany saklaýarlar. Sellýulozadan gidroliz zawodlarynda glýukoza öndürýärler, ony dürli ýerlerde ulanýarlar. Köplenç, glýukozany ajadyp, etil spirtine öwürýärler. Etil spirti bolsa köp himiki sinteziň çig maly bolup hyzmat edýär. Himiýa pudagynyň in uly we özbaşdak ugry gidroliz senagatydyr.

Agajy gidrolizlemekden öň, onuň manysyna düşünmek gerek. Düşündirişi agaç ýonuşgasyndan başlanan, hyýardan we çöp çyradan başlalyň.

**Birinji tejribe.** Täze hyýary ýuwup, ony gyrgyçdan geçirmeli we gysyp şiresini almaly. Şiräni süzgüçden geçirmeli (ýöne bu hökman hem däl). Probirkada mis gidroksidiniň  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  erginini taýýarlamaly. Munuň üçin 0,5–1,0 ml iýiji natriniň NaOH erginine 2–3 damja mis kuporosynyň  $CuSO_4$  erginini goşmaly. Alnan çökündiniň göwrümüne deň bolan hyýar suwuny goşup, probirkany çaýkamaýly. Çökündi ereýär we gök reňkli ergine öwrülýär. Bu hili reaksiýa birnäçe gidroksid toparyny özünde jemleýän köp atomly spirlere mahsusdyr.

Gök reňkli ergin guýlan probirkany gaýnatmaly (ýa-da gaýnap duran suwda gyzdyrmaly). Ol ilki saralýar, soňra mämişi reňke öwrülýär, sowadylandan soň bolsa mis (I) oksidiniň  $Cu_2O$  gyzyl cökündisine öwrülýär. Bu reaksiýa organiki birleşmeleriň başga toparyna – aldegidlere mahsusdyr. Diýmek, hyýaryň şiresindäki maddada hem aldegid, hem spirt toparlary bardyr. Bu madda glýukozadyr. Gurлуşy

boýunça ol aldegidospirlere degişlidir. Şol sebäpli hyýaryň tagamy süýjümtikdir.

Bu tejribäni diňe bir hyýaryň şiresinde däl, ony şiresi süýji bolan beýleki önümlerde: üzümde, käşirde, almada, armytda hem geçirmek bolýar. Tejribe üçin hyýardan taýýarlanan atyr suwy hem ýaramlydyr. Glýukozanyň tabletkasynda hem tejribe geçirse bolar.

**Ikinji tejribe.** Çöp çyralaryň gantlanylyşy. Suwuň belli bir göwrümini alyp, oňa şol göwrümlü konsentirlenen kükürt kislotasyny goşmaly (hiç haçan kislotanyň üstüne suw guýmaň!). Erginli probirka çöp çyrany batyryp, ony gaýnatmaly. Netijede, çöp çyra kömre öwrülýär. Ol tejribä zyýan bermeyär.

Suw gaýnandan soň çöp çyrany alyp, başga probirka geçirmeli, onuň üstüne 1–2 ml suw guýmaly we gaýnatmaly. Indi iki probirka-da hem glýukoza bar. Muny barlamak üçin erginlere 2–3 damja mis kuporosynyň  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  erginini, soňra iýiji natriniň  $\text{NaOH}$  erginini goşmaly. Öňden tanyş gök reňk emele geler. Eger şu ergin gaýnadylyp sowadylsa, garaşylyşy ýaly, mis (I) oksidiniň  $\text{Cu}_2\text{O}$  gyzyl cökündisi emele gelýär. Şeýlelikde, glýukoza ýüze çykarylýar. Çöp çyranyň gantlanmagy sellýulozanyň gidroliziniň netijesidir (agaçda onuň mukdary 50%-e deňdir). Krahmalyň gidrolizi ýaly, kükürt kislotasy bu reaksiýada harçlanmaýar, ol katalizator bolup hyzmat edýär.

**Agaç ýonuşgasyndan şeker almak.** Farfor jamyna 2–3 nahar çemçesi agaç ýonuşgasyyny ýerleşdirmeli we suw bilen öllemeli. Ýene azrak suw we şol suwuň mukdaryça kükürt kislotasynyň erginini guýmaly. Olary oňat garmaly. Jamyň agzyny gapak bilen ýapyp, gaz pejiň demojagynda (duhowkasynda) bir sagatlap goýmaly.

Soňra jam dolýança onuň üstüne ýene suw guýup garyşdyrmaly. Ergini süzmeli we oňa üwelen hek ýa-da hekiň suwuny kömürturşy gazynyň  $\text{CO}_2$  köpürjikleriniň erginiň ýüzüne çykmagy tamamlanýança goşmaly. Onuň neýtrallaşmagynyň tamamlanandygyny lakmus kagyzy ýa-da elde ýasalan indikator bilen barlap görmeli. Indikator ergine batyryp barlamak hökman däl. Ol erginden 2–3 damja alyp, çüýşe plastinkanyň üstüne damdyrmaly ýa-da kiçijik probirka guýmaly. Jamdaky ergini süýt guýulýan çüýşe gaba guýmaly. Ony çäýkap, birnäçe sagatlap saklamaly. Kislota neýtrallaşanda emele gelen kalsiy

sulfaty jamyň düýbüne çökýär. Ýokarsynda glýukozanyň ergini galýar. Ony arassa jama guýup, süzgüçden geçirmeli.

Iň soňky ýerine ýetirilmeli iş bu jamyň içindäki ergini gyzgyn suwuň üstünde gyzdyryp bugartmakdyr. Şondan soň jamyň düýbünde glýukozanyň aşak çöken agymtyl sary kristallary galýar. Onuň tagamyny dadyp anyklap bolar. Ýöne bu önüm gaty arassa däl. Bu ýerde dört operasiýa ýerine ýetirildi: olara agaç ýonuşgasyny kükürt kislotasynyň erginine batyryp gaýnatmak, kislotany neýtrallaşdyrmak, süzmek we bugartmak degişlidir. Gidroliz zawodlarynda hem glýukoza şonuň ýaly yzygiderlilikde, ýöne beýle az möçberde däl-de, köp mukdarda alynýar.

Öýde taýýarlanylýan mürepbe köp wagtlap saklanylýsa, ol kristallaşýar. Bu ýagdaý ergindäki gandyň kristallaşmagy netijesinde bolýar. Dukanlarda satylýan mürepbeleriň kristallaşmagy bolsa örän seýrek duş gelýär. Sebäbi konserwa zawodlarynda mürepbeleri öndürmek üçin şeker çňriginden we gant şugundyryndan öndürilen gantdan – saharozadan  $C_{12}H_{22}O_{11}$  başga gantly maddalar, meselem, inwert gandy ulanylýar. Gandyň inwersiýasynyň nämedigini bilmek üçin, ýörite tejribä ýüzleneliň.

**Üçünji tejribe.** Probirka ýa-da stakana gandyň gowşak ergininiň 10–20 gramyny guýmaly we oňa birnäçe damja duz kislotasynyň gowşak erginini goşmaly. Bu probirkany gaýnap duran suwuň içinde 10–15 minut saklap gyzdymaly. Soňra kislotany neýtrallaşdyrmaly. Munuň üçin magniý karbonaty  $MgCO_3$  ulanylýsa oňat bolar. Dermanhanalarda satylýan düzümi has çylşyrymly bolan ak magneziýa diýilýänini hem ulanmak bolýar. Hiç bolmanda, içilýän soda  $NaHCO_3$  ulanylýsa-da bolýar, ýöne bu ýagdaýda erginde nahar duzy emele gelýär, ol bolsa gandyň süýjüligini pese düşürýär. Kömürturşy gazynyň köpürjikleriniň bölünip aýrylmagy tamamlanandan soň suwuklygyň durlanmagy üçin wagt bermeli. Kislotanyň neýtrallaşandygyna göz ýetirmek üçin ony indikator bilen barlap görmeli. Galan suwuklygy aýyrmaly we dadyp görmeli. Onuň tagamynyň süýjüligi başdaky erginden gowşakdyr (deňeşdirip görmek üçin ilkinji gant ergininden azrak saklap galmaly). Taýýar bolan erginde saharoza bolmaýar, ýöne täze iki madda – glýukoza we fruktoza emele gelýär. Bu prosese gandyň inwersiýasy, alnan garynda bolsa inwert gandy diýilýär.

Bu tejribede erginiň reňki, göwrümi we reaksiýanyň geçýän şerti öňküligine galýan hem bolsa, täsirleşmäniň geçýändigini daşyndan bilip bolmaýanlygy gyzyklydyr. Ondan gazlar we çökündiler bölünip aýrylmaýarlar. Şonda-da reaksiýa geçýär, muny görmek üçin bolsa optiki gurallar gerek bolýar. Gant optiki aktiw maddadyr. Polýarlanan ýagtylyk şöhleleri şeker ergininden geçirilende ol polýarlanma tekizliginiň ugruny üýtgedýär. Gant şöhläniň polýarlanma tekizligini aýlaýar, özem sagat diliniň aýlanýan ugruna ýa-da tersine belli bir kesgitli burça süýşürýär. Saharoza polýarlanma tekizligini saga – sagat diliniň aýlanýan ugruna, glýukoza, fruktoza we onuň gidrolizi netijesinde emele gelen önümleri bolsa çepe – sagat diliniň aýlanýan ugrunyň tersine aýlaýarlar. Bu hadysa inwersiýa diýilýär [inwersiýa (lat.) – aýlanmak diýmekdir].

Biziň elimiziň astynda optiki abzallar ýok hem bolsa, gandyň hakyktdan hem üýtgändigini himiki usul bilen barlap göräliň. Alnan şekere birnäçe damja metilen gök erginini (awtoruçkada ulanylýan gök syýa hem bolýar) we aşgaryň birazrak gowşak erginini goşmaly. Ol ergini suwda gyzdymaly, adaty gant salnan probirkada hiç hili üýtgeşiklik bolmaz, emma inwert gandy salnan probirkadaky ergin bütinleý diýlen ýaly reňksizlenýär. Inwert gandy kristallaşmaga adaty gantdan has pes derejede ukyplydyr. Eger onuň ergini seresaplylyk bilen bugardylsa, bala meňzeş goýy şerbet alynýar. Ol sowadylsa hem kristallaşmaýar. Galyberse-de, ary balynyň dörtde üç bölegi inwert gandyň düzümine girýän uglewodlardan – glýukozadan we fruktozadan durýar. Emeli bal hem inwert gandyndan taýýarlanylýar. Elbetde, şeker şerbedi baldan ýiti we özüne mahsus ysynyň ýokdugy bilen tapawutlanýar. Şerbediň bu kemçiligini belli bir derejede oňa tebigy baly goşmak bilen aýyrmak bolýar.

**Ulanylyşy.** Gant dürli tagamlaryň, içgileriň, çörek-bulka we konditer önümleriniň möhüm düzüm bölegidir. Gandy çaýa, kofä, kakao goşýarlar. Ol süýjüleriň, goýy gant şerbediniň (glazurlaryň), kremleriň we doňdurmalaryň hem esasy düzüm bölegini tutýar. Gant et konserwirlenende, deri eýlenende we çilim önümçiliginde ulanylýar. Ol miwelerden gaýnadylyp taýýarlanan dürli mürepbeleriň we gaýry önümleriň konserwanty hökmünde hem peýdalanylýar.

Gandyň himiýa senagatynda hem möhüm ähmiýeti bardyr. On-dan ýüzlerçe önümler alynýar we dürli ýerlerde, şol sanda plastmas-sa we derman önümçiliginde hem-de doňdurylan iýmit önümlerini öndürmekde ulanylýar.

Gandyň iýmitlik gymmaty 2.1–2.3-nji tablisalarda getirilýär.

*2.1-nji tablisa*

### **Gandyň iýmitlik gymmaty**

<b>Ak gant önümiň 100 gramynyň iýmitlik gymmaty</b>	
<b>Energetiki gymmaty 1619 kJ (1 kkal = 4, 1868 kJ).</b>	
Suw	0.03 g
Beloklar	0
Ýaglar	0
Gantlar	99.98 g
– disaharidler	99.91 g
Riboflawin (witamin B <sub>2</sub> )	0.019 mg
Kalsiý	1 mg
Demir	0.01 mg
Kaliý	2 mg

*2.2-nji tablisa*

<b>Goňur gant</b>	
<b>önümiň 100 gramynyň iýmitlik gymmaty</b>	
<b>Energetiki gymmaty 1576 kJ.</b>	
Suw	1.77 g
Beloklar	0
Ýaglar	0
Gantlar	97.33 g
– disaharidler	96.21 g
Tiamin (witamin B <sub>1</sub> )	0.008 mg
Riboflawin (witamin B <sub>2</sub> )	0.007 mg
Niasin (witamin B <sub>3</sub> )	0.082 mg



Piridoksin (vitamin B <sub>6</sub> )	0.026 mg
Folasin (vitamin B <sub>9</sub> )	1 mkg
Kalsiý	85 mg
Demir	1.91 mg
Magniý	29 mg
Fosfor	22 mg
Kaliý	346 mg
Natriý	39 mg
Sink	0.18 mg

2.3-nji tablisa

Ady	Rafinirle- nen ak şeker	Şeker çinriginiň arassalanmadyk goňur gandy		
		Russiýanyň önümi	Mawrikiýa- nyň önümi	Russiýada öndüri- len nabat süýjiler
Kaloriýalylygy, kJ	387	398	401	377
Gantlar, g	99,9	99,6	99,3	98,9
Beloklar, g	0	0	0,4	0
Ýaglar, g	0	0	0	0
Kalsiý, mg	–	13	–	40
Fosfor, mg	–	2	–	–
Magniý, mg	–	2	–	11,5
Marganes, mg	–	–	–	0,24
Natriý, mg	–	1	–	2,2
Kaliý, mg	–	21	–	110
Demir, mg	–	0,1	–	1

Bir çay çemçesi = 4 gram gant = 97,5 kJ.

### Gant önümleriniň görnüşleri

1. Şeker
2. Gant-rafinad
3. Nabat

4. Gant-kandis

5. Žele emele getiriji gant

Gant (saharoza) uglewodlaryň iňňän köp ýaýran topary – disaharidlere degişli bir wekilidir. Uglewodlar öz gezeginde şu aşakdakylara bölünýärler:

1) Monosaharlar ýa-da monozalar tagamy süýji, suwda oňat, spirtde bolsa ýaramaz ereýän we oňat kristallaşýan maddalardyr.

2) Polisaharidler ýa-da poliozalar. Bular öz gezeginde: a) gantda (saharoza) meňzeş kristallik *polisaharidlere* ýa-da *oligosaharidlere* we b) ganta (saharoza) meňzeş bolmadyk ýokary uglewodlara bölünýärler.

Tebigatda gant ösümlik we haýwan organizmlerinde, esasan-da, ösümliklerde giňden ýaýrandyr, olar (mysal üçin, glýukoza, fruktoza) özbaşdak erkin görnüşde hem-de polisaharidleriň düzüminde duş gelýärler. Polisaharidler – saharoza (gant), krahmal, gemisellýuloza (öýjük diwarjagazyny emele getirýän madda), we sellýulozadyr. Bulardan başga-da, olar ösümliklerde giňden ýaýran (gülleri we miweleri reňkleýji, deri eýleýji maddalar bolan tanninleriň (beloklaryň düzüminde bolýarlar), dürli glýukozidleriň düzümine girýärler.

Molekulalaryndaky uglerod atomynyň sanyna baglylykda ýönekeý gantlar (monosaharlar) triozalara, tetrozalara, pentozalara we geksozalara bölünýärler. Olardan tebigatda soňky iki topar: pentozalar we geksozalar has ýygy-ýygdydan duş gelýärler. Pentozalar polisaharidleriň düzümine girip, ösümliklerde erkin ýagdaýda duş gelenoklar. Geksozalar erkin ýagdaýynda-da, birleşen görnüşinde-de duş gelýärler.

Udel aýlanmanyň ( $[\alpha]_{D20}$ ) ululygy D-glýukozanyňky  $[\alpha]_{D20} = 52,5^0$ , D-fruktozanyňky  $[\alpha]_{D20} = -93^0$ , saharozanyňky bolsa  $[\alpha]_{D20} = 66,5^0$ . Udel aýlanma hasaplanýan wagty erginiň temperaturasy, konsentrasiýasy, ulanylan ýagtylygyň tolkun uzynlygy we ş.m. hasaba alynýar. Şoňa görä, udel aýlanmanyň ululygy berlen madda üçin ony deňeşdirip görmek we maddanyň arassalyk derejesi barada belli bir netije çykarmak üçin kesgitli fiziki hemişelik (konstanta) bolýar. Udel aýlanmanyň uglewodlar üçin aýratyn ähmiýeti bar, sebäbi gaýnamak we eremek temperaturasy olara mahsus däl. Galyber-

se-de, olar ýokary wakuumda peregonka edilende dargaýarlar. Erän uglewodlaryň polýarlanan şöhleleriň polýarlanma tekizligini aýlama burçunyň ululygyny polýarimetriň kömegi bilen kesgitleýärler. Gandyň polýarimetriki kesgitlenilişi şugundyrdan gant öndürilende giňden ulanylýar.

Glýukoza tebigatda diňe bir sany antipod görnüşinde, meselem, diňe D-glýukoza görnüşinde gabat gelyär. Onuň galan izomerlerini sintetiki usul bilen almak bolýar.

Ähli geksozalar  $C_6H_{12}O_6$  umumy formula eýedirler. Olar aldegidospirtlere (glýukoza) ýa-da ketospirtlere (fruktoza) degişli bolup, öz düzüminde bir sany aldegid ýa-da keton toparyny we birnäçe gidroksil toparlaryny saklaýarlar.

Monosaharlarda aldegid toparynyň bardygy sebäpli, olar güýçli gaýtaryjylardyr (dikeldijilerdir) – azotturşy kümşiň ammiak ergininden kümşi bölüp çykarýar (aldegidlere mahsus bolan „kümüş aýnasy reaksiýasy“), aşgarly erginde mis oksidini dikeldýär we ş.m.

Gantlaryň halka gurluşy organiki himiýada subut edilip, umumy ykrar edilendir. Gandyň düzümindäki aldegid topary gizlenen görnüşdedir.

Adaty durnukly monosaharidler alty burçly halka, olaryň durnuksyz önümleri we çylşyrymly gantlaryň molekulalarynyň düzümine girýän monosaharlary bolsa baş burçly halka görnüşinde suratlandyrylýarlar.

Karbonil toparyndaky kislorod özüne suwy birikdirýär, netijede, iki sany gidroksil (OH) topary peýda bolýar, olaryň biri şol durşuna molekulada galýar, beýlekisi bolsa gandyň spirt toparlarynyň biri bilen täsirleşip, kislorod köprüjigini emele getirýär. Netijede halkaly gurluş emele gelyär. Kislorod köprüjigi birinji uglerod atomyny dördünji uglerodyň atomy bilen ýa-da başinji uglerod atomy bilen birikdirip bilýär. Şonuň üçin, gantlary, degişlilikde, furanyň (başburç halkaly furanozlar) ýa-da piranyň (altyburç halkaly piranozlar) önümleri diýip hasaplaýarlar.

Şeýlelikde, uglerodyň başinji asimmetrik atomy ýüze çykýar we şonuň netijesinde stereoizomerleriň sany köpeliýär.

Geksozalardan ösümlüklerde aldogeksozalar – glýukoza, mannoza, galaktoza we ketozalar – fruktoza we sorboza gabat gelýärler. Olardan glýukoza we fruktoza (esasan hem, glýukoza) giň ýaýrandyr.

Bu gantlar dürli atlar bilen bellidirler. Glýukoza başgaça dekstroza (polýarlanan şöhläniň tekizligini saga aýlaýar) ýa-da üzüm gandy hem diýilýär. Fruktoza – lewuloza ýa-da miwe gandy hem diýilýär. Olaryň garyndysy inwert gandy diýlip atlandyrylýar. Olar edebiyatlaryň tablisalarynda getirilende, aýratynlykda görkezilmese, onda „monosaharlar“, „redusirleýji gant“ ýa-da „inwert gandy“ atlary bilen görkezilýärler.

Ösümlükleriň ähli organlarynda – miwesinde, ýapragynda, gülünde we kökünde glýukoza bardyr. Ol iň möhüm polisaharidleriň – krahmalyň, sellýulozanyň, şonuň ýaly-da köp glýukozidleriň düzümine girýär. Glýukoza krahmalyň kükürt kislotasynyň gatnaşmagynda geçýän gidrolizi netijesinde alynýar.

Glýukozanyň süýjüligi saharozanyňkydan we fruktozanyňkydan pesdir. Iň süýji gant fruktozadyr, ol glýukozadan 1,5 esse süýjüdir. Mannozanyň tebigatda az ýaýrandyr. Ol apelsiniň gabygynda we hozyň gaty gabygynda bardyr. Mannozanyň hozyň gabygyny gidrolizläp alýarlar.

Miweleriň köpüsünde glýukoza bilen birlikde fruktoza hem gabat gelýär. Ol glýukoza bilen birlikde saharozanyň düzümine girýär.

Inulin arassa, glýukozanyň goşundysy bolmadyk fruktozanyň galyndysyndan emele gelendir. Inulin **ýer armydynyň** kösüginde, **georginde, sikoriýniň** kökünde köpdür.

Ketogeksozalardan sorbozany ýatlamak gerek, ol rýabinanyň düzümine girýär. C witamini (askorbin kislotasy) sintezlenende çig mal hökmünde sorboza ulanylýar. Galaktoza erkin görnüşinde ösümlüklerde gabat gelmeýär. Ol dürli ösümlükleriň tohumyndaky galaktanlaryň düzümine girýär.

Pentozalar ösümlüklerde erkin görnüşinde örän az mukdarda gabat gelýärler. Olar polisaharidleriň düzümi bölegi hökmünde ýaýrandyr. Arabinoza – wişnya ýelminde, ksiloza – agajyň we däneleriň gabygynda bolýar. Ramnoza (metilpentoz) köp glýukozidleriň we pektinleriň düzümine girýär.

Umumy formulasy  $C_{12}H_{22}O_{11}$  bolan disaharidlerden ösümliklerde erkin görnüşinde diňe saharoza bardyr. Maltoza disaharidi – solod gandy, krahmalyň düzümine girýär, şondan hem gidrolizläp alýarlar. Maltoza çöregiň, gök önümleriň we beýleki krahmal önümleriniň aşgazanda siňmegi üçin aralyk önüm bolup durýar.

Maltozanyň düzümine glýukozanyň biri-biri bilen birleşen 2 bölejigi girýär. Glýukozanyň bir bölejigi onuň aldegid topary erkin galar ýaly edilip birikdirilendir. Şol sebäpli maltoza aldegidouglewodlara mahsus bolan ähli reaksiýalary berýär. Onuň süýjüligi saharoza-dan pesdir, şonuň üçin ony süýjüligi az bolan gandy talap edýänler, ýagny berhiz tutýan süýji keselliler iýýärler.

Sellobioza – glýukozanyň iki böleginden durýar we sellýulozanyň doly bolmadyk gidrolizi netijesinde alynýar. Ol hem feling suwuklygyny dikeldýär. Kän bir süýji dälidir.

Saharoza – şeker çişriginden ýa-da gant sugundyryndan öndürilýän gantdyr – fruktozanyň bir we glýukozanyň bir molekulasyndan durýar.

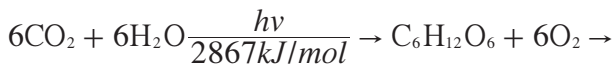
Ösümlikleriň düzümindäki şekeriniň mukdaryna şu aşakdakylar täsir edýärler:

1. Ösümligiň sorty;
2. Ösümligiň görnüşü;
3. Ýylyň pasly;
4. Ýagtylygyň ýitiligi, spektral düzümi, radiasiýanyň fotosintetik aktiw paýy we ş.m.
5. Howa şertleri;
6. Suw üpjünçiligi;
7. Toprakdaky mineral maddalaryň mukdary;
8. Beýleki ösümlikleriň allelopatik maddalary we başgalar.

Ýokary molekulaly gantlar (mysal üçin, sellýuloza) ösümlük öýjükleriniň esasy daýanç materýaly bolup hyzmat edýärler. Esasy uglewod molekulalaryndan ybarat bolan biopolimerler (mysal üçin, pagta we zygyr süýümi, wiskoza) bizi egin-eşik, gurluşyk materiallary we ýangyç (agaç), iýmit önümleri (gant – saharoza, krahmal) bilen üpjün edýärler.

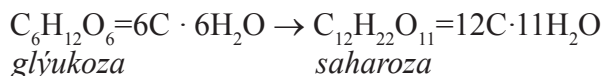
Uglewodlaryň wajyp çeşmesi hökmünde giňden ýaýran glikozidler diýilýän organiki maddalary ulanýarlar. Glikozidler uglewodlaryň spirtler, fenollar ýaly maddalar bilen birleşip emele getiren maddalarydyr. Uglewodlaryň tebigy çeşmesi bolup tanin we tanine meňzeş maddalar hyzmat edýärler. Olarda uglewodlaryň gidroksil toparlary aromatiki poliokislotalar (digallo we gallo kislotalary) bilen eterifisirleşen ýagdaýda bolýarlar.

Haýwanlaryň organizmi uglewodlary sintezlemäge ukypsyz bolandygy üçin olar bu birleşmeleri iýmit maddalary görnüşinde ösümlükden alýarlar. Ösümlüklerde uglewodlar uglerod (IV) oksidinden (kömürturşy gazy)  $CO_2$  we suwdan gün energiýasynyň täsirinde ösümlükleriň ýaşyl pigmenti – *hlorofilliň* gatnaşmagynda geçýän çylşyrymly proses bolan fotosintez reaksiýasy arkaly emele gelýärler:



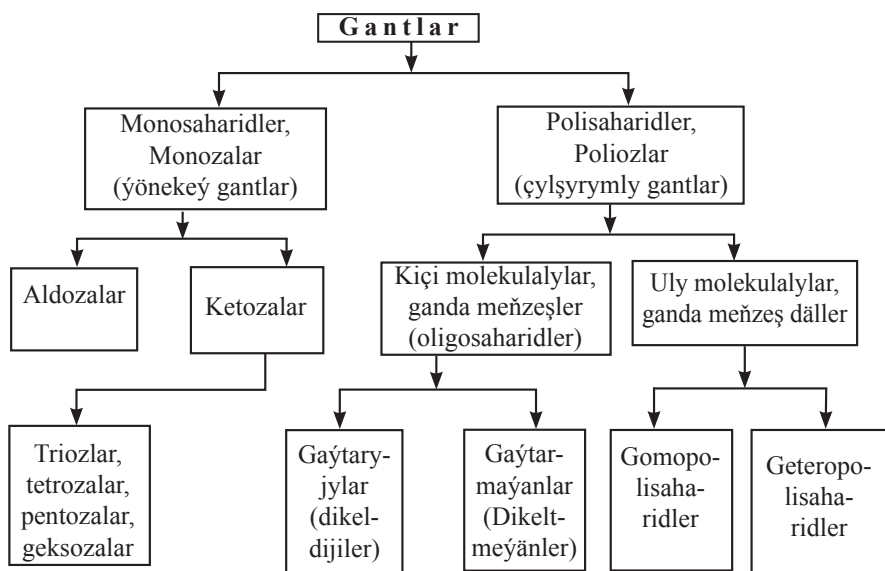
## 2.2. Gandyň toparlara bölünişi we gurluşy

Uglewodlar (başgaça - uglerodyň gidratlary) öz adyny olaryň ilkinji wekilleriniň molekulalarynda wodorodyň we kislorodyň 2:1 gatnaşykda bolandygy sebäpli, bu maddalary ugleroddan we suwdan ybarat bolan molekulalar hökmünde kabul edipdirler:



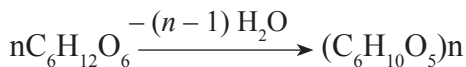
Uglewodlar himiýasynyň ösdügi saýyn, alymlar ýuwaş-ýuwaşdan bu düşünjäniň nädogrydygyna göz ýetirdiler. Mysal üçin, ramnoza  $C_6H_{12}O_5$ , dezoksiriboza  $C_5H_{10}O_4$  ýaly we käbir beýleki uglewodlarda wodorod atomlarynyň kislorod atomlaryna bolan gatnaşygy başgaçadyr. Emma, oňa garamazdan, edebiýatda çuňňur we mäkäm ornaşan öňki uglewod ady saklanyp galdy.

Gantlar şu aşakdaky toparlara bölünýärler:

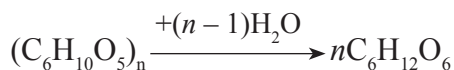


Monosaharidler düzümi boýunça köp atomly aldehide we ketospirlere (polioksialdegidlere we polioksiketonlara) deňşlidirler. Zynjyryndaky uglerod atomlarynyň sanyna görä olar tetrozalara (4C), pentozalara (5C), geksozalara (6C) we ş.m., düzümindäki aldegid ýa-da keton toparlaryna baglylykda bolsa, aldozalara we ketozalara bölünýärler.

Polisaharidler biosintez prosesinde polikondensasiýa reaksiýasy arkaly monosaharidlerden emele gelýärler. Reaksiýa suwuň molekulalarynyň bölünip çykmagy we molekulanyň çylşyrymlaşmagy bilen bolup geçýär:



Polisaharidleriň gidrolizinde bolsa, tersine, suw molekulalarynyň birleşmegi, kislorod köprüjiginiň duran ýerlerinde zynjyryň üzülmegi we molekulanyň sadalaşmagy bolup geçýär:



Polisaharidler gandameñzeşlere (oligosaharidlere) we ganda meñzeş dällere bölünýärler.

Kiçi molekulaly (ganda meñzeş) polisaharidler molekulasynda monozalaryň galyndysynyň köp bolmadyk (2–10) sanyny saklaýarlar. Olar suwda gowy ereýärler, süýji tagama we görnüp duran kristallik gurluşa eýedirler. Olaryň käbiri (maltoza, laktoza) mis (II) ionlaryny (Felingiň suwuklygyny) gaýtarýar (dikeldýär), şonuň üçin şeýle uglewodlara gaýtaryjy (dikeldiji) gantlar diýilýär. Başga käbirleri (saharoza, tregaloza) gaýtaryjylyk häsiýetlerini ýüze çykarmaýarlar, şonuň üçin olara gaýtarmaýan (dikeltmeýän) oligosaharidler diýýärler.

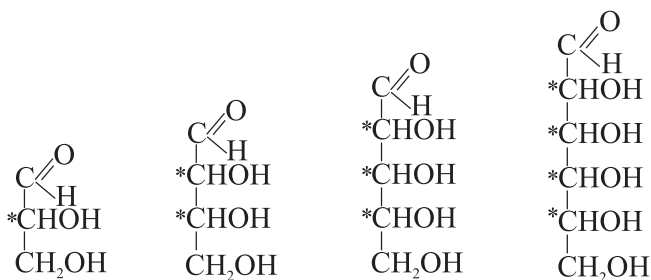
Uly molekulaly (ganda meñzeş bolmadyk) polisaharidler öz düzüminde monozalaryň galyndysynyň onlarçasyndan başlap, onlarça mününe çenlisini saklaýarlar; olar suwda eremeýärler, tagamsyz we kristallik gurluşy açyk ýüze çykarmaýarlar. Molekulasy diňe şol bir monosaharidiň galyndysyndan durýan polisaharidlere *gomopolisaharidler* diýilýär. Zynjyry dürli monosaharidleriň galyndysynyndan durýan polisaharidlere bolsa geteropolisaharidler diýýärler.

### 2.3. Monosaharidler: aldozalar, ketozalar izomeriýasy, konfigurasiýasy we genetiki hatarlary

Ýokarda görkezilişi ýaly, aldozalar uglerod atomlarynyň sany-na görä düzümi we gurluşy şu aşakdaky struktura formulalary bilen suratlandyrylýan triozalara, tetrozalara, pentozalara we geksozalara bölünýärler.

Aldozalaryň ählisi öz düzüminde asimmetriki uglerod atomlaryny saklaýarlar we birnäçe optiki izomerler görnüşinde bolýarlar. Optiki izomerleriň umumy sany Fişeriň formulasyna görä anyklanylýar:  $N = 2^n$ , bu ýerde  $n$  – asimmetrik uglerod atomlarynyň sany. Optiki izomerleriň her haýsynyň optiki antipody – *enantiomeri* bolýar, galanlaryna *diastereomerler* diýilýär.

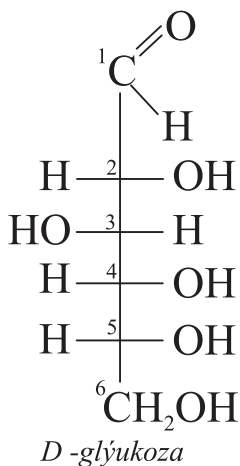




*Aldotriozlar   Aldotetrozlar   Aldopentozlar   Aldogeksozlar*

Şeýlelikde, olar uglewodlaryň iki hataryna – sag (D-hatar) we çep (L-hatar) degişli bolup, iki sany ( $2^1$ ) trioza antipodlaryň bir jübütini, dört sany ( $2^2$ ) tetroza – iki jübütini, sekiz sany ( $2^3$ ) pentoza – dört jübütini, on alty sany ( $2^4$ ) geksoza – antipodlaryň sekiz jübütini düzýärler.

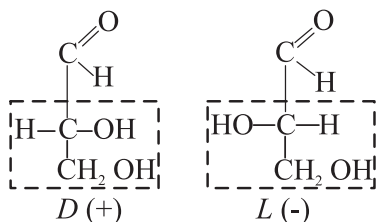
Aldozalaryň ählisi oňat öwrenilen uglewodlar bolup, olaryň käbiri tebigy önümleriň düzüminden bölünip, birnäçesi bolsa sintezlenip alnandyr. Aldozlaryň hemmesiniň otnositel konfigurasiýasy, ýagny asimmetrik uglerod atomlaryndaky toparlaryň D-gliserin aldegidiniň konfigurasiýasyna görä (giňişlikdäki gurluşy) ýerleşşi kesgitlenendir.



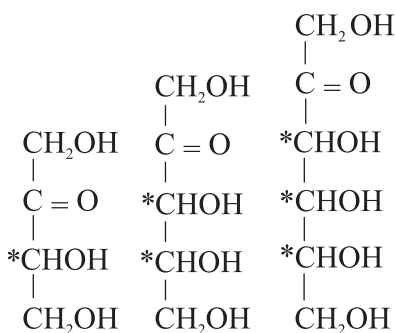
E. Fişer monozlaryň konfigurasiýalaryny tiz we amatly ýazmak üçin olary proyeksiýa formulalary görnüşde suratlandyrmagy teklip etdi: uglerod zynjyryny dik çyzyk görnüşinde görkezip, olaryň uçlarynda ilkinji we ahyrky funksional toparlaryny ýerleşdirýärler (aldegid toparyny hemişe formulanyň depesinde ýerleşdirýärler). *H* we *OH* toparlaryny olaryň giňişlikde ýerleşişlerine görä zynjyryň sag ýa-da çep tarapynda ýazýarlar.

Mysal üçin, E. Fişeriň teklibine görä, glýukozanyň formulasyny çepde görkezilişi ýaly ýazýarlar.

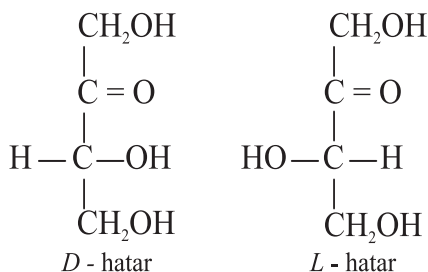
Aldozalaryň optiki izomerleriniň giňişlikdäki gurluşyny göz önüne getirmek amatly bolar ýaly olary gliserin aldegidinden getirip çykarýarlar. Ol iki sany antipod görnüşde bolýar (indiki sahypadaky shema seret).



Ketozalar uglerod atomlarynyň şol bir sanyna eýe bolan aldozalaryň izomerleri bolup, olar hem tetrozalara, pentozalara, geksozalara we ş.m. bölünýärler (*Arassa  $\alpha$ - we  $\beta$ -D-glýukozalary D-glýukozany absolýut spirtde bölekleyin kristallaşdyrmak,  $\beta$ -formany bolsa D-glýukozany piridinde kristallaşdyrmak arkaly alyarlar*). Olaryň düzümini we gurluşyny şu umumy formulalar bilen suratlandyrýarlar:

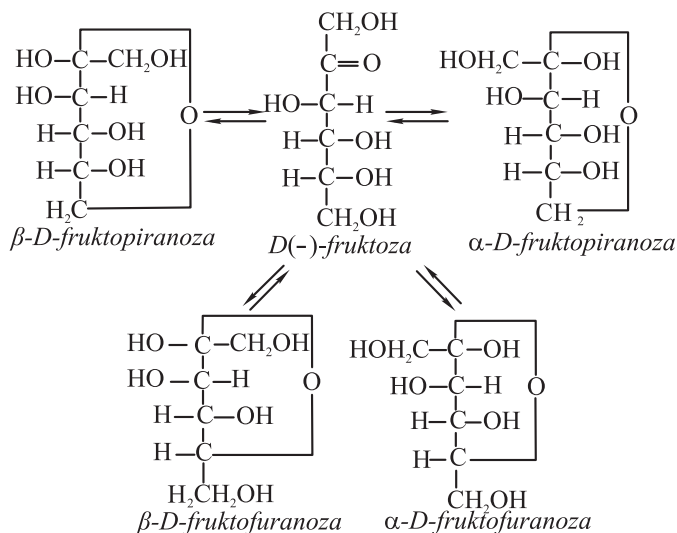


Ketozalar degişli aldozalardan bir sany asimmetrik uglerod atomyny az saklaýarlar, şonuň üçin olaryň degişlileriniň optiki izomerleriniň sany hem azdyr. Ýagny, ketotetrozalar –  $2^1 = 2$ , ketopentozalar –  $2^2 = 4$ , ketogeksozalar –  $2^3 = 8$  we ş.m. Ketozalaryň optiki izomerlerini hem hut aldozalaryňky ýaly iki hatara: L we D hatara degişli edýärler. Ketozalaryň D- ýa-da L-hatara degişlidigini molekulanyň gliserin aldegidine laýyk soňky asimmetriki uglerod atomyndaky ( $C = 0$ -dan başlap) gidroksid toparynyň ýerleşişine görä kesgitlenilýär:



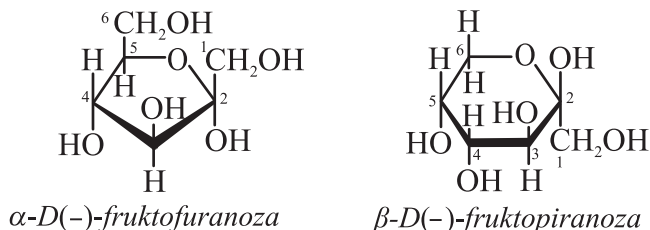
Ketozalar hem hut aldozalar ýaly iki formada: açyk keton (oksoforma) we halkaly poluasetal formada bolýarlar. Zynjyryň ýapylmasy gidroksil toparynyň karbonil toparyna ikili  $\pi$ -baglanyşygynyň üzülmeginiň hasabyna içkimolekulýar birleşmesi netijesinde bolup geçýär. Emma, ketozalarda karbonil toparynyň ikinji uglerod atomyna ýapyşyp durandygy üçin, ol ýa başynjy uglerod atomyndaky ( $\text{C}_5$ ) gidroksil topary bilen birleşip,  $\gamma$ -okisli furanoz halkasyny, ýa-da bolmasa altynjy uglerod atomyndaky ( $\text{C}_6$ ) gidroksil topary bilen birleşip,  $\delta$ -okisli piranoz halkasyny emele getirýär. Üstesine-de, poluasetal (glikozid) gidroksili ikinji uglerod atomynda emele gelýär. Halkaly  $\alpha$ - we  $\beta$ -formalar açyk görnüşe, onuň üsti bilen bolsa biri-birine geçip bilerler.

Ketozalaryň iň wajyp wekili bolan D-(-)-fruktozanyň mysalyn-da, olaryň tautomeriýasyny aşakdaky shema bilen görkezip bolar:



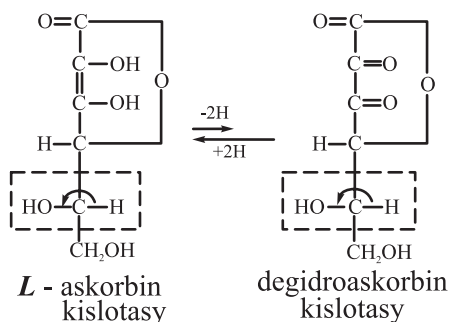
Ketozanyň bir formadan beýleki forma geçmeginiň daşky ýüze çykmasy *mutarotasiýadyr*. Mutarotasiýa – bu ýaňy taýýarlanan erginleriň aýlanma burçunyň üýtgemegidir.

Ketozalaryň açyk formalaryny suratlandyranlarynda Fişeriň proyeksiýa formulalaryny, halkaly formalar üçin bolsa Heuorsyň formulalaryny ulanýarlar:



Genetik nukdaý nazardan L-hatara degişli bolan witamin C ýa-da *askorbin kislotasy*, gurluşy boýunça monosaharidlere örän ýakındyr.

Askorbin kislotasynyň molekulasyndaky iki sany ýenol gidroksili onuň kislota häsiýetlerini kesgitleýär. Şo nuň üçin bu kislota aşgarlaryň täsirinde ýeňillik bilen duzlary emele getirip bilýär. Askorbin kislotasy – güýçli gaýtaryjydyr (dikeldijidir) we hatda gowşak okisleýjiler bilen hem okislenip, degidroaskorbin kislotasyna öwrülýär, ol bolsa gaýtarylanda ýene-de askorbin kislotasyny emele getirýär:



Askorbin kislotasy (C witamini) tabaga garşy ýa-da garamükür (singa) keselini bejermekde ulanylýar we tebigatda giňden ýaýrandyr, itburnuň miwesiniň 100 gramynda onuň möçberi 1000 mg (1 grama) çenli barýar, limonyňkyda – 50 mg, petruşkanyňkyda – 150 mg çenli bolýar. Bir adamyň askorbin kislotasyna bolan gije-gündüzki talaby

70 mg golaý. Ýöne, gynandyrýan zat, ol hem bolsa kislorodyň barlygynda gyzdyrylanda we saklanylanda durnuksyzlygy sebäpli bu kislota dargaýar. Häzirki wagtda C witaminini senagat möçberinde D-sorbitiň esasynda öndürmek ýola goýuldy. Askorbin kislotasyny gury süýt we konserwirlenen miweler öndürilende ajaýyp konserwant hökmünde ulanýarlar.

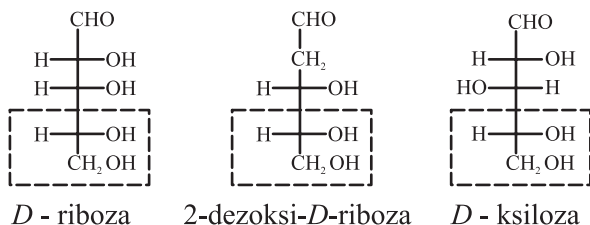
Monosaharidiň haýsy genetik hatara deňişlidigini onuň ahyrky (aldegid toparyndan hasaplanyňda) asimmetrik uglerodynyň konfigurasiýasy boýunça kesgitleýärler. Eger-de ol D-gliserin aldegidiniň konfigurasiýasyna gabat gelýän bolsa, ýagny gidroksil OH sag tarapda duran bolsa, monoza D-hatara deňişlidir. Eger-de gidroksil OH çep tarapda duran bolsa we monozanyň iň soňky asimmetriki uglerod atomy L-gliserin aldegidine gabat gelýän bolsa – ony L-hatara deňişli edýärler.

Monosaharidiň D ýa-da L hatara deňişlidigi formal taýdan ony diňe D ýa-da L gliserin aldegidinden alyp boljakdygyny görkezýär. Monosaharid erginleriniň tekiz polýarlanan şöhleleri aýlama ugry olardaky asimmetrik uglerod atomlarynyň konfigurasiýasyna baglydyr. Şonuň üçin, monozlaryň konfigurasiýasyny, ýagny olaryň haýsy genetiki hatara deňişlidigini uly harplar D we L bilen, aýlanmanyň ugryny - (+) – saga ýa-da (–) – çepediýip belleýärler. Aýlanmanyň belgisi (+ ýa-da –) harp belgilerinden soň goýulýar. Mysal üçin, D(–)-riboza diýen ýazgymyzda biz ribozanyň D-genetiki hatara deňişlidigini we onuň tekiz polýarlanan şöhleleri çep tarapa aýlaýandygyny görkezdik.

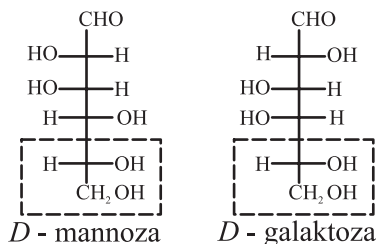
Karbonil topary bilen goňşy ýerleşen asimmetrik uglerod atomynyň konfigurasiýasy bilen tapawutlanýan aldozalara *epimerler diýilýär* (*Epimerler diýlip, bu düşüňjäniň has giňişleýin manysynda, asimmetrik uglerod atomlarynyň diňe birinde (haýsyndadygy hökmany görkezilmeli) konfigurasiýasy bilen tapawutlanýan optiki izomerlere aýdylýar*). (2.6-njy bölümçede – D-glýukoza we D-mannoza seret).

Tebigy pentozalar we geksozalar iň giňden ýaýran uglewodlardyr.

Aldopentozlardan in bellileri nuklein kislotalaryn düzümine girýän D-riboza, D-dezoksiriboza we pentozanlar ady bilen belli bolan polisaharidleriñ birnäçesiniñ düzümine girýän D-ksilozadyr:



Aldogeksozalardan örän giñden ýaýran D-geksozadan başga-da, D-mannoza we D-galaktoza giñden ýaýrandyr:



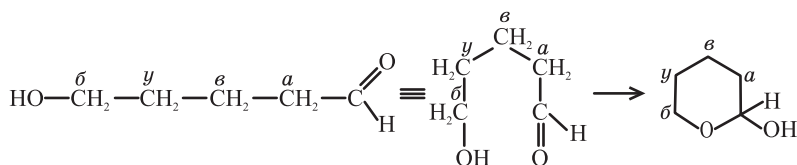
Tebigy monosaharidleriñ aglabasy D-hatara degişlidir.

## 2.4. Monosaharidleriñ halkaly görnüşleri. Tautomeriýa

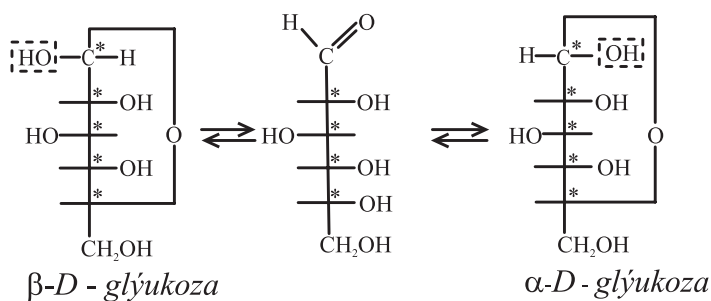
Häsiýetlerini teklipl edilen oksialdegidleriñ we oksiketonlaryñ formulalary arkaly düşündirip bolmaýan monozalar köpden bäri belidirlir. Hususan-da, aldozalaryñ fuksinkükürt kislotasy bilen reaksiýa girişmeýändigini we olaryñ natriý gidrosulfiti  $\text{NaHSO}_3$  bilen örän haýallyk bilen täsirleşýändigini düşündirmek kyndyr. Şonuñ bilen bir hatarda, alymlar aldozalarda gidroksil toparlarynyñ biriniñ reaksiýa bolan ukybynyñ ýokarlanýandygyna, izomerleriñ sanynyñ Fişeriñ formulasyndan gelip çykýan sanyndan iki esse köpdüğine, mutarotasiýanyñ, ýagny ýañyja taýýarlanan erginleriñ aýlanma burçunyñ üýtgemesiniñ bolup geçýändigine we ş.m. bardygyna göz ýetirdiler.

Bu çaprazlyklary düşündirmek üçin XIX asyryň aýagynda iru-giç dogry bolup çykan çaklama edildi, ýagny monosaharidleriň iki hili – diňe bir aldegidspirtleriň we ketospirtleriň gurluşyny däl, eýsem erkin aldegid (ýa-da keton) toparyny saklamaýan, emma, ony zynjyr üzülen-de aňsatlyk bilen emele getirip biljek içki halkaly poluasetallaryň bolup biljekdigi çaklanyldy. Soňky geçirilen barlaglaryň netijesinde monosaharidleriň (monozlaryň) kristalliki halatda halkaly gurluşda, erginlerde bolsa hem halkaly, hem-de dinamiki deňagramlylykda (*halkaly-zynjyrlý tautomeriýa*) aýyk okso-formada bolýandygy subut edildi. Şonuň üçin şertine baglylykda olar hem oksialdegidler we oksiketonlar ýaly hem-de poluasetallar ýaly täsirleşýärler. Deňagramly reaksiýalaryň deňagramlylygy reaksiýa gatnaşýan forma tarap süýşýär, netijede tutuş monoza reaksiýa bir formada gatnaşýar.

Halkaly formalaryň emele gelmegi aldegid toparynyň başinji uglerod atomyndaky ( $C_5$ ), ýa-da, seýregräk, dördünji uglerod atomyndaky ( $C_4$ ) gidroksil OH topary bilen täsirleşmesi netijesinde bolup geçýär. Bu atomlar uglerod zynjyrynyň konfigurasiýasy sebäpli giňişlikde burç dartgynlylygyny ýüze çykarman, biri-biri bilen ýakynlaşyp bilýärler. Şeýle öwrülişikler diňe bir monosaharidler üçin häsiýetli däldir. Mysal üçin,  $\delta$ -oksiwalerian aldegidini diňe halkaly poluasetal görnüşinde bolup bilýär:



Monosaharid zynjyrlaryndan halkalaryň emele gelmesi ( $C_5$ )-däki gidroksiliň wodorodynyň  $\pi$ -baglanyşygyň üzülmeginiň hasaby-na aldegid toparyndaky kisloroda birleşip, *poluasetal* ýa-da *glikozid* gidroksili diýilýänini (formulalarda çarçuwajyga salnan) emele getirmesi netijesinde bolup geçýär:



Wodorod atomy bölünip aýrylandan soň  $C_5$ -däki gidroksil toparynyň kislorody  $C_1$ -däki aldegid toparynyň uglerody bilen birleşýär. Netijede  $C_1$  u  $C_5$  uglerod atomlaryny birleşdirýän we alty agzaly halkany ýapýan kislorod köprüjigi emele gelýär.

Emele gelen birleşmeler gurluşy boýunça içki halkaly poluasetallara degişlidirler. Şonuň üçin şeýle gurluşa eýe bolan monozalaryň görnüşine halkaly ýa-da poluasetal gurluş diýilýär. Halkasynda alty atom saklaýan halkaly poluasetallara  $\delta$ -okisliler hem diýýärler, çünki olar  $\delta$ -okisli halka saklaýarlar; eger-de halka baş atomdan durýan bolsa, olara  $\gamma$ -okisliler diýýärler.

Poluasetal formada erkin aldegid topary ýokdur. Birinji uglerod atomy (aldegid toparyndaky) asimmetrik atoma öwrüldi. Molekulada täze (başinji) asimmetrik merkez peýda boldy. Netijede, halka ýapylanda bir sany açyk aldegid (okso-) formadan biri-birinden poluasetal gidroksilleriniň giňişlikde ýerleşişleri bilen tapawutlanýan iki sany halkaly poluasetal forma emele gelýär.

Poluasetal gidroksili monozanyň konfigurasiýasyny (D- ýa-da L-hatara degişlidigini) kesgitleýän gidroksil bilen bir tarapda ýerleşen halkaly görnüşe  $\alpha$ -forma diýilýär. Başgaça aýdylanda,  $\alpha$ -formanyň poluasetal gidroksili, erkin ýagdaýdalygyna ýa-da halkanyň düzümindedigine garamazdan, iň soňky (aldegid toparyndan hasaplanyňda) asimmetrik uglerod atomyna görä şertleýin *sis*-ýagdaýda bolýar.

Poluasetal gidroksili monozanyň konfigurasiýasyny (D- ýa-da L-hatara degişlidigini) kesgitleýän gidroksil bilen şertleýin *trans*-ýagdaýda ýerleşen halkaly görnüşe  $\beta$ -forma diýilýär.

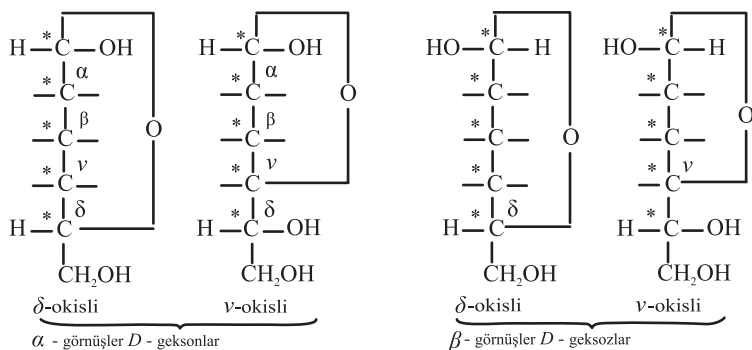


$\alpha$ - we  $\beta$ -formalar antipod dälidirler, olar *diastereomerlerdir*. Birinji uglerod atomynyň konfigurasiýasy bilen tapawutlanýan diastereomer aldazalary *anomerler* (diastereomerleriň aýratyn bir ýagdaýy) diýip atlandyryrlar.

Anomerleriň fiziki we himiki häsiýetleri dürli-dürlüdür. Mysal üçin,  $\alpha$ -D-glýukozanyň suwda ereýjiligi  $\beta$ -D-glýukozanyňkydan pesdir,  $\alpha$ -D-glýukozanyň eremek temperaturasy  $146^{\circ}\text{C}$ ,  $[\alpha]_{\text{D}}^{20} = +113^{\circ}$ .  $\beta$ -D-glýukoza suwda gowy ereýär, ony arassa görnüşde piridinde täzeden kristallaşdyryp alýarlar, ol  $149^{\circ}\text{C}$ -de ereýär.

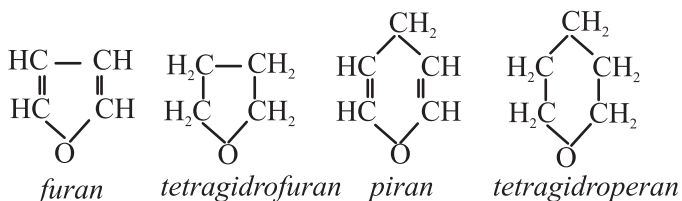
Monožanyň aldegid topary  $\text{C}_4$  atomyndaky gidroksil bilen hem täsirleşip bilýär. Bu ýagdaýda-da iki sany anomer poluasetal forma emele gelýär. Ýöne, olar alty agzaly halkalara däl-de baş agzaly ( $\gamma$ -okisli) halkalara eýe bolýarlar, çünki kislorod köprüjigi  $\text{C}_4$  we  $\text{C}_1$  uglerod atomlaryny biri-biri bilen birleşdirýär.

Halka görnüşli monožalarda asimmetrik uglerod atomlarynyň sany açyk görnüşli monožalaryňkydan bir sany köpdür, şonuň üçin olaryň optiki izomerleriniň sany iki esse köpdür ( $\alpha$ - we  $\beta$ -formalaryň



hasabyna); bu ýagdaý izomerleriň real sany bilen Fişeriň formulasy boýunça önünden hasaplanyp çykarylan sanynyň gabat gelmeýändigini düşündirýär.

Monožalaryň poluasetal formalarynyň formulalaryny ýazmagy we olary atlandyrmagy aňsatlaşdyrmak üçin Heuors Uolter Normen olary gidrirlenen geterosikller bolan piranyň we furanyň önümleri ýaly edip öwrenmegi teklipl etdi:

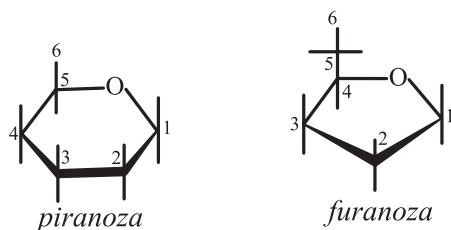


Düzüminde furanyňky ýaly baş agzaly ( $\gamma$ -okisli) halka saklaýan monosaharidleri furanozalar, alty agzaly ( $\delta$ -okisli) halka saklaýanlaryny bolsa piranyň önümleri hasap edip, *piranozalar* diýip atlandyrýarlar.

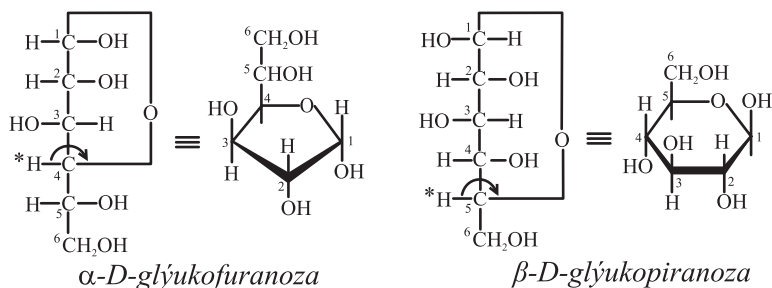
Halkanyň tipiniň adynyň öňünde gandyň adynyň baş bogunyny ýazýarlar. meselem,  $\alpha$ -D(+)-glýukopiranoza,  $\beta$ -D(-)-ribofuranoza we ş.m.

Piranozalaryň we furanozalaryň gurluşyny “perspektiw” formulalar (Heuorsyň formulalary) arkaly görkezmek amatlydyr.

Kislorodyň atomyny hemişe formulanyň ýokarky sag çüňkünde ýerleşdirýärler. Halkanyň tekizligini has aýdyň görkezmek üçin onuň okyja bakdyrylan bölegini ýogyn çyzyklar bilen suratlandyrýarlar. Halka girýän uglerod atomlary, adatyça, ýazylan, olar diňe belgilenýärler. Olaryň üstünden dik çyzyjaklar geçirilip, olaryň uçlarynda giňişlikde ýerleşişlerine laýyklykda wodorod atomlaryny we gidrok-sil toparlaryny ýazýarlar:

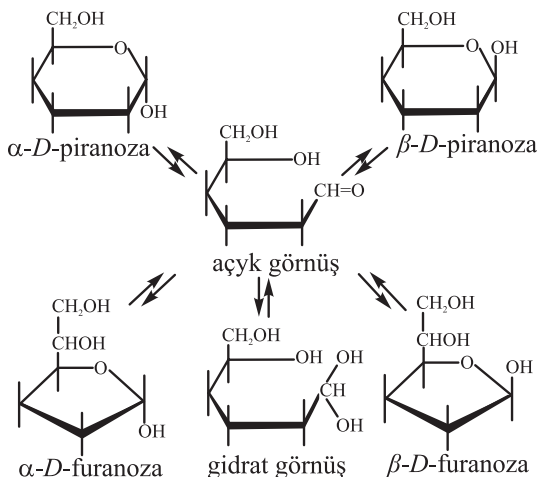


Munda zynjyrjygyň çep tarapyndaky atomlary we toparlary, wodorod atomyndan başgasyny, halkanyň tekizliginiň üstünde, ýagny onuň ýokarysynda, furanozalaryň  $C_4$ -de we piranozalaryň  $C_5$ -de, zynjyryň sag tarapynda ýerleşen gidroksil toparlaryny we wodorod atomlaryny bolsa halkanyň tekizliginiň aşagynda, ýagny aşakda ýerleşdirýärler:



Kristalliki halatda monosaharidler içki halkaly poluasetallaryň (piranozalaryň we furanozalaryň) gurluşyna eýedirler. Erginde eredijiniň täsirinde olaryň bir bölegi öz gurluşyny üýtgedýär we halkaly formadan açyk forma geçýär.

Bu proses zynjyr ýapylmasynyň tersine bolup geçýän prosesdir: kislorod köprüjigi dargaýar, poluasetal gidroksiliniň wodorody köprüjigiň kislorodyna birleşip, C<sub>5</sub>-de gidroksil toparyny emele getirýär. Glikozid gidroksiliniň kislorody wodorod atomy bölünip aýrylandan soň goşalaýyn (ikili) baglanyşyk bilen birleşip, aldegid toparyny emele getirýär. Şeýdip, açyk aldegid topary emele gelýär:

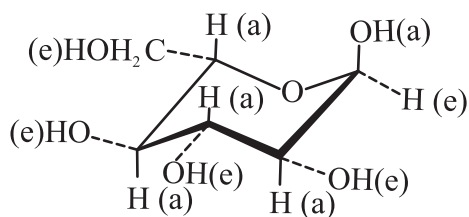


Molekulalaryň bir bölegi ýene-de poluasetal forma geçýär, netijede diňe bir başdaky  $\alpha$ -forma däl, eýsem onuň anomeri bolan  $\beta$ -forma hem emele gelýär. Munda alty agzaly halkaly poluasetallar bilen bir

hatarda baş agzaly halkaly poluasetallar hem emele gelýärler ( $\alpha$ - we  $\beta$ -forma). Ýañadan emele gelen okisli formalar hem azda-kände açylyp, açyk aldegid formasyny emele getirýärler.

Erginde bir formanyň beýlekisine öwrülmesi (tautomeriýa) üznüksiz bolup geçýär. Belli bir wagtdan soň bu prosesleriň tizligi durnuklaşýar we erginde dinamiki (hereketli) deňagramlylyk döreýär, munda ähli formalaryň sany üýtgemeyär. Deňagramlylyk ýagdaýynda aldozalaryň molekulalarynyň aglaba bölegi  $\alpha$ - we  $\beta$ -altyagzaly halkaly (piranoza) formada bolýar we diňe 0,02–0,4% – açyk aldegid formada (diňe ribozanyň açyk formasynyň möçberi 8,5% ýetýär). Şol sebäpden aldozalaryň suwly erginleri aldegid toparyna mahsus bolan reaksiýalaryň käbirini bermeyärler (ýa-da olar örän haýallyk bilen geçýärler). Ketozalarda, mysal üçin, fruktozada ketoformanyň möçberi suwly erginlerde ep-esli köpdür (ol birnäçe prosente ýetýär).

Heuorsyň formulalary halkanyň tekiz gurluşy göz önünde tutulyp çykarylandyr. Bu takmynan diňe furanozalar üçin dogrydyr. Monosaharidleriň rentgenostruktura barlaglarynyň görkezişine görä, piranozalar kürsi (“kreslo”) şekilli konformasiýada [siklogeksana mahsus bolan “kürsi” konformasiýasyna meňzeş] bolýarlar, üstesinde, gabarasy uly bolan toparlaryň mümkin bolan maksimal sany (dört) ekwator boýunça ýerleşendir. Şu maglumatlara laýyklykda  $\alpha$ -D-glýukopiranoza şeýle görnüşe eýedir.



## 2.5. Mutarotasiýa

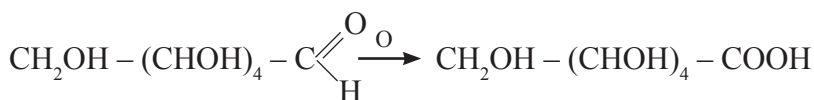
Arassa  $\alpha$ -D-glýukoza ( $[\alpha]_D^{20} = +113^\circ$ ) suwda eredilenden biraz wagt geçenden soň erginde açyk aldegid formanyň molekulalary peýda bolup başlaýarlar, ondan bolsa täzedan  $\alpha$ - we  $\beta$ -D-glýukozanyň ( $\beta$ -glýukozanyň ( $[\alpha]_D^{20} = +19^\circ$ ) halkaly formasynyň ikisi peýda bolýar. Bu reaksiýalaryň dowamynda tä deňagramlylyk ýagdaýy ýüze çykýança,  $\alpha$ -formanyň molekulalarynyň mukdary ýuwaşlyk bilen azalýar,  $\beta$ -formanyň molekulalarynyň sany bolsa ýuwaş-ýuwaşdan köpeliýär, munuň şeýlediginiň daşky ýüze çykması hökmünde  $\alpha$ -glýukozanyň täze taýýarlanan ergininiň aýlanma burçunyň durdygyça  $+113^\circ$ -dan  $+52^\circ$ -a çenli azalmagyny görkezip bolar. Elbetde, deňagramlylykda glýukozanyň hemme tautomeriýa formalary bolup biler, ýöne, ýokarda aýdylyşy ýaly, olaryň arasynda  $\alpha$ - we  $\beta$ -glýukopiranozalar artykmaçlyk edýärler.

Arassa  $\beta$ -D-glýukozanyň ( $[\alpha]_D^{20} = +19^\circ$ ) kristallary suw bilen garylanda şonuň ýaly bolýar. Onuň molekulalarynyň bir bölegi açyk aldegid formanyň üsti bilen  $\alpha$ -forma ( $[\alpha]_D^{20} = +113^\circ$ ) geçýär. Munda täze taýýarlanan erginiň aýlanma burçy durnukly deňagramlylyk ýagdaýy ýüze çykýança, ýagny erginde tautomeriýa formalaryň üçüsiniň hem deň mukdarynyň deňagramly garyndysy emele gelýança,  $+19^\circ$ -dan  $+52^\circ$ -a çenli köpeliýär.

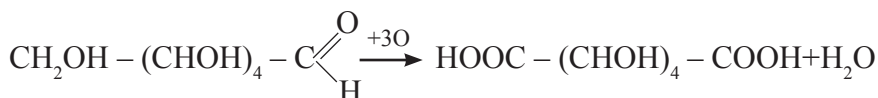
Gantlaryň ýaňy taýýarlanan erginleriniň aýlanma burçunyň üýtgemegine mutarotasiýa diýilýär. Ol, başgaça aýdanynda gantlaryň bir tautomeriýa formasynyň tautomeriýa deňagramlylyk ýagdaýy emele gelýança başga tautomeriýa formasyna geçmegidir.

## 2.6. Monosaharidleriň häsiýetleri

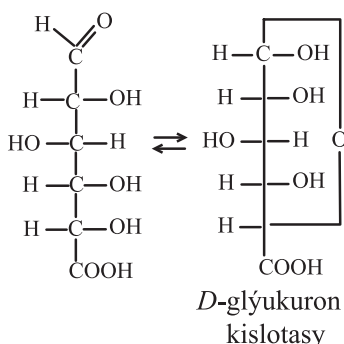
**Okislenmesi.** Aldozalary seresaplylyk bilen, mysal üçin, brom suwy bilen okisläniňde uglerodyň şonça sanyny saklaýan we aldona kislotalary diýlip atlandyrylýan bir esasly polioksikislotalar emele gelip başlaýarlar, glýukoza glýukon kislotasyny, mannoza – mannona kislotasyny we ş.m. emele getirýärler:



Has güýçli okislenende (mysal üçin, konsentrlenen azot kislota-sy  $\text{HNO}_3$  bilen) iki esasly oksikislotalar (gant kislotalary) emele gelýär; glýukozany okisläp alnan iki esasly oksikislota glýukogant kislota-sy (glýukosaharnaýa kislota) diýilýär:

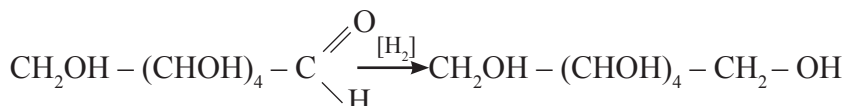


Karbonil toparynyň ýokdugy sebäpli aldon kislotalary hem, gant kislotalary hem halkaly-zynjyrlý tautomeriýa ukypsyzdyrlar.



Aldon kislotalaryny monosaha-ridleriň önümleri bolan tebigatda giňden ýaýran *uron kislotalary* bilen garjaşdyrmaly däl. Uron kislota-lary – bular polioksialdegidokislo-talardyr, mysal üçin: uron kislotalary hem edil adaty monosaharidler ýaly, halkaly-zynjyrlý tautomeriýa ukyply-dyrlar.

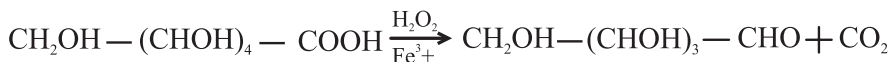
**Gaýtarylyşy (dikeldilişi).** Gaýtarylanda (dikeldilende) monosa-haridler köp atomly spirtleri emele getirýärler:



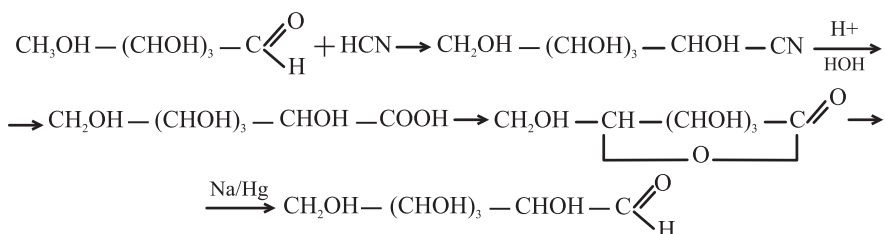
Mysal üçin, *D*-glýukoza gaýtarylanda (dikeldilende) alty atomly spirt – *D*-sorbit emele gelýär.

**Aldozalaryň zynjyryny gysgaltmak.** Aldon kislota-synyň kalsiý duzy  $\text{Fe}^{3+}$  gatnaşmagynda wodorodyň öteturşusy  $\text{H}_2\text{O}_2$  bilen okislen-

dirilende gönüden-göni bir uglerod atomyna gysgalan uglerod zynjyry aldoza (aşaky derejeli aldoza) emele gelýär:



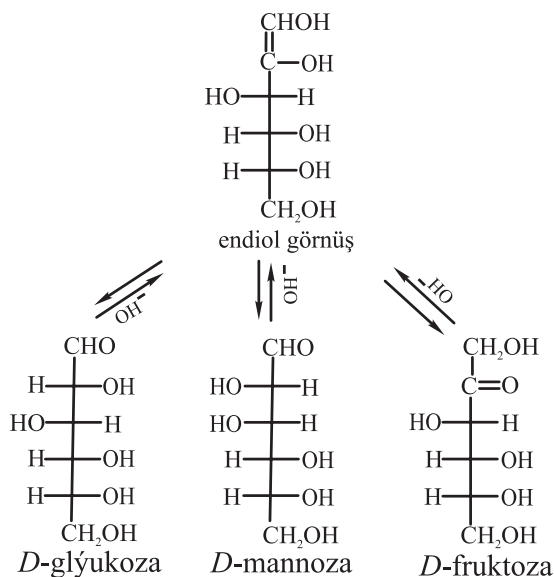
**Aldozalaryň zynjyryny uzaltmak.** Aldozanyň aldegid topary adaty ýol bilen sian kislotasyny HCN özüne birleşdirýär. Emele gelen siangidrin uglerodyň bir atomyny artykmaç saklaýan ýokary derejeli aldons kislotasyny emele getirýär. Bu aldons kislotasyny lakton görnüşinde natriý amalgamasy (simaply natriý) bilen ýokary derejeli aldoza çenli gaýtaryp bolýar:



Zynjyry uzaltmak we gysgaltmak boýunça geçirilýän reaksiýalar monosaharidleriň stereohimiki konfigurasiýasyny kesgitlemekde we genetik hatarlary getirip çykarmakda iňňän wajyp rol oýnaýarlar, çünki zynjyr uzaltdylanda ýa-da gysgaldylanda molekulanyň esasy böleginiň stereohimiki konfigurasiýasy üýtgemeyär.

**Monosaharidleri epimerleşdirmek.** Suwuklandyrylan aşgarylaryň (ýa-da organiki esaslaryň) täsirinde gyzdyrylanda epimer aldozalar biri-birlerine we degişli ketozalara öwrülýärler. Mysal üçin, D-glýukoza natriý gidroksidiniň NaOH 2M ergini bilen gyzdyrylanda öz düzüminde ilki alnan D-glýukozadan başga ýene-de D-mannozany (D-glýukozanyň epimeri) we D-fruktozany saklaýan garyndyny emele getirýär. Bu şertlerde ketozalar hem ilkibaşdaky ketozanyň we epimer aldozalaryň ikisini-de saklaýan garyndyny emele getirýärler. Epimerleşme gandyň aşgaryň täsirinde bolup geçýän ýenollaşmasy bilen düşündirilýär. Ýenollaşma reaksiýasy netijesinde D-glýukozadan, D-mannozadan, D-fruktozadan şol bir endiol emele gelýär.

Endiol yzyna – karbonil forma geçende ýokarda agzalan gantlaryň üçüsiniň-de emele gelmegi ähtimaldyr:

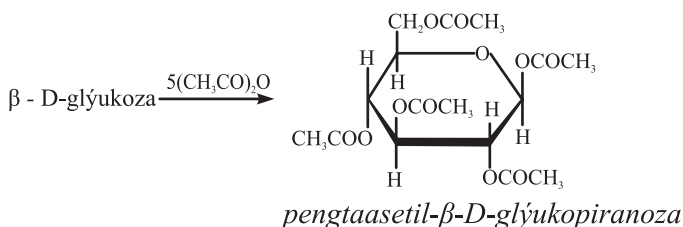


Güýçli aşgarlaryň täsirinde monosaharidler dargayarlar, munda ergin goňur reňke öwrülýär.

**Alkogolyatlaryň täsiri.** Käbir metallaryň (aşgar, aşgar-ýer metaller, mis, bor we başg.) alkogolyatlary monosaharidlere täsir etdirilende gidroksil toparlarynyň (ilkinji nobatda, poluasetal gidroksidiniň) wodorod atomlary öz orunlaryny metal ionlary bilen çalyşýarlar. Emele gelen maddalary *saharatlar* diýip atlandyrýarlar.

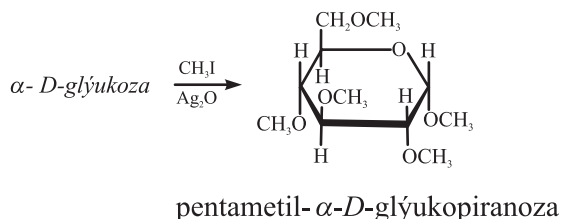
**Asilirleýji agentleriň täsiri.** Asil – karbon kislotasynyň galyndysy. Asilirleýji agentler bolsa molekulanyň düzümine karbon kislotasynyň galyndysyny girizmek üçin ulanylýan maddalardyr.

Monosaharidlere ýa-da saharatlara kislota anhidridleri ýa-da bolmasa başga asilirleýji agentler täsir etdirilende monožalaryň halka görnüşleriniň çylşyrymly efrirleri emele gelýärler. Meselem:



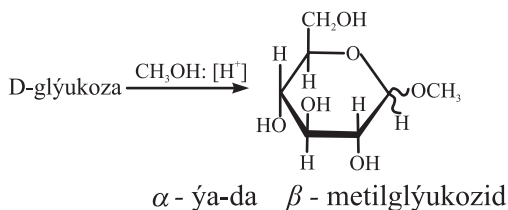


**Monosaharidleri metilirlemek.** Monozalaryň gidroksil toparlarynyň wodorod atomlaryny alkilirleýji agentleriň täsirinde uglewodorod radikallaryna, mysal üçin, metil toparlaryna çalşyp bolýar:



## 2.7. Glikozidler

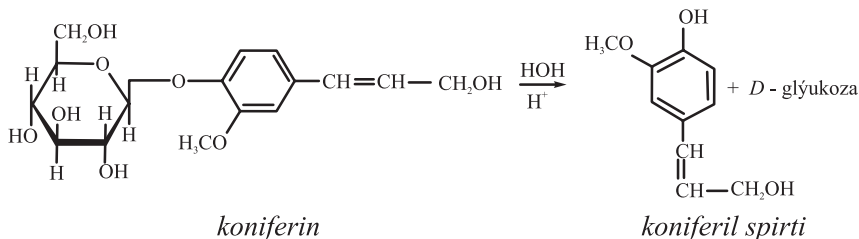
Monosaharidleriň halkaly formalaryndaky poluasetal gidroksiliniň wodorod atomynyň orun çalyşmasy aýratyn ýeňillik bilen bolup geçýär, netijede, *glikozidler* diýilýän maddalar emele gelýärler. Mysal üçin, metilglýukozidi glýukozadan we metil spirtinden kislotaly sredada aňsatlyk bilen alýarlar:



Toparlaryň halka görä ýerleşişleriniň näbelli bolandygy ýa-da  $\alpha$ -we  $\beta$ -formalaryň garyndysy bilen iş salyşýandygy sebäpli, bu ýerde baglanyşyk tolkun görnüşli çyzyk bilen görkezilendir.

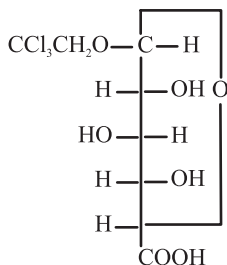
Glikozidler ösümlik dünýäsinde örän giňden ýaýran birleşmelerdir. Tebigy glikozidleriň aglaba köpüsünde gant bolegi bolup D-glýukoza çykyş edýär we olaryň ählisi diýen ýaly  $\beta$ -glýukozidlerdir. Gant bolmadyk bölegini aglikon diýip atlandyrýarlar, aglikonlar, adaty, çylşyrymly gurluşa eýedirler. Adaty, glikozidler özleriniň aglikonlary boýunça toparlara bölünýärler. Mysal hökmünde *koniferiniň* (pürli agaçlaryň we sparžanyň düzüminde gabat gelýän

glikozidiň) formulasyny görkezip bolar. Ol koniferil spirtinden we D-glýukozadan emele gelendir:



Koniferin O-glikozidler toparyna deňişlidirler, olaryň molekula-synda aglikon bölegi monozalar bilen kislorod atomynyň üsti bilen birleşýär. N-glikozidler diýilýän azotly glikozidler hem uly ähmiýete eýedirler, bulara janly organizmleriň nesil programmasynyň amala aşyrylmagyna jogapkär bolan nuklein kislotalary (DNK, RNK), ýag-ný nukleozidler deňişlidirler.

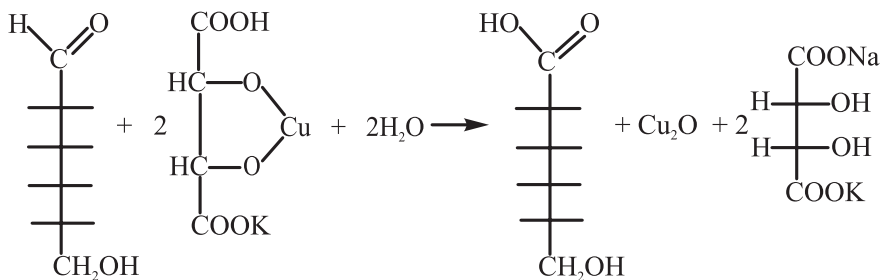
Glikozidlerde erkin poluasetal gidroksidi bolmandygy sebäp-li, olar neýtral suwly erginlerde tautomeriýa ukypsyzdyrlar, muta-rotirlemeýärler we gaýtaryjylyk (dikeldijilik) häsiýetlerini ýüze çy-karmaýarlar. Olaryň poluasetal gidroksili boýunça gidrolizi ýeňil we ep-esli ýumşak şertlerde bolup geçýär, ol monosaharidiň hem-de aglikonyň emele gelmegine getirýär. Uron kislotalary hem glikozid tipli birleşmeleri ýeňillik bilen emele getirýärler we zyýanly madda-lary glikozidlere baglaşdyrýarlar we peşew bilen organizmden çyka-ryp, metabolism prosesinde örän wajyp rol oýnaýarlar:



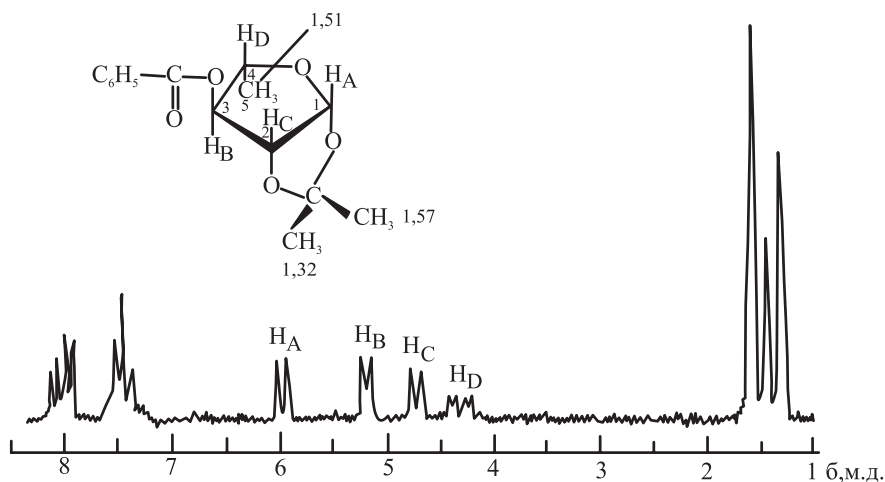
D-glýukuron kislotalaryndan we  
trihloretanoldan emele gelen glikozid

## 2.8. Monosaharidleriň hakykylygyny subut etmekligiň usullary

Adatça, eger-de häsiýetleri öwrenilýän molekulanyň düzüminde köpsanly gidroksil toparlarynyň we aldegid toparynyň bardygy ýüze çykarylan bolsa, ol birleşmäniň uglewodlar toparyna degişlidigini uly ynam bilen aýdyp bolar. Maddanyň düzüminde aldegid toparynyň we oksitoparlaryň bardygyny adaty usullar bilen anyklap bolýar. Emma monosaharidleriň erginlerde, esasan, halkaly formada bolýandyklary üçin, ýumşak şertlerde olar aldegidlere mahsus bolan birnäçe reaksiýalary bermeyärler: fuksinkükürt kislotasy bilen reňklenmeyärler we natriý gidrosulfitini  $\text{NaHSO}_3$  örän haýal birleşdirýärler. Aldozalar hem, ketozalar hem kümüş aýnasy reaksiýasyny ýüze çykarýarlar hem-de feling suwuklygyndan mis (I) oksidini bölüp çykarýarlar. Reaksiýanyň ketozalar bilen geçýändiginiň sebäbi, bu şertlerde bolup geçýän *epimerleşme* prosesi bilen düşündirilýär. Aldozany Feling reaktiwi – segnet duzunyň  $\text{NaOCOCH(OH)CH(OH)COOK} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  aşgarly ergini we mis (II) sulfaty, bilen işlenende – ol degişli aldons kislotasyna çenli oksidenýär:



Infragyzyl we ultramelewşe spektroskopiýa (IG- we UM-spektroskopiýa) usullary hem spirtler klasyna we aldegidler klasyna degişli maglumatlary berýärler. Gantlaryň himiki gurluşyny öwrenmekde PMR-spektroskopiýa netijeli ulanylýar (2.1-nji surat). Olary bölüp almakda we arassalamakda hromatografiýa, esasan-da, kagyzdaky hromatografiýa usuly giňden ulanylýar.



**2.1-nji surat.** 1,2-izopropilen-3-benzoil-5-dezoksi- $\beta$ -L-arabinozanyň PMR-spektri (JAC = 4,2 Gers; JBC = 0,5 Gers; JBD = 1,8 Gers).

Ýokardaky suratda 1,2-izopropilen-3-benzoil-5-dezoksi- $\beta$ -L-arabinozafuranozanyň PMR-spektri getirilen. Onda güýçli meýdanlarda izopropiliden goragynyň ekwiwalent bolmadyk metil toparlarynyň singletleri ýerleşdirilendir; hut şol ýerde-de molekulanyň 5-nji ýagdaýyndaky metil  $\text{CH}_3$  toparlarynyň gowşak meýdanly signaly 1,57 m.p. (million paýdaky) metiliň singletiniň üstüne düşýän dubleti ýerleşen. 5-nji ýagdaýdaky  $\text{CH}_3$  toparynyň wodorodynyň signalynyň bölünmesi netijesinde 4,33 m.p. oblastynda kwadruplet emele gelýär. Halkanyň galan protonlarynyň her haýsy, suratda görkezilişi ýaly, degişli oblastlarda dublet emele getirýär. 7,5 – 8,2 m.p.-däki multiplet fenil toparyna degişlidir.

## 2.9. Monosaharidleriň reaksiýalary

Monosaharidleriň, mysal üçin, üzüm gandynyň (glýukoza) we miwe gandynyň (fruktoza) düzüminde aldegid toparynyň bardygy sebäpli, gaýtaryjylyk häsiýetine eýedirler.

Üzüm gandyny (glýukoza) poroşok, tabletka ýa-da ergin görnüşinde dermanhanalardan satyn alyp bolýar. Glýukozanyň birazrak

mukdaryny suwda eredip, emele gelen erginiň üstüne birnäçe reaktiwleri goşup göreliň. Birinjiden, glýukoza *Felingiň reaktiwini* (ony iki sany erginden örän tiz we aňsat taýýarlap bolýar) täsir etdireliň. Ergin gyzdýrylanda mis(II)oksidiniň gyzyl reňkli bol çökündisi emele gelýär.

Ikinji ergini taýýarlamak üçin kümüş nitratynyň ergininiň birazrak mukdaryna damjalap ammiagyň suwly ergininiň (ammoniy gidroksidi ýa-da naşatyr spirti) ilkibaşda emele gelen çökündini eretmek üçin gerek bolan göwrümini goşýars. Emele gelen ergini probirkada taýýarlanan glýukozanyň ergininiň üstüne guýup, çaykaýars we gyzdýrýars. Probirkanyň diwarjagazynda kümüş aýnasy emele gelýär.

Şu tejribede ulanylýan probirkalar öňünden pugta ýuwulmalydyr. Bu reaksiýalary monosaharidleri, meselem, üzüm gandyňy tanamak üçin ulanýarlar. Emma, ýokarda agzalan alkanallaryň mysalynda sereden beýleki gaýtaryjylarymyz hem şeýle häsiýetleri ýüze çykaryp bilerler.

Şeker çňriginden, gant şugundyryndan öndürilen gantlar ýa-da biziň alan emeli balymyz hem şular ýaly häsiýetleri görkezip biler-mikä? Şony barlap göreliň. Şeker çňriginiň gandy we polisaharidler biziň taýýarlan reaktiwlerimizi gaýtarmaýarlar, çünki olaryň monosaharidleri biri-birine sepleşendikleri sebäpli olaryň aldegid toparlary ýokdur.

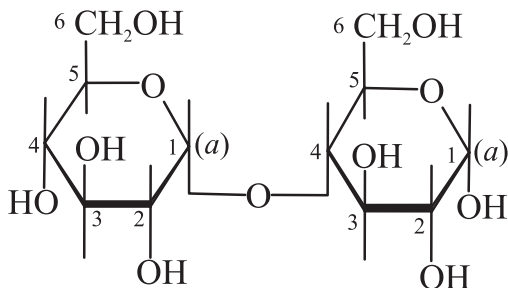
## **2.10. Çylşyrymly gantlar. Oligosaharidler. Disaharidler**

Çylşyrymly gantlar diýlip, molekulalaryna suwy birleşdirip, monosaharidlere ýa-da has sada polisaharidlere dargaýan gantlara aýdylýar. Olar iki topara: pesmolekulalylara – oligosaharidlere hem-de ýokarymolekulalylara – *polisaharidlere* bölünýärler. Häsiýetleri boýunça şugundyr gandyna meňzeş bolan gantlary birinji topara degişli edýärler. Olaryň aglabasy oňat kristallaşýarlar, suwda aňsat ereýärler, süýji tagama we takyk molekulýar massa eýedirler.

Oligosaharidler molekulalary 2-den 10-a çenli glikozid baglanyşygy bilen birleşen monosaharidleriň galyndylaryny öz içine alýan

uglewodlardyr. Şoňa baglylykda disaharidleri, trisaharidleri we ş.m. tapawutlandyrýarlar

Disaharidler – çylşyrymly gantlar. Bularyň molekulalary gidroliz netijesinde monosaharidleriň iki molekulasyňa dargaýarlar. Disaharidler polisaharidleriň hatarynda adamlaryň we haýwanlaryň iýmitinde uglewodlaryň esasy çeşmeleriniň biridir. Disaharidler gurluşy boýunça – glikozidlerdir, monosaharidleriň iki molekulasy glikozid baglanyşygy bilen birleşendir.



*Maltoza*

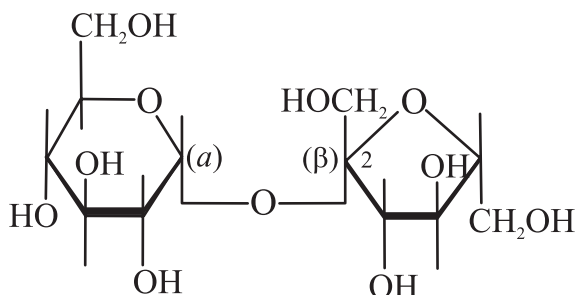
Disaharidlerden iň bellileri maltoza, laktoza we saharozadyr. Maltoza,  $\alpha$ -glýukopiranozil-(1->4)- $\alpha$ -glýukopiranoza bolup, amilazanyň krahmala (ýa-da glikogene) täsiri netijesinde aralyk madda görnüşinde emele gelýär we  $\alpha$ -D-glýukozanyň 2 sany galyndysyny saklaýar (poluasetal gidroksili glikozid baglanyşygyny emele getirmäge gatnaşýan gandyň ady „il“ bilen gutarýar.

Maltozanyň molekulasyndaky glýukozanyň ikinji galyndysynda erkin poluasetal gidroksili bolup, şeýle disaharidleriň dikeldiji häsiýeti bardyr.

Disaharidleriň iň köp ýaýranlarynyň biri bolan saharoza iýmit üçin adaty ulanylýan gantdyr. Saharozanyň molekulasy D-glýukozanyň bir galyndysyndan we D-fruktozanyň bir galyndysyndan durýar. Diýmek, bu  $\alpha$  – glýuko-piranozil – (1->2) –  $\beta$ -fruktofuranozididir.

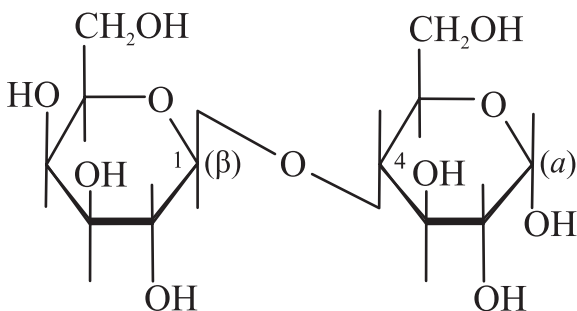
Disaharidleriň aglabasyndan tapawutlylykda, saharozada erkin poluasetal gidroksiliniň bolmandygy üçin onuň dikeldijilik häsiýeti ýokdyr. Saharozanyň gidrolizi netijesinde inwertirlenen gant diýilýän garyndy emele gelýär. Bu garyndyda polýarlanan şöhläniň tekizligini

çepe aýlaýan fruktoza agdyklyk edýär, ol polýarlanan şöhläniň tekizligini saga aýlaýan saharozanyň erginini inwertirleýär (ýagny, tersine üýtgedýär).



*Saharoza*

Laktoza disaharidi diňe süýdüş düzüminde bolýar, onuň düzümi D-galaktozadan we D-glýukozadan ybaratdyr, ýagny ol β-galaktopiranozil – (1- >4)-glýukopiranozadyr:



*Laktoza*

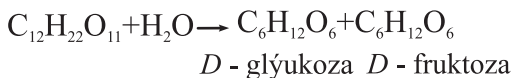
Molekulalarynda erkin poluasetal gidroksiliň (glýukozanyň galindysynda) bardygy üçin laktoza redusirleýji (dikeldiji) disaharidlere degişlidir.

Düzüminde fruktoza, glýukoza we galaktoza bolan rafinoza tebigy trisaharidleriň arasynda iň bellisidir. Rafinoza gant şugundyrynda we beýleki köp ösümlüklerde uly mukdarda bardyr. Haýwanlaryň

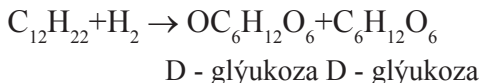
öýjüklerindäki oligosaharidlerden ösümlikleriň öýjüklerindäki oligosaharidler öz düzümi boýunça has dürlüdür.

Iň ýönekeý tebigy disaharidlere adaty şugundyryň ýa-da şeker çişriginiň gandy bolan *saharoza*; iri üwelen arpa dānesiniň (solod) gandy – maltoza; süýt gandy – laktoza we sellobioza degişlidir. Bu gantlaryň hemmesi şol bir brutto-formula –  $C_{12}H_{22}O_{11}$  eýedirler.

Köplenç ýagdaýlarda disaharidleriň düzümini kislotalaryň ýa-da fermentleriniň gatnaşmagynda olaryň gidrolizini geçirip anyklaýarlar. Saharoza D-glýukoza we D-fruktoza gidrolizleşýär:



Maltoza we sellobioza gidroliz netijesinde D-glýukozanyň iki molekulasyňy emele getirýärler:



Disaharidler monosaharidleriň iki molekulasyndan suwuň molekulasyňyň bölünip aýrylmagy netijesinde emele gelýärler:

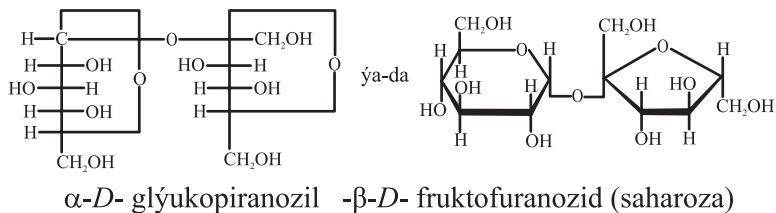


Monosaharidleriň arasyndaky himiki baglanyşygy emele getirmäge bir molekuladan hökmany ýagdaýda glikozid gidroksili, ikinjisinden bolsa, glikozid gidroksili, ýa-da spirt gidroksili (glikoz gidroksili) gatnaşýar. Suwuň molekulasyňyň haýsy gidroksilleriň hasabyna emele gelýändigine we monosaharid galyndylarynyň arasyndaky baglanyşygyň amala aşyrylýandygyna baglylykda emele gelen monosaharidler baglanyşygyň häsiýetlerine laýyklykda glikozid-glikozidlere we glikozid-glikozlara, häsiýetleri boýunça bolsa, degişlilikde, gaýtaryjylara (dikeldijilere) we gaýtarmaýanlara (dikeltmeýänlere) bölünýärler.

Eger-de reaksiýada glikozid (poluasetal) gidroksilleriň ikisinde gatnaşýan bolsa we monozlaryň iki galyndysy *glikozid-glikozid*

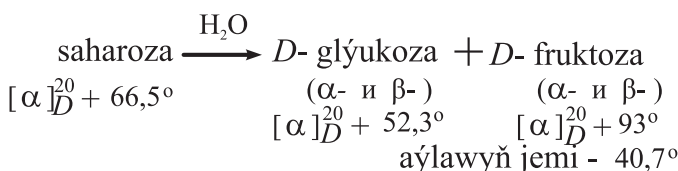


*baglanyşygy* arkaly birleşse, gaýtarmaýan disaharid (mysal üçin, *saharoza*) emele gelyär:

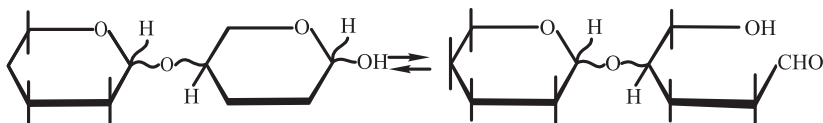


Saharozada erkin glikozid gidroksiliniň ýokdugy sebäpli, ol açyk karbonil forma geçip bilmeyär we şonuň üçin metallaryň oksidlerini  $[Ag_2O, Cu(OH)_2]$  gaýtarmagy başarmaýar. Gaýtarmaýan disaharidlerde mutarotasiýa bolup geçmeýär, şonuň üçin olar karbonil toparyna mahsus bolan reaksiýalary bermeýärler.

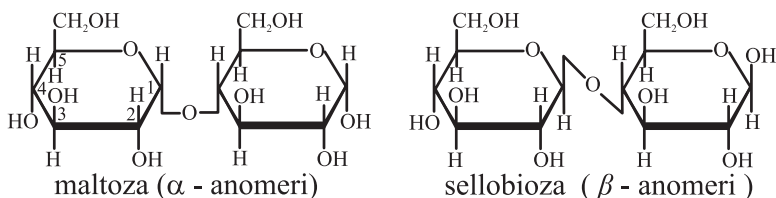
Saharozanyň gidrolizi netijesinde D-glýukoza we D-fruktozanyň molekulalary emele gelyärler, netijede ergin polýarlanan şöhläniň tekizliginiň aýlanma burçynyň ugruny üýtgedyär, ýagny inwersiýa bolup geçýär:



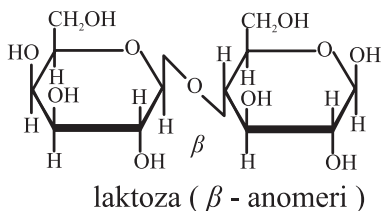
Eger-de disaharidi emele getirmekde glikozidiň we spirtiň (glikozyň) gidroksidi gatnaşýan bolsa, ýagny monozalaryň galyndylary glikozid-glikoza baglanyşygy arkaly birleşýän bolsalar, gaýtaryjy disaharid (mysal üçin, maltoza we sellobioza) emele gelyär. Gaýtaryjy disaharidler bir sany erkin gidrozid gidroksilini saklaýarlar, şonuň hasabyna olar suwly erginlerde mis (II) –  $Cu^{2+}$  ionlaryny gaýtaryp bilýän we monosaharidleriň hemme reaksiýalaryny berýän açyk aldegid formalary emele getirip bilýärler. Şol sebäplere görä, gaýtaryjy gantlarda mutarotasiýa bolup geçýär:



Maltozanyň we sellobiozanyň molekulalarynda *D*-glýukozanyň iki sany galyndysy biri-biri bilen birindäki glikozid gidroksiliniň ikinji glýukozanyň molekulasynyň 4-nji uglerod atomyndaky gidroksiliniň hasabyna baglanyşandyrlar: olaryň tapawudy diňe maltozada  $\alpha$ -glikozid, sellobiozada bolsa  $\beta$ -glikozid baglanyşygynyň bardygynyndadyr:



$\alpha$ -glikozid baglanyşykly disaharidler monosaharidlere maltaza fermentiniň täsirinde,  $\beta$ -glikozid baglanyşykly monosaharidleri bolsa emulsin fermentiniň täsirinde gidrolizleşýärler. Süýdemdirijileriň süýdi öz düzüminde ýeke-täk gandy – *laktozany* saklaýar. Laktozada *D*-galaktozanyň  $\beta$ -glikozid gidroksili *D*-glýukozanyň  $C^4$ -glikoza gidroksili bilen efirleşeip,  $\beta$ -glikozid baglanyşygyny emele getirýär:



Laktozanyň fermentleriň ýa-da kislotalaryň täsirindäki gidrolizi netijesinde *D*-glýukoza we *D*-galaktoza emele gelýär.

Polisaharidler monosaharidleriň molekulalarynyň örän köp sanynyň (onlarçadan ýüz münlerçä çenli) biri-biri bilen birleşip, emele getiren ägirt uly molekulalarydyr. Polisaharidlerde monosaharidleriň galyndylary biri-biri bilen kislorod-kislorod köprüjikleri arkaly uzyn şahalanmadyk ýa-da şahalanan zynjyrlara birleşendirler. Zynjyr emele gelende monosaharidiň bir molekulasynyň glikozid gidroksili beýleki molekulanyň spirt gidroksili (köplenç, dördünji, seýregräk – altynjy we örän seýrek – üçünji) bilen täsirleşýär.

Şeýlelik bilen, polisaharidlerde monosaharidleriň galyndylary biri-biri bilen glikozid-glikoza baglanyşygy bilen baglaşan ýagdaý-

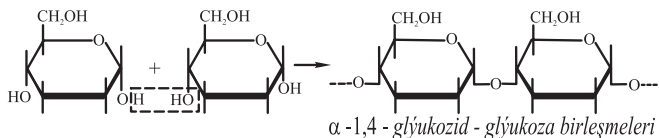
da bolýarlar. Şonuň üçin olary poliglikozidler diýip hasaplaýarlar. Glikozidler (asetallar) ýaly, glikozidler hem fermentleriň we kislotalaryň täsirinde has ýönekeý gantlara, tä ilkibaşdaky monožalara çenli gidrolizleşip bilýärler. Polisaharidleri emele getirmekde pentozalar hem, geksozalar hem gatnaşyp bilýärler. Birinji ýagdaýda pentozanlar: arabinozadan arabanlar, ksilozadan ksilanlar we ş.m. emele gelýärler. Ikinji ýagdaýda – geksozanlar: glýukozadan krahmal, glikogen, kletçatka, fruktozadan inulin emele gelýärler.

## 2.11. Krahmal. Glikogen

Krahmal ösümlükleriň iň esasy ätiýaç iýmit maddasydyr. Düzümi boýunça ol endigan dälir we birnäçe polisaharidleriň garyndysyndan ybaratdyr. Olaryň ählisi  $\alpha$ -D-glýukozadan emele gelendir we zynjyryň gurluşy, düzümine girýän glýukoza galyndylary we fosfor kislotasy bilen tapawutlanýarlar.

Krahmalyň polisaharidlerini iki fraksiýa bölýärler: *amilaza*, onuň mukdary krahmalyň dürli görnüşlerinde 15%-den 25%-e çenli bolýar, we *amilopektin*, onuň paýyna krahmalyň umumy massasynyň 75%-inden 85%-ne çenlisi düşýär.

**Amiloza** ( $C_6H_{10}O_4$ )<sub>n</sub>. Amilozanyň polisaharidleri özünde glýukozanyň galyndysynyň 200-e golaýyny we fosfor kislotasynyň 0,05%-ni saklaýan şahalanmadyk ýa-da az şahalanan zynjyryklardan ybarat bolan birleşmedir. Molekuladaky glýukozanyň galyndylary biri-biri bilen 4-nji ýagdaýdaky  $\alpha$ -glýukozid we glýukoza gidroksilleriniň gatnaşmagynda kislorod köprüjikleri arkaly birleşendirler:



Amiloza kristal gurluşa eýedir. Ony tebigy ýagdaýdaky (natiwnýý) krahmaly gyzgyn suw bilen işläp (krahmalyň gyzgyn suwda ereýjiligi aram) alýarlar. Munda suwda oňat ereýän amilopektin tebigy krahmalyň däneleri öz üstünden amilozanyň molekularayny

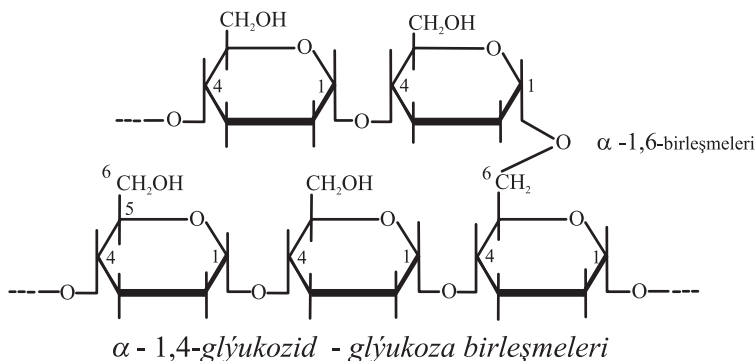
goýberýän, emma amilopektiniň molekularyny goýbermeýän belogyň gabygy bilen gurşalandygy sebäpli ergine geçip bilmeýär.

Amiloza iodyň ergini bilen gök reňke boýalýar. Fermentler we kislotalar bilen ýeňil gidrolizleşip, maltozany we glýukozany emele getirýär.

Amilozanyň molekulalaryndaky poluasetal gidroksili glýukozanyň diňe soňlaýjy galyndysynda saklanyp galýandygy sebäpli, hakykatda olar metallaryň oksidlerini gaýtarmaýarlar.

**Amilopektin** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>. Amilopektiniň molekulalary amilozanyňka garanyňda has çylşyrymlydyr. Olar glýukozanyň galyndylarynyň 4000-e golaýyny we fosfor kislotasynyň galyndysynyň bolsa 0,4%-ini saklaýan örän güýçli şahalanan zynjyrdan ybaratdyr. Fosfor kislotasy spirt gidroksilleri bilen çylşyrymly efir baglanyşygy bilen baglanyşandyr.

Amilopektiniň zynjyrynyň şahalanmadyk bölegindäki glýukozanyň galyndylary, amilozalar ýaly, biri-biri bilen  $\alpha$ -glýukozid-glýukoza baglanyşyklarynyň emele getiren kislorod köprüjikleri arkaly baglaşandyrlar. Zynjyryň şahalanýan ýerlerinde, ýagny şahalanmanyň başlanýan ýeri bolan glýukozanyň galyndylarynyň ýanynda goşmaça  $\alpha$ -glýukozid-glýukoza baglanyşyklary emele gelýärler:



Soňky ýyllarda geçirilen barlaglarda amilopektinde  $\alpha$ -1,3-glýukozid-glýukoza baglanyşyklarynyň bardygyny hem anyklanyldy.

Arassa amilopektin gyzgyn suwda amilozadan gowy ereýär. Iod ony benewşe reňk bilen reňkleýär. Metal oksidlerini gaýtarmaýar. Krahmalyň ähli polisaharidleri polýarlanan şöhläniň tekizligini saga

aýlaýarlar. Kislotalar bilen gyzdýrylanda krahmalda glýukozid-glýukoza baglanyşyklary boýunça gidroliz prosesi bolup geçýär, netijede yzygiderlilikde dekstrinler, maltoza we glýukoza emele gelýär.

**Glikogen.** Haýwan organizmleri glýukozany ätiýaç ýagdaýyndaky haýwan krahmaly bolan *glikogen* görnüşinde saklaýar, ol, esasan, bagyrdaky we myşsalarda toplanýar. Amilopektinden tapawutlylykda, onuň molekulalary ýokary derejede şahalanandyr. Käbir ösümliklerde (topinambur) ätiýaç iýmit maddalaryň roluny inulin ( $(C_6H_{10}O_5)_n$ ) ýerine ýetirýär. Ol suwda oňat ereýär, gidroliz netijesinde tutuşlygyna diýen ýaly *D*-fruktoza öwrülýär. Inuliniň esasy  $\beta$ -*D*-fruktofuranozadýr.

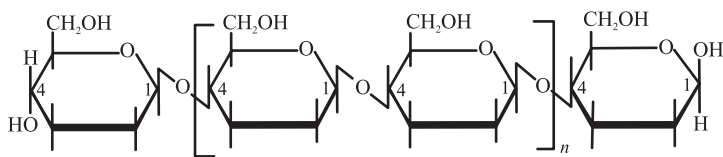
Miwe şireleriniň köpüsünde aýratyn häsiýetli, doňmaga ukyply maddalar – *pektinler* adyny alan tebigy birleşmeler mälimdir. Olaryň esasy bolup sellýuloza meňzeş göni polikondensirlenen zynjyr emele getirýän *D*-galakturon kislotasy hyzmat edýär. Ganda meňzeş bolmadyk käbir polisaharidler geksozalardan däl-de pentozalardan düzülendir. Olar pentozanlar ady bilen bellidirler. Pentozanlar köp bolmadyk mukdarda agaçlarda bolýar, ösümlikleriň agaja öwürülen böleklerinde: sypalda, däne gabygynda, lişáýniklerde olar has köp duşýarlar.

## 2.12. Sellýuloza (kletçatka)

Kletçatka ösümlik öýjüginin gabygynyň esasy düzümi bölegidir. In arassa tebigy sellýuloza – pagta süýümidir (sellýulozanyň mukdary 90%-den ýokary); pürli agaçlarda sellýulozanyň mukdary 50%-e golaýdyr.

Sellýulozany arassa görnüşde ägirt uly möçberlerde kagyz önümçiliginde bölüp alýarlar. Ony almagyň in giňden ýaýran usuly *sulfit usulydyr*. Sellýulozany bu usul bilen almak üçin maýdalanyň çapylan ýel agajyny ägirt uly awtoklawlarda kalsiý gidrosulfiti  $Ca(HSO_3)_2$  bilen gyzdýrýarlar. Agajyň öýjüklerini baglap berkidýän lignin ereýär, sellýuloza bolsa süýümlü massa görnüşinde galýar, ony bölüp aýryp, kagyz öwürýärler. Galan ergin (sulfit şşelogy) örän köp mukdarda gantpisint maddalary saklaýar, şonuň üçin ony drožžileriň täsirinde ajadyp, etil spirtini (gidroliz spirti) alýarlar.

Sellýulozanyň molekulasy biri-biri bilen  $\beta$ -1,4-glýukozid-glýukoza baglanyşygy bilen baglaşan  $\beta$ -D-glýukozanyň birnäçe münň galyndysyndan durýar:



$\beta$ -1,4-glýukozid - glýukoza birleşmeleri

Sellýulozanyň zynjyrjygy öz okunyň daşynda spiral şekilinde towlanan we şeýle ýagdaýda glýukoza galyndysynyň gidroksilleriniň wodorod baglanyşyklary arkaly saklanýan ýüplük şekilli molekuladyr. Aýry-aýry sapaklar molekulalar arasyndaky wodorod baglanyşygy arkaly birleşip, süýüm häsiýetli dessejikleri emele getirýärler. Bu ýagdaý sellýulozany aýratyn mehaniki häsiýetler, ýagny ýokary berklik bilen üpjün edýär.

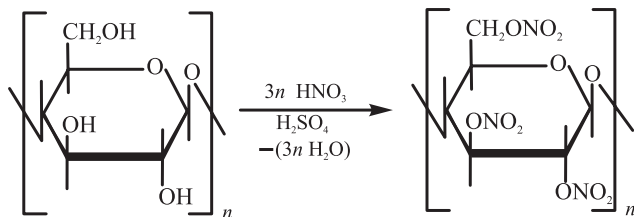
Sellýuloza organiki eredijilerde, aşgarlaryň suwly erginlerinde we mineral kislotalaryň suwuklandyrylan erginlerinde eremeýär. Ol diňe konsentirlenen duz HCl we fosfor  $H_3PO_4$  kislotalarynda hemde 72%-li kükürt kislotasynda  $H_2SO_4$ , Şweýseriň reaktiwinde (iki walentli misiň  $Cu^{2+}$  ammoniý gidroksidindäki  $NH_4OH$  ergini) we käbir dördülenji organiki esaslaryň erginlerinde ereýär.

Sellýuloza kislotalar bilen ýeňil gidrolizleşýär. Gidroliziň netijesinde sellodekstrinler, sellobioza we glýukoza emele gelýärler.

**Sellýulozanyň çylşyrymly we sada efirleri.** Sellýulozanyň molekulasynda gidroksil toparlary bardyr, has takygy onuň her bir  $C_6H_{10}O_5$  zwenosynda üç sany gidroksili bardyr. Sellýulozanyň iň sadaja fragmenti  $C_6H_7O_2(OH)_3$  formula eýedir. Şonuň üçin sellýulozanyň bir zwenosyna  $C_6H_{10}O_5$  üç sany kislota galyndysy düşer ýaly edip onuň çylşyrymly efirlerini sintezläp bolýar. Efirlerinden iň ähmiýetlileri azot, uksus we ksantogen kislotalary bilen emele getiren çylşyrymly efirleridir.

Sellýulozanyň azotturşy efirlerini sellýulozany azot we kükürt kislotalarynyň garyndysy bilen täsirleşdirip alýarlar. Egerde hasaby

$C_6H_{10}O_5$ -iň bir toparyna ýöredilse, onda bolup geçýän reaksiýalary şu aşakdaky deňlemeler bilen suratlandyryp bolar:



Bu reaksiýada adatça azotturşyly efirleriň garyndylary emele gelýärler. Sellýulozany nitrolama netijesinde alnan azotyň ýokary mukdaryny (13%-e çenli) saklaýan garyndyny *piroksilin* diýip atlandyrýarlar, ol örän partlaýjy garyndydyr. Piroksilini presläp ýasalan şaşkalar partlaýjy işlerde giňden ulanylýar. Partlama tizligini haýallatmak üçin piroksilini plastifikatorlar bilen garýarlar, alnan plastmasadan tüssesiz däriniň lentalaryny we turbajyklaryny ýasaýarlar.

Düzümünde azotyň 11%-ni saklaýan sellýuloza nitratyny *kolloksilin* diýip atlandyrýarlar. Kolloksiliniň etil spirti we dietil efiri bilen garyndysynyň ergini – *kollodiy* medisnada ulanylýar. Nitrolaklar ýörite goşundylar (suwuklandyryjylar, plastifikatorlar) goşulan kolloksiliniň organiki eredijilerdäki erginleridir. Olary ýorka zerur bolan häsiýetleri (reňklenýän üste adgeziýa, berklik, maýyşgaklyk) bermek üçin goşýarlar. Nitrolaklaryň düzümine mineral we organiki pigmentleri goşup, dürli nitroboýaglary we emallary alýarlar.

Sellýulozanyň uksus kislotasy bilen emele getiren çylşyrymly efirlere sellýulozanyň asetatlary diýilýär:



*triaserat sellýulozalarynyň bölegi*    *diasetat sellýulozalarynyň bölegi*

Sellýulozanyň asetatynyň asetondaky ergininden asetat süýümini taýýarlaýarlar. Plastifisirlenen sellýuloza asetaty hem-de sellýulozanyň asetobutiraty (sellýulozanyň uksus we ýag kislotalary bilen emele getiren garyndy efiri) plastmassalary öndürmekde ulanylýarlar.

**Emeli süýüm.** Sellýulozanyň himiki gaýtadan işlenilişi emeli süýümleri senagatynyň ösmegi bilen baglylykda giň gerime eýe boldy. Sellýulozadan emeli süýümleri öndürmegiň dürli usullary ulanylýar.

**Wiskoz süýümi.** Wiskoz süýümini wiskoz usuly bilen öndürmek üçin sellýulozany natriý gidroksidi NaOH bilen işläp, aşgarly sellýuloza öwürýärler. Aşgarly sellýulozany haýal aýlanýan barabanlarda kükürtli uglerod  $CS_2$  bilen garyşdyrýarlar. Netijede, narynç (mämişi) reňkli massa – sellýulozanyň we ksantogen kislotasynyň ( $C_6H_9O_4O—CS—SNa$ )<sub>n</sub> çylşyrymly efiri bolan ksantogenat emele gelýär. Ksantogenaty aşgaryň NaOH gowşak ergininde eredip, wiskoza atlandyrylýan şepbeşik ergin alýarlar. Wiskoza güýçli basyşyň täsirinde filýerleriň inçejik deşiklerinden kislota erginine geçirilende natriý aşgarynyň neýtrallaşmasy we kükürtli uglerodyň  $CS_2$  ksantogenatdan bölünip aýrylmasy bolup geçýär.

**Asetat süýümi.** Asetat süýümini sellýuloza asetatyndan öndürýärler. Munuň üçin ony asetonda eredýärler. Emele gelen goýy ergini filýerleriň inçejik deşiklerinden uly basyşyň täsirinde geçirýärler, ýyly howany ýüplük dessesine garşydaş goýberýärler. Ýyly howa eredijiniň buguny alyp gidýär. Bu prosese gury egirmek ýoly diýilýär.

**Mis-ammiak süýümi.** Sellýulozanyň Şweýseriň reaktiwinde taýýarlanylýan ergininden alýarlar. Sellýulozanyň erginini güýçli basyş astynda filýerleriň inçejik deşiklerinden geçirip, içi ýyly suwly we gowşak kislotaly wanna goýberýärler, bu wannada sellýuloza erginden ýüplük görnüşinde bölünip çykýar.

Häzirki wagtda sellýulozanyň esasynda alynýan emeli süýümler öz ähmiýetini barha ýitirýärler, olary terilen, naýlon we başg. tipli sintetiki süýümler gysyp çykarýarlar.

## 2.13. Lignin

Agaçda 25%-e golaý lignin saklanýar. Lignin düzümi boýunça diýseň çylşyrymly polimer bolup, onuň molekulýar massasy 10 000-e golaýdyr. Lignin diňe üç elementden, ýagny C, H we O ybaratdyr, ol köp sanly metoksil –  $OCH_3$  we erkin gidroksil toparlaryny saklaýar. Ligniniň gurluşy häzire çenli näbellidir. Ony gidrolizläp ýa-da



ýumşak şertlerde okisläp, polioksobenzaldegidleri we polioksibenzoý kislotalaryny bölüp alypdyrlar. Iň ähtimal gipotezalaryň birine görä, lignin pürli agaçlaryň şiresinde koniferin glikozidi görnüşinde bolýan koniferil spirtiniň (şu bölümiň “Glikozidler” atly 7-nji bölümçesine seret) polimerleşmegi, okislenmegi we kondensasiýasy netijesinde emele gelýär.

Lignin – örän durnukly polimerdir, ol toprakdaky mikroorganizmleriň täsirinde haýal dargaýar. Alymlaryň pikirine görä, ol janly organizmleriň düzümine girýän maddalar: beloklar, uglewodlar, lipidler, eýleýji maddalar bilen bir hatarda topragyň gumus emele getiriji iň wajyp komponentleriniň biri hasaplanylýar.

## 2.14. Himiki birleşmeler iýmit önümleri hökmünde

„Adam görki agzyndadyr“ diýen türkmen nakylyna golaý „Ynsan iýýän iýmitine görä adamdyr“ („Человек есть то, что он ест“) – diýip, Lýudwig Feýerbahyň bu aýdanlary mön materializmiň tutuş manysyny aňladýar. Häzirki döwürde biz, elbetde, bu pikir bilen ylalaşyp bilmeris, çünki ol adamyň janly organizmleriň arasynda aýratyn, hil tarapdan täze, ýer yüzünde iň ösen we kämil basgançagydygyny göz önünde tutmaýar.

Emma, adam şu nukdaý nazardan ulanylmasa, onda onuň organizmini önümçiligiň çylşyrymly tehnologiýasyna eýe bolan himiýa kombinatyna meňzeşdir diýip hasap edip bolar. Adam organizminde güýçli kislotalary, ýokary basyşy ýa-da temperaturany ulanmazdan ýokary çykym bilen örän çylşyrymly ajaýyp himiki öwrülişikler amala aşyrylýar. Olar hakynda hemme zady bilmeýän-de bolsak, dünýäniň tanymal fiziologlarynyň we himikleriniň geçiren ajaýyp işleriniň netijesinde köp zatlar bize mälimdir. [Ýaşayşyň himiýasy bilen ilki başda fiziologiýa we organiki himiýa ýaly ylym pudaklary meşgul bolupdyrlar. XIX we XX asyrlaryň çatrygynda ýaşayşyň himiýasy bilen şol ylymlara örän ýakyn bolan täze we özbaşdak ylym – biohimiýa meşgullanyp başlady (grekçe *bios* – ýaşayş)].

Adam organizmi organiki maddasyz diňe bir ösüp we ulalyp bilmän, eýsem ýaşap hem bilmeýär. Ösümlüklerden tapawutlylykda haýwanlar ýaly adam organizmi organiki maddalary organiki däl çig mallardan özi döredip bilmeýär. Galyberse-de, organizm özüni ýylylyk bilen üpjün etmek üçin hem-de işläp, zähmet çeker ýaly energiýa talap edýär.

### **2.14.1. Gant bilen geçirilýän tejribeler**

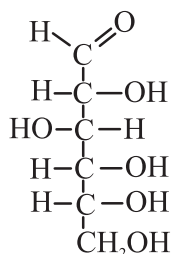
Iýmit önümleriniň iň ýönekeýi uglewodlardyr. Uglewodlaryň sintezini organizmsiz ilkinji bolup 1861-nji ýylda rus himigi A. M. Butlerow amala aşyrypdyr. Garynja aldegidini (metanal, formaldegid) ýa-da onuň polimeri paraformy hek suwy – kalsiý gidroksidiniň  $\text{Ca(OH)}_2$  suwly ergini bilen işläp, himiki reaksiýalaryna görä glýukozanyň erginine meňzeş açyk-sary reňkli süýji tagamly şerbet alypdyr we ony formoza diýip atlandyrypdyr. Formoza dürli gantlaryň çylşyrymly garyndysydyr.

Uglewodlara gantlaryň dürli görnüşleri, krahmal we sellýuloza girýärler. Mälim bolşy ýaly, uglewodlar adam organizmi üçin ýangyç, ýagny energiýa çeşmesi bolup hyzmat edýärler. Çäklendirilen derejede organizm uglewodlary ýaglara hem öwrüp bilýär.

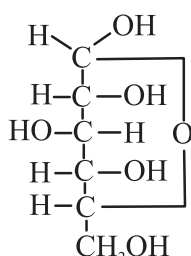
Gant energiýa çeşmesi bolup bilerdikä? Şony barlap göreliň. Bir bölejik gandy ýanyp duran otluçöp bilen ýakmaga synanyşsak, gant ýanmaýar. Haçan-da gandyň üstüne çilimiň külüniň sähelçe mukdaryny sepip, ony otluçöpiň ýalynyna tutsak, gant ýanyp başlaýar. Gant gögümtil sary reňkli ýalyn bilen şatyrdap ýanýar we kömre öwrülýär. Ol ýananda ýylylyk bölünip çykýar. Gandyň ýanmagy üçin kül katalizator bolup hyzmat edýär.

Adam organizminde şeker organiki katalizatorlaryň täsirinde pes temperaturada, elbetde, ýalynsyz „ýanýar“. Bu proses örän çylşyrymly bolan aralyk basgançaklary öz içine alýar. Netijede, iň soňky emele gelýän önüm kömürturşy gazy  $\text{CO}_2$  bilen suwdur.

## 2.14.2. Gandyň element düzümi



Içine birazrak gant salnan probirka ilki ýuwaşlyk bilen, soňra güýçli gyzdyrylanda, onuň içindäki gant eräp, ol ilki goňur, soňra gara reňke öwrülýär. Gaty gyzdyrylan mahaly diňe arassa uglerod galýar. Probirkanyň diwarynyň ýokary böleginde bolsa suwuň bugy emele gelýär.



Uglewodlaryň umumy formulasy  $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$ , bu ýerde  $m$  we  $n$  – bitin sanlar. Ugleroddan we suwdan durýanlygy üçin uglewod ady gelip çykypdyr. Tejribede görşümüz ýaly, gantlary kislorod-syz probirkada gyzdyranymyzda olar öz düzümlerine dargaýarlar.

Bu ýerde getirilen uglewodlaryň biriniň formulasyndan görnüşi ýaly, olaryň molekulalarynyň gurluşy örän çylşyrymlydyr. Gantlaryň esasy görnüşleriniň molekulalary uglerodyň alty atomyndan düzülen zynjyrjykdan ybarat bolup, ol gidroksil topary we wodorod atomy bilen birleşendir hem-de bir sany aldegid  $\text{CH}=\text{O}$  toparyny saklaýar. Şoňa baglylykda kislorod köprüjigi diýilýäni emele gelýär. Himikleriň glýukoza diýip atlandyran üzüm gandyň mysalynda uglewodlaryň gurluşy ýokarda getirilendir. (Glýukozanyň ergininde molekulanyň halka görnüşi bilen deňagramlylykda köp bolmadyk mukdarda onuň aldegid  $\text{CH}=\text{O}$  toparyny saklaýan zynjyr görnüşi hem bardyr. Gidroksil topary aldegidniň doýmadyk (ikili) baglanyşygyna birigende molekula ýokarda suratlandyrylan halka görnüşi alýar.

Uglewodlaryň halka we zynjyr görnüşleriniň biri-birine geçmekleri öwrülüşikli prosesdir. Özüniň zynjyr görnüşiniň hasabyna glýukoza alkanallara (aldegidlere) mahsus bolan reaksiýalara girýärler.

Glýukozanyň molekulalary biri-biri bilen ýa-da bolmasa beýleki meňzeş gantlaryň molekulalary bilen birleşip, uzyn zynjyrlary emele getirýärler. Başgaça aýdylanda, olar suwuň molekulalarynyň bölünip

aýrylmagy bilen bolup geçýän polikondensasiýa reaksiýasyna ukyplydyrlar.

Glýukozanyň galyndylarynyň biri-birine birleşmegi netijesinde glýukozanyň bölekleriniň ortaça 200-den 1000-e çenlisini saklaýan krahmalyň, ýa-da glýukozanyň bölekleriniň ortaça 300-den 5000-e çenlisini saklaýan sellýulozanyň molekulalary emele gelýärler.

Ýönekeý ýa-da sada gantlardan tapawutlylykda bu maddalara polisaharidler diýilýär. Molekulasynda diňe bir sany bölek saklaýan ýönekeý (sada) gantlara monosaharidler diýilýär. Glýukoza monosaharidleriň bir mysalydyr.

Şeker çňriginden, gant şugundyryndan we beýleki ösümlüklerden alynýan gant (saharoza) disahariddir. Ol iki bölekden – glýukozanyň molekulasyňyň galyndysyndan hem-de gurluşy boýunça oňa meňzeş bolan fruktozanyň (miwe gandynyň) molekulasyňyň galyndysyndan ybaratdyr. (Fruktoza erkin görnüşde köp dürli miwelerde we gök önümlerde duş gelýär. Ol köp mukdarda, esasan, pomidorda, almada we ary balynda (takmynan 50%) bolýar.

Gandy gyzdyryp onuň düzümi böleklerine bölüp bolmaýar. Ol diňe dürli ugurlar boýunça bölekleyin dargap, karamel (ýakylan gant) atlandyrylýan we dürli süýji-köke önümlerini öndürmekde ulanylýan goňur reňkli aralyk maddalary emele getirýär. Karameliň (ýanan gandyň) has goýy reňklisi käbir iýmit önümlerine (piwo, uksus we başg.) reňk bermek üçin tebigy reňkleýji maddalar hökmünde ulanylýar. Gandy köp wagtyň dowamynda gyzdirmek netijesinde emele gelen galyndy – gant kömri, aktiwlendirilen kömür hökmünde giňden ulanylýar.

Saharozadan glýukoza we fruktoza almak üçin oňa suw goşmaly bolýar. Gant suw bilen ýöne gyzdyrylanda reaksiýa iňňän haýal geçýär, hatda onuň geçýändigini duýup hem bolmaýar. Emma bu reaksiýany wodorod ionlary örän tizleşdirýärler. Şonuň üçin gandyň glýukoza we fruktoza dargamak reaksiýasyny kislota goşulan suwly erginlerde geçirýärler.

## 2.15. Emeli baly taýýarlamak

Tebigy ary baly üzüm gandy (glýukoza) bilen miwe gandynyň (fruktoza) hoşboý ys beriji maddalaryň köp bolmadyk mukdary bilen emele getiren garyndysydyr. Şeker çňriginiň gandy (saharoza) himiki usul bilen dargadylanda hem takmynan şonuň ýaly garyndy emele gelýär, emma ol hoşboý ysly maddalary saklamaýar. Saharozanyň dargamagyna *inwersiýa* ýa-da *gidroliz* diýýärler. Soňky sözden görnüşi ýaly, bu proses suwuň gatnaşmagynda geçýär.

Şu aşakdaky resept boýunça emeli bal taýýarlalyň. Farfor jamy-na ýa-da himiki bulgura 70 gram gant salyp, üstüne 30 ml gaýnap duran suw guýalyň. Ergin garylanda gant eräp, goýy şerbet emele gelýär. Ony suwly hammamda (wodýanaýa banýa) ýa-da ýörite gapda gaýnap duran suwuň üstünde goýup 80-85 °C çenli (termometr bilen sazlamaly) gyzdyrýarys.

Gidroliz prosesini tizlemek üçin ergine kislota hem goşmaly. Iň gowusy, munuň üçin 0,5 ml metan (garynja) kislotasyny ulanalyň (Seresap boluň! Konsentrlenen metan kislotasy zäherlidir hem-de adamyň endamynda ýanyk emele getirýär!). Onuň deregine duz kislotasyny hem ulanyp bolýar, ýöne alnan balyň ýakymсызrak şor tagamy bolýar.

Garyndyny şol temperaturada 2–3 sagatlap dyngysyz garýarys, soňra garmany togtatman, ondaky kislotany natriý gidrokarbonatynyň 0,8 gramyny goşmak arkaly neýtrallaşdyrýarys. Şonda kömürturşy gazy CO<sub>2</sub> bölünip çykýar. Sowadylanda süýji we dury şeker şerbedi emele gelýär.

Emeli baly senagat möçberinde alanlarynda oňa hoşboý ysly maddalary goşýarlar, biziň önümimizde olar ýokdur.

## 2.16. Kartofeliň we agajyň gantlanmasy

Bilşimiz ýaly, krahmal we sellýuloza üzüm gandynyň (glýukoza) galyndysyndan durýarlar. Kartofelden we däneli ösümliklerden alnan krahmaly, ýa-da bolmasa, agajyň esasy düzümi bölegi bolan sellýulo-

zany üzüm gandy (glýukoza) öwrüp bolmazmyka? Öwrüp bolýar ekeni! Ýöne onuň üçin bize güýçli dargadyjy serişde gerek boljak.

Krahmaly, has-da sellýulozany gantlandyrmak üçin ulanylýan kislotanyň konsentrasiýasyny galdyrmaly, ýa-da bolmasa, ýokary basyşda we temperaturada işlemeli bolýar.

Senagatda ulanylýan ugruň tersine, biz diňe birinji serişdäni, ýagny ýokary konsentrasiýaly kislotany ulanarys, şonuň üçin, elbetde, alnan önümleri iýmit hökmünde ulanyp bolmaz.

Kartofeliň we däneli ösümlikleriň dänesiniň esasy düzümi bölegi bolan krahmalyň gidrolizinden başlalyň. Öňler kartofel krahmalyny öý hojalykçy aýallar öýde özleri taýýarlardylar. Onuň üçin gyrgyzdan geçirilen kartoşkany sykyp, matadan geçirmeli. Alnan suwuklykdan krahmal bölünip çykýar.

Ýöne, iň gowusy, tejribe üçin taýýar kartoşka ýa-da tüwi krahmalyny alalyň. 20 gram töweregi krahmaly suwuň deň göwrümi bilen bulamak emele gelyänçä garyşdyrýarys. Şu garyndynyň örän az mukdaryna sagat aýnasynyň üstünde ýodyň spirtli ergininiň ýa-da ýodyň we ýodly kaliniň suwdaky ergininiň bir damjasyny damdyrýarys. Şonda krahmala mahsus bolan gök reňk emele gelyär.

Himiki bulgurda ýa-da farfor jamynda 40 ml suwuň üstüne 1 ml konsentrirenen kükürt kislotasyny guýup, suwly hammamda gyzydyrýarys. Garyndyny üznüksiz bulap, sowukda taýýarlanan krahmalyň bulamagyny goşýarys we 4–5 sagatlap gyzydyrýarys. Reaksiýa tamamlanandan soň önümiň synag üçin alnan bölegi ýod bilen gök reňk emele getirmeli dälir.

Prosesiň dowamynda önümden aljak synag mukdarlarymyz Felingiň reaktivi bilen barha intensiw položitel reaksiýalary berýärler. Diýmek, krahmal azalyp gutarýar, üzüm gandy (glýukoza) bolsa emele gelip, onuň mukdary barha köpeliýär.

Elbetde, bu prosesde glýukoza bilen bir hatarda krahmalyň doly bolmadyk dargamasynyň netijesinde dekstrinler diýlip atlandyrylýan önümler hem emele gelyärler. Garyndy sowandan soň kükürt kislotasyny sönen hek  $\text{Ca(OH)}_2$  ýa-da hek  $\text{CaCO}_3$  bilen neýtrallaşdyrýarlar (sredanyň reaksiýasyny, ýagny pH-ny barlamaly!). neýtrallaşdyрма netijesinde ereýjiligi kyn bolan gips  $\text{CaSO}_4$  emele gelyär, onuň esa-

sy mukdary haýýallyk bilen çökýär. Gips doly çökenden soň pipetka bilen onuň ýokarsyndaky dury ergini bölüp alýarys.

Ergin seresaplylyk bilen bugardylanda ondan süýji-köke hem-de arassa üzüm gandyny (glýukoza) öndürmekde giňden ulanylýan krahmal toşaby alynýar. Eger-de neýtrallaşdyrmak üçin himiki arassa kükürt kislotasy ulanylan bolsa, onda seresaplylyk bilen krahmal toşabyň tagamyny barlap bolar. Toşabyň süýjüligi şeker çňriginiň gandynyňkydan 3 esse pes hem bolsa, onuň mahsus süýji tagamy takyk bildirýär. Ondan başga-da, düzüminde gips bolandygy sebäpli toşabyň ýakymсыz, agzyňy gamaşdyryjy turşy tagamy hem bardyr.

Senagatda öndürilen gandy pugta arassalaýarlar – ergini wakuumyň astynda bugardýarlar, galyndyny bolsa täzedden kristallaşdyrýarlar.

Biziň hemmämiz glýukoza bilen tanyş, onyň elmydama gowşan organizmi berkitmek üçin ulanylýandygyny bilýäris. Ol hemişe gönüden-göni ganyň düzüminde (ganyň gandy) bolýar we organizm üçin energiýa çeşmesi bolup hyzmat edýär. Şonuň üçin glýukoza keselden soň sagalyp barýanlar we sportçylar üçin hiç hili zyýansyz berkidiji serişdedir, olara glýukoza bilen sanjym edilenden soň organizmiň energiýa gory örän tiz köpeliýär. Syýahatçylar öz gowşap haldan düşen organizmlerini mytaradaky (flýagadaky) üzüm gandynyň ergininden birnäçe owurt içip berkidipdirler. Üzüm gandynyň kän bir süýji tagamynyň ýokdugy bolsa onuň artykmaçlygydyr, çünki üzüm gandynyň ýokary konsentrasiýaly erginleri hem adamlary irizmeýärler.

Süýt gandy (laktoza) hem çenden aşa süýji dälendir. Şeker çňriginiň gandy ýaly laktoza hem disahariddir: onuň molekulasy iki sany monosaharidiň – glýukozanyň we galaktozanyň galyndysyndan durýar. Gurluşy boýunça galaktoza glýukoza örän meňzeşdir.

## **2.17. Süýt gandynyň (laktozanyň) alnyşy**

Sygyr süýdünde ortaça 4,6% süýt gandy (laktoza) bolýar. Ene süýdünde onuň mukdary köpräkdir – 6,5%-dir. Şonuň üçin emýän çagalary emeli iýmitlendirmek üçin öndürilýän süýde goşmaça süýt gandyny goşýarlar.

Süýt gandyny biz peýnir zawodlarynda kyrk gasanak şiresiniň (kyrk gasanak şiresi – gäwiş gaýtarýan ýaş mallaryň aşgazanynda emele gelyän we süýdi uýadýan biologik katalizatorydyr) kömegi bilen süýt-den ýag we beloklar bölünip alnandan soň galýan uýan süýt-den (syworotkadan) alarys. Bulanygrak bolan bu erginde belok galynyndysynyň birazrak mukdaryndan başga-da, gant we mineral duzlary bardyr. 1 litrlik farfor jamynda 300 ml (ýa-da ondan köpräk) uýan süýdi bugardýarys. Biraz wagtdan soň galan belok çökmä düşýär. Ony süzüp alýarys, filtraty tä süýt gandy kristallaşmaga başlaýança bugardýarys. Sowadanymyzdan soň kristallaryň emele gelen bulamagyndan süýt gandyny Býuhneriň süzgüjinde süzüp aýyryarys. Galyndyny has-da arassalamak üçin ony gyzgyn suwda eredip we sowadyp täzedan kristallaşdyrýarys.

Süýt turşanda süýt gandy bakteriýalaryň täsirinde süýt kislotasyňa öwrülýär. Şonuň üçin öýde tworog taýýarlanylandan soň galýan turşadylan süýt-den süýt gandyny alyp bolmaýar. Ony bugardyp, biz diňe süýt kislotasynyň şerbet ýaly goýy erginini alarys.

## **2.18. Pagtanyň gantlandyrylyşy**

Sellýuloza adam organizmi üçin iýmit bolup bilmeýär. Emma haýwanlaryň aşgazanynda bakteriýalaryň gatnaşmagynda ol iýilýän ganda çenli dargaýar.

Senagatda sellýulozadan ýa-da бүтінлеý sellýulozadan durýan agaç ýonuşgalaryndan kislotalar bilen işläp, üzüm gandyny (glýukoza) alýarlar. Adatça, agajyň gantlanmagyny (gidroliz) suwuklandyrylan kükürt kislotasy bilen 135°C-da we ýokary basyşda gyzdyryp ýa-da bolmasa konsentirlenen duz kislotasyny HCl ulanyp, öý temperatura-synda alýarlar. Bize „tüsseleýän“ duz kislotasynyň bir näçe ml gerek bolar. Ony almak üçin probirkanyň içine 4–5 ml konsentirlenen duz kislotasyny guýup, probirkany buzly suwa batyryp pugta sowadýarys. Kömürturşy gazyny sowatmak üçin ýokarda ulanan enjamymyzdan peýdalanyň, gaz halatyndaky hlorly wodorody alarys. Onuň üçin 3 gram nahar duzunyň NaCl üstüne kükürt kislotasynyň 50–70%-li



erginini damjalap guýýarys. (Goraýjy äýnek geýmeli! Iýiji buglaryň bölünip çykýandygy üçin tejribäni hökman howa çekiji şkafta ýada açyk howada geçirmeli). Çüýşe turbajygy arkaly hlorly wodorod gazyny pugta sowadylan duz kislotasynyň içinden geçirýäris. HCl gazy goýberilende probirkanyň agzyny bölejik pagta bilen çalarak ýapýarys. Hlorly wodorody goýberip bolanymyzdan birazrak soňrak pagtanyň bölejigini seresap bolup aýna taýajygy bilen kislotanyň içine düşer ýaly süýşürýäris, soňra probirkanyň agzyny pagtanyň başga bir bölejigi bilen ýapýarys we buzly gapda, oňa ýene-de buz salyp, bir näçe sagatlap saklaýarys. Pagta ilki çişýär, soňra bolsa ýuwaşlyk bilen ereýär. Probirkadaky kislotaly erginde sellýuloza dargaýar we ertesi onuň köp bölegi üzüm gandyna (glýukoza) öwrülýär.

Ergini suw bilen gowy edip suwuklandyrýarys, soda (natriý karbonaty) bilen neýtrallaşdyrýarys, Feling reaktiwini we kümüş duzynyň ammiakly erginini ulanyp, üzüm gandynyň (glýukoza) emele gelendigine göz ýetirýäris. Ikinji jahan urşy döwründe agaçdan gant almak önümçiligi örän uly ähmiýete eýe boldy. Emma häzirki döwürde gant öndürmek üçin has amatly çig malyň bardygy sebäpli, daşary ýurtlarda ol usul ulanylmaýar diýen ýalydyr.

Emma Russiyada agaç gytçylygynyň ýokdugy sebäpli agajy gidrolizläp gant öndürmegiň möçberi ýylyň ýylyna barha giňelýär. Alnan gandyň erginini ajadyp, gidroliz spirtini (etanol) alýarlar:



Bölünip çykýan kömürturşy gazyny  $\text{CO}_2$  ýygnaýarlar we uly basyşy ulanyp, „gury buz“ diýilýän gatadylan kömürturşy gazyny öndürýärler. Önümçiligiň zyňyndylaryndan iýmit drožžilerini, lignin, sintetiki polimer materiallary öndürmek üçin ulanylýan furfurol we ş.m. alýarlar.

---

### III. ŞEKER ÇİŇRIGI

---

Şeker çİŇriginden we gant şugundyryndan öndürilýän gantlar biri-birinden kân bir tapawutlanmaýarlar. Ýöne, şeker önümçiliginde aralyk önüm bolan şiräniň tagamy gandyň haýsy çig maldan (şeker çİŇriginden, gant şugundyryndan ýa-a başg.) alynýandygyna baglylykda tapawutlanýar. Şeker çİŇriginden alnan şire, elbetde, sanitar şertleri saklanylyp işlenilse, ulanylmaga ýaramlydyr. Emma, gant şugundyryndan alnan şiräniň tagamy birneme ýakymsyzrak bolýar.

#### 3.1. Şeker çİŇriginiň gandy

Şeker çİŇrigi (*Saccharum officinarum*) köp ýyllyk däneli ösümlikler maşgalasyna degişli bolup, ol örän uzyn ösýän otjumak ösümlikdir. Özünde saharoza we şeker önümçiligine gerekli birnäçe önümleri saklaýandygy üçin şeker çİŇrigi tropiki we subtropiki ýurtlarda ösdürilip ýetişdirilýär. Bu ösümlik bambugy ýa-da Türkmenistanda ösýän gargyny (ýogyn baldakly gamyş) ýadyňa salýar. Onuň silindrik baldagy bardyr, boýy köplenç 6–7,3 m, ýogynlygy 1,5–8 sm ýetýän, topbak bolup ösýän ösümlikdir. Gant şonuň şiresinden alynýar. Baldaklaryň bogunlarynda pyntyklar bolup, olardan gysga gapdal çybyklary çykýar. Şolardan çybyk alnyp, şeker çİŇrigi kopeldilýär. Şeker çİŇriginiň tohumy iň ýokarsyndaky güllerinden emele gelýär. Olary şeker çİŇriginiň täze görnüşlerini çykarmak üçin, kähalatlarda bolsa tohum gornüşinde ekmek üçin ulanýarlar. Bu ösümlige köp güneşli gün, ýylylyk we suw, şonuň ýaly-da, hasyl beriji toprak gerek. Şonuň üçin şeker çİŇrigi gyzgyn we çygly ýerlerde ösdürilip ýetişdirilýär.

Türkmenistanly meşhur ekerançy alym, merhum K. I. Semergeýiň köp sanly ýatlamalaryna görä, şeker çİŇrigini Türkmenistana ilkinji gezek 1933-nji ýylda dünýä belli rus alymy, akademik Nikolaý Iwanowiç Wawilow getiripdir. Şeker çİŇrigi bilen ýurdumyzda



**Şeker çňriginin ekilýän ýerleri**

ilkinji bolup alymyň inisiatiwasy we ýolbaşçylygynda şol ýyllarda Garrygalada döredilen Leningradyň Bütinsoýuz ösümlüklilik ylmy-barlag institutynyň şahamçasynyň alymlary hemmetaraplaýyn meşgullanyp başlapdyrlar; ýurdumyz üçin bu ösümligiň geljeginiň iňňän uludygyna olar örän tiz wagtyň içinde göz ýetiripdirler.

Amatly şertlerde şeker çňrigi örän çalt ösýär, hasyl ýygnaýmagynyň önüsyrysynda onuň ekin meýdany geçip bolmaýan jeňňellige meňzeýär. Şeker çňrigi Amerikanyň Birleşen Ştatlarynyň Luiziana şatynda 6–7 aýda, Kubada 1 ýylda we Gawaýa adalarynda 1,5–2 ýylda ýetişýär. Şeker çňriginiň baldaklarynda saharozanyň toplanyp, onuň möçberi iň ýokary (10–17%) derejä ýetende ösümlük boýuna ösmegini bes edýär, şol halatda hasyl ýygnaýyp başlanýar. Ekin meýdanynda maşyn ulanyp bolmadyk ýagdaýynda hasyl el bilen ýygnaýlar. Hasyl el bilen (uzyn gaýçylaryň kömegi bilen) ýygnalanda onuň baldaklaryny gögeren ýerinden çapýarlar, ýapraklaryny aýyrýarlar hem-de gaýtadan işlemek üçin gysga böleklere bölýärler. Meýdany uly bolan ekin meýdanlarynda ösümligiň aşaky bölegini ýakyp,

hasyl ondan soňra tehnikanyň kömegi bilen ýygnaýar. Şeýle edilende ot (ýalyn) haşal otlary ýok edip, mehanizmleşdirilen işleri ýeňledýär. Bu bolsa, önümiň özüne düşýän gymmatyny aşakladýar.

**Gaýtadan işlemek.** Şeker çňriginden şiresini gysyp almagy ýeňilleşdirmek üçin ilki bilen ony uşak böleklerе bölýärler.

Soňra olar üç okly gysyja berilýär. Adatça şeker çňrigi iki sapar gysylyp, şiresi alynýar. Sykyjy abzaldaky löti süýji suwuklygy gowşatmak üçin şeker çňrigini ikinji sapar gysmazdan öň oňa suw goşýarlar (bu prosese maserasiýa diýilýär).

Netijede, baldakdan gysylyp alnan „diffuzion şire“ diýilýäni (çal ýa-da goýy ýaşyl reňkli) öz düzüminde saharoza, glýukoza, şepbik, pektin maddalaryny, kislotalary we dürli hapalary saklaýar. Ony arassalamagyň usuly ýüzlerçe ýyllaryň dowamynda sähelçe üýtgapdyr. „Gant bolmadyk“ goşundylary aýyrmak üçin öň şiräni açyk oduň üstünde uly gaplarda gyzdýryp, kömür goşulan bolsa, häzirki döwürde bu maksatlar üçin hek süýdi – kalsiý gidroksidi  $\text{Ca(OH)}_2$  ulanylýar. Gant ýerli ulanyjylara niýetlenip öndürilende „diffuzion şiräni“ çalt arassalamak we agartmak üçin hek goşmazdan öň ony kükürtli gaz  $\text{SO}_2$  bilen işläp bejerýärler. Şeýle usulda alnan, soňuna çenli arassalanmadyk gant sarymtyl reňkli we ýakymly tagamly bolýar. Iki ýagdaýda-da hek goşulandan soň şire agardyjy gaba guýulýar we uly basyşyň astynda 110–116°C temperaturada saklanylýar.

Gandy öndürmegiň indiki tapgyry bugartmakdyr. Şire turbalar bilen bugardyjy enjama berilýär. Şol ýerde ol turbanyň ýapyk ulgamynyndan geçýän bug bilen gyzdýrylýar. Gury maddanyň konsentrasiýasy 40–50 % ýetende bugartmak işi wakum-enjamda dowam etdirilýär.

Netijede şekeriniň kristallary goýy toşabyň (melassa) içinde emele gelýär, oňa utfel diýilýär. Utfeli sentrifugadan geçirip, toşaby onuň gözenek diwaryndan aýyrýarlar. Şondan soň sahazozanyň kristallary galýar. Alnan gant önüminiň arassalyk derejesi 96–97% deň bolýar.

Sentrifugadan aýrylan toşaby täzedен gaýnadýarlar, kristallaşdyryp, ýene sentrifugadan geçirýärler. Ikinji sapar alnan gant önüminiň aras-

salygy pesrāk bolýar. Soňra ýene bir sapar kristallaşdyrmak işi amala aşyrylýar. Şondan soňky galyndyda 50% saharoza galýar. Ýone bu galyndy ondaky goşundylar sebäpli kristallaşmaga ukypsyzdyr. Bu galyndy käbir ýurtlarda, meselem, ABŞ-da, mallara iým hökmünde berilýär. Hindistanda bolsa, ýerli dökün hökmünde ony ekin meýdanlarynda gömýärler.



**Arassalamak (rafinirlemek).** Gandy arassalamak işi şulardan ybarat: toşabyň galyndysyny eretmek üçin, ilki gandyň çig maly şekerin şiresi bilen goşulýar. Ondan alnan garyndy (affinasiýa utfeli) sentrifugadan geçirilýär. Kristallar bug bilen ýuwlup hem eredilip, goýy toşap alynýar. Goşundylaryň petdelenip toşabyň yüzüne çykmagy üçin oňa fosfor kislotasy we hek goşulýar. Soňra haýwanlaryň süňküniň kömründen alnan reňki gara owuntykdan geçirilip süzülýär. Bu tapgyrda esasy mesele önümi agartmaktan we kömrüni aýyrmakdan ybaratdyr. 45 kg gant önümini arassalamak üçin 4,5 kg-dan 27 kg çenli şüňk kömri ulanylýar. Ulanlydygyça süzgüjiň geçirijiliginiň peselýändigini sebäpli, anyk gatnaşyk görkezilmeýär.



Alnan ak önüm bugardylýar we kristallaşdyrylandan soň sentrifugadan geçirilýär.

**Öndürilişi.** Braziliýa, Hindistan, Kuba, Hytaý, Meksika, Pakistan, Amerikanyň Birleşen Ştatlary, Tailand, Awstraliýa we Filippinler şeker çinriginden in köp gant öndürýän ýurtlardyr.



### 3.2. Şeker çinrigini ösdürip ýetişdirmek

Şeker çinrigi dünýäde giňden ýaýran bolmasa-da, bu ösümlik ýönekeýdir we ekip ýetişdirmek üçin uly idegi talap etmeyär. Ol gara toprakly ýerleriň orta we günorta çäklerinde ösýär. Bu ekin ýeriň temperaturasy takmynan 10°C ýetip, doňmak howpy aradan aýrylandan soň, 2–10-njy maý aralygynda ekilýär. Şeker çinriginiň ekiljek meýdanlaryny önünden güýz aýlaryndan taýýarlap başlaýarlar. Ýeriň her 1 m<sup>2</sup> bölegine bir bedre oňat hilli kompost dökmek maslahat berilýär.

Şeker çinrigini ösdürip ýetişdirmek üçin dürli toprakly ýerleri ulanyp bolýar. Ol toýunsow we çal paw toprakly ýerlerde hem ösüp bilýär. Esasy şerti her 10–12 günden yzygiderli otag geçirmek we azot döküni bilen iýmitlendirmekdir. Şeker çinrigi diňe tohumyndan gögerýär.

Şeker çinriginiň tohumynyň gabarasy şeýle bir uly däl. Şonuň üçin ony, takmynan, 1 sm çuňlukda ekmeli. Tohum ýeterlik yzgar alar ýaly onuň ekiljek ýerini derrew suwarmaly. Tohumyny 60x70 ýa-da 30x60 sm ýaly dürli shema boýunca, olaryň arasyny 60 sm, hatar aralaryny bolsa 70 sm edip ekmek maslahat berilýär.

Eger şeker çinrigi diňe şeker öndürmek maksady bilen ekilýän bolsa, 30x60 sm shemany ulanmak maslahat berilýär. Emma bu ekin şeker öndürmek we mala iým hökmünde bermek maksady bilen ekilýän bolsa, onda ony 60x70 sm shema boýunca ekmek amatly bolýar. Şeker çinriginiň ýapraklaryny we şiresi alnyp ownadylan gök massasyny dowarlar we iri şahly mallar örän oňat iýýärler.

Şeker çinriginiň gämigi topragyň we howanyň temperaturasyna baglylykda 10 günden gijä galman, gögerip çykýar. Tohum ekilende oňat gögeriş almak üçin her bir çukura iki sany tohum taşlamaklyk maslahat berilýär. Ilkibaşda gögerip çykan maýsalar kiçijik we örän näzik bolýarlar, şonuň üçin bejergi işleri örän seresaply geçirilmelidir.

Şeker çinriginiň baldaklary ýogyn we uzyn bolar ýaly, goşmaça çykýan öslerlerini hemişe kesmelidir. Kesilmese, her bir tohumdan

6–8 baldak ösüp çykýar. Olaryň hatar aralaryny 60 sm we biri-biriniň arasyny 30 sm edip ekmeli.

Gögerip çykandan 25–30 gün geçenden soň ösümlük örän çalt, gözüň alnynda ösüp başlaýar we onuň baldagynyň daşky görnüşi mekgejöwene meňzeýär. Şol wagt ösümligiň köklerine kislorodyň we yzgaryň ýeterlik derejede barmagy üçin, hatar aralarynda bejergi işlerini geçirmeli. Suw bilen goşmaça iýmitlendirmegiň dürli usullaryny ulanmaly. Towuk dersiniň 1:30 gatnaşygyny ulanmak maslahat berilýär.

Şeker çişrigi ekilenden soň, ol, ýokarda aýdylyşy ýaly, ekilen ýeriniň toprak we howa şertlerine baglylykda dürli wagtlarda ýetişýär. Şonuň bilen birlikde onuň dānesi hem bişip ýetişýär. Şol döwürde şeker çişrigini gaýtadan işläp, ondan şeker öndürmäge başlamaly, çünki şol wagt şirede şekeriniň köp toplanýan döwrüdür.

Şeker çişriginiň baldagyny pyçak bilen kesmeli ýa-da orak bilen ormaly we haýal etmän onuň ýapraklaryny aýyrmaly. Bu ösümlükden şeker almak, has takygy, bal almak üçin dessine, ýagny iki günden gijä goýman, ony gaýtadan işläp başlamaly. Sebäbi bu ekiniň baldagy kesilip ýa-da orlup goýlandan soň köp wagtlap saklanmaýar we ondaky şekeriniň mukdary birden azalýar. Şonuň üçin işläp bejermek mümkinçiligine baglylykda her günki gaýtadan işleniljek şeker çişrigi orlup, taýýar edilmelidir.

### **3.3. Şeker çişriginden gant almak**

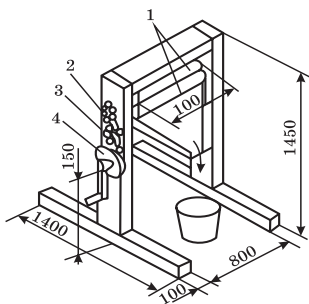
Bu işde ilki bilen şeker çişrigini gysyp, şiresini almaly. munuň iň ýönekeý usuly şirāni gysyjy bilen gysyp almakdyr. Özüňizde bar bolan gysyja baglylykda baldagy öňünden böleklere bölmeli. Ony iki sany biri-birine parallel we jebis ýerleşdirilen aýlanýan oklawjyklardan (walikler – kir ýuwýan maşynyň ýuwan eşikleri gysyjy enjamy-na meňzeş) geçirmeli (3.3.1-nji surat).

Şirāni alyp, ony gaza guýmaly (bu iş üçin sygymy dört bedrāniň göwrümüne deň bolan möçberli gaza oňat bolýar) we şeker çişriginiň arassa baly alynýança, otda gaýnadylýar. Balyň nä-



mede ulanyljagyna baglylykda ergin goýaldylýar. Erginiň has goýy hili gerek bolsa, onda şire köp wagtlap gaýnadylýar.

Şeker çîňriginden bal almagyň başga, gant şugundyryndan şeker şerbediniň alnyşyna kybapdaş usuly hem bar. Ýöne bu tärlä ýokarda beýan edilen usuldan kyndyr. Bu işde şeker çîňriginiň baldagyny 1–2 sm ölçegdäki bölekler bölme. Soňra olary möçberi dört bedräniň görümine deň bolan, bir uly gaba salmaly we gabyň ýarysyna çenli suw guýup, ony gaýnatmaly.



### 3.3.1-nji surat. Şeker çîňrigindem bal almak üçin enjam.

1 – diametri 100 mm bolan oklawjyklar, 2, 3, 4 – diametri 100, 150, 250 mm bolan şesterni – hereketi geçiriji dişli çarhlar (120, 180, 300 mm hem bolup biler).

Ilkibaşda şeker çîňriginiň ownuk kesilen böleklerinden şeker gaýnadylýar. Soňra gazançadan bölekler kepgir bilen çykarylyp, gerek derejesine çenli bugardylýar.

Şeker çîňriginden alnan bal uzak wagtlap saklanýar. Wagtyň geçmegi bilen ol kristallaşýar.

Şeker çîňrigi guşlar üçin oňat iým bolup hyzmat edýär. Bu ekin ýetişen mahaly, onuň ýokarsynda sübse emele gilib, onda beloga baý bolan däneler bolýar. Bu däneleri döwüp, beýleki öý haýwanlarynyň iýmine goşmaklyk maslahat berilýär.



Gutarnykly bolmadyk maglumatlara görä, şeker çňrighi ekilen ýeriň her gektaryndan 15 tonna şeker, 3 tonnadan gowrak tohum alynýar. Öý şertlerinde 10x10 m<sup>2</sup> ýerde ösdürilip ýetişdirilen şeker çňriginden 150 kg çenli şeker çňriginiň balyny alyp bolýar.

3.1-nji tablisa

**2007-nji ýylda dünýä boýunça öndürilen şeker çňrighi  
barada maglumat**

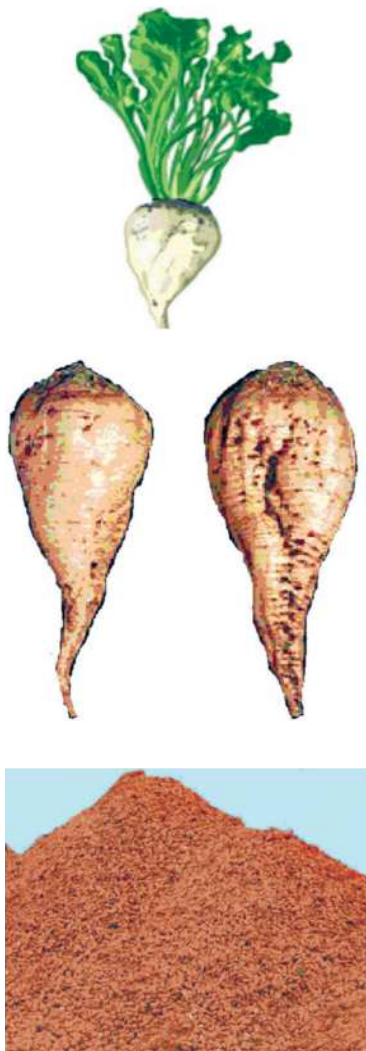
<b>Döwletler</b>	<b>Şeker çňrighi, müň tonna</b>	<b>Döwletler</b>	<b>Şeker çňrighi, müň tonna</b>
Braziliýa	549 707	Indoneziýa	25 300
Hindistan	355 520	Filippinler	22 235
Hytaý	106 431	GAR	20 300
Tailand	64 365	Argentina	19 200
Pakistan	54 741	Wetnam	17 378
Meksika	52 089	Müsür	16 200
Awstraliýa	36 397	Kuba	11 900
Kolumbiýa	32 000	Wenesuela	9 690
ABŞ	27 756	Ekwador	8 630
Gwatemala	25 436	Peru	8 228

---

## IV. GANT ŞUGUNDYRY WE ONDAN ÖÝ ŞERTLERİNDE ŞEKER ALMAK

---

### 4.1. Gant şugundyrynyň biologiýasy



Gant şugundyry (*Beta vulgaris* *L. ssp. vulgaris* var. *altissima* Doll). Gant şugundyry selmeler (*Chenopodiaceae*) maşgalasyna degişlidir. Ol iki ýyllyk ösümlük bolup, birinji ýyl gysylan okunda kök ýanyndaky birtopar ýaprak şahajyklaryndan kök düwünlerini we inçelip gidýän kök miwesini emele getirýär.

Pyntygyndan diňe ikinji ýyl ýaprakly gül göteriji baldaklarynyň başjagazlary ösüp başlaýarlar. Penje şekilli iki jynsly güljagazlar çogdum bolup, pişmege meňzeş sümbül salkymyna toplanandyr. Olar atanaklaýyn, esasan, şemal arkaly tozanlanýarlar. Bir ösümligiň 16 müňe çenli hozjagaz şekilli miweleri bolýar. Gant şugundyry Gününň şöhesiniň köp düşýän regionlarynda oňat ösýän ekindir.

Gant şugundyry ýokary hasyl beriji medeni ösümlükdir. Ýewropada bu ekiniň hasyllylygy toprak-howa şertlerine, eke-rançylygyň medeniýetiniň ýeten derejesine we ulanylýan tehnologiýalara baglylykda güýçli tapawutlanýar. Awstriýa,

Belgiya, Welikobritaniya, Germaniya, Gollandiya, Daniya, Şwesiya, Şweýsariya we Fransiya ýaly döwletler her gektardan gandyň 8–12 tonnasyny, Albaniya, Belarusiýa, Bolgariya, Gruziya, Latwiya, Litwa, Russiýa we Ukraina ýaly döwletler bolsa 1–3 tonnasyny alýarlar.

## **4.2. Gant şugundyrynyň kök miwesiniň himiki düzümi**

Gant şugundyrynyň kök miwesiniň himiki düzümi onuň sortuna, toprak-howa şertlerine, agrotehnikanyň derejesine we beýleki faktorlara baglydyr. Daşky faktorlaryň täsirinde kök miwesiniň himiki düzüminiň üýtgemek düzgünini bilmek bu ekini ösdürip ýetişdirmegiň tehnologiýasyny işläp düzmek we ondan oňat hilli ýokary hasyl almaga üpjün etmek üçin zerurdyr.

Gant şugundyrynyň kök miwesinde ortaça 75% suw, 17,5% gant we 7,5% gantlara degişli bolmadyk maddalar bardyr. Ondan gysylyp alnan şire gandyň we beýleki gantlara degişli bolmadyk maddalaryň suw ergininden durýar. Şiräniň gury maddasynyň 87,5%-ni gant düzýär.

Şiresi gysylyp alnandan soň, ähli massanyň 5%-ne deň bolan kök miwesiniň eti galýar. Ol, esasan, öýjük diwarjagazlarynyň düzümi bölleklerinden we biraz mukdarda beýleki suwda eremeýän maddalardan durýar. Kök miwesiniň etiniň düzüminde 48% pektin maddalary, 22% gemisellýuloza, 24% kletçatka, 2% belok, 2% saponin we 2% kül bardyr. Wegetasiya döwründe kök miwesiniň etiniň mukdary we düzümi üýtgeýär. Gant almak üçin ekilýän gant şugundyrynyň kök miwesiniň etiniň möçberi ýokary hasyl üçin ekilýän gant şugundyrynyňkydan köpdür.

Gant şugundyrynyň kök miwesiniň başjagazynda we çetki dokumalarynda, şonuň ýaly-da, gülleýän ösümlikleriň kök miwelerinde ýumşak ýeri köp bolýar. Onuň mukdary gurak ýyllarda köpeliýär. Kök miwesiniň ýumşak ýeri suwda eremeýär we gant zawodlarynda gaýtadan işlenende bütinleýin löt galýar.

Aşakda gant şugundyrynyň kök miwesiniň düzüminde bar bolan esasy maddalaryň häsiýetnamalary getirilýär. Uglewodlar şugundyryň

kök miwesiniň gury maddasynyň esasy böleginden ybarat bolup, olaryň iň köp mukdaryny aşakdakylar düzýär:

- monosaharidler (monozalar) – glýukoza, fruktoza, galaktoza we arabinoza. Glýukozanyň we fruktozanyň goşundysyna inwert gandy diýilýär;

- disaharidler (biozalar) – saharoza ýa-da gant çinriginiň gandy we maltoza. Gant (saharoza) şugundyryň gury maddasynyň esasy düzüm bölegi bolup, ol ilki bilen gant önümçiliginde uly orny eýeleýär. Kislotalaryň we fermentleriň täsiri astynda saharozanyň gidrolizinde inwertazalaryň bir molekulasyndan glýukozanyň we saharozanyň molekulalary emele gelýär. Bu prosese inwersiýa diýilýär. Kök miwelerinde inwert gandyň bolmagy gant önümçiliginiň tehnologiik işlerini kynlaşdyrýar. Diffuziýa şiresi arassalananda glýukozanyň we fruktozanyň dargamagy bolup geçýar we ýarymkolloid häsiýetli täze madda emele gelip, saharozanyň kristallaşmagyna päsgel berýär;

- trisaharidler (triozalar) – rafinoza. Bular gant önümçiliginiň tehnologiýasy üçin gerekmejek maddalara girýärler, çünki olar toşaba geçip, saharozanyň kristallaşmagyna päsgel berýärler;

- polisaharidler (poliozlar) – krahmal, sellýuloza we gemiselýuloza.

**Pektin maddalary.** Olara protopektin, pektin we pektin kislotalary girýärler. Pektin maddalary kök miwesiniň agramynyň 2–2,5%-ni düzýär. Pektin maddalarynyň 90%-i sowuk suwda eremeýän, gyzgyn suwda ýuwaş-ýuwaşdan ereýän protopektiniň paýyna düşýär. Şonuň üçin pektin maddalary diffuziýa şiresine geçýärler we saharozanyň kristallaşmagyna päsgel berýärler.

Diffuziýa we defekasiýa (şugundyr şiresini näbelli garyndylardan arassalamak) prosesinde pektin kislotasynyň gidrolizi esasynda poligalakuron kislotasyny emele gelýär. Bu kislota hek bilen doň şekilli çökündi emele getirýär we şire süzülende päsgel berýär. Diffuzion şire arassalananda ondan pektin maddalarynyň dördten bir bölegi aýrylýar. Bu gant şugundyry zawodlarynda gaýtadan işlenende gandyň çykyşyny peseldýär.

**Saponinler.** Bu maddalar glýukozidlere degişli bolup, gidroliziň netijesinde glýukuron we smola kislotalaryna dargaýarlar. Sapo-

ninleriň häsiýetli aýratynlyklary olaryň köpürjik emele getirmäge ukyply bolmagydyr. Diffuziýa wagtynda saponinleriň takmynan üç-den bir bölegi diffuziýa şiresine geçýär, şonuň üçin ol köpürjikleýär. Saponinler beloklar bilen bilelikde çökýärler. Kök miwesiniň öl agramynda ösümligiň ýaşyna, sortuna we oňa berilýän döküne baglylykda saponinleriň düzümi 0,13-den 0,25% aralygynda üýtgeýär. Kök miweleriniň hasylly sortlaryna garanyňda, gantly ugurlarynda saponinler köp bolýar. Görnüşi ýaly, saponinleriň emele gelmegi gandyň emele geliş derejesi bilen baglydyr, sebäbi şugundyryň süýjiligiň artmagy bilen olaryň mukdary ýokarlanýar.

**Organiki kislotalar.** Kök miwelerinde şawel, malina, ýantar, alma, süýt, limon we beýleki kislotalar bolýar. Olaryň gury maddasynda organiki kislotalaryň 0,99–1,33% bardyr. Bular ösümlikleriň madda çalyşygynda esasy orun tutýarlar. Diffuziýa şiresi işlenende organiki kislotalaryň köp bölegi hek bilen çökýär we ondan aýrylýar.

**Azotly maddalar.** Bular kök miwesinde belok görnüşinde, proteinler (albuminler, globulinler we başgalar) we proteidler (nukleo-proteidler we başgalar), şonuň ýaly-da, aminokislota görnüşinde (leýsin, izoleýsin, tirozin, asparagin we glutamin kislotalary), kislota amidleri (asparagin, glutamin), organiki esaslar (betain, holin, lesitin), moçewinanyň halkaly önümleri (allantoin), purin esaslary (guanin, ksantin, gipoksantin, adenin) we mineral azot (azot kislotasynyň duzy we ammiak) görnüşinde saklanylýar.

Gant önümçiliginde kök miwelerinde bar bolan azoty belok, amidoammiak we zyýanly toparlaryň azotyna bölmeklik kabul edilendir. Gant önümçiliginiň tehnologik prosesinde diffuziýa şiresine düşüp, defekasiýa-saturasiýa (gant şiresini kömürturşy gazy bilen himiki işläp bejermek) prosesinde azotyň ondan aýrylmaýan görnüşine zyýanly azot diýilýär. Olar toşaba geçip, toşabyň çykymy bilen bir hatarda, gandyň ýitgisini hem köpeldýärler. Zyýanly azotyň bir bölegi gandyň 25 böleginiň kristallaşmagyna garşylyk döredýär diýlip hasaplanylýar. Aminokislotalar, betain, purin esaslary we nitratlar zyýanly

azotyň görnüşlerine deňişlidirler. Beloklar, ammiagyň önümleri we amid azoty gant öndürmek prosesinde diffuziýa şiresinden aýrylýarlar. Şugundyrdaky zyýanly azotyň mukdary umumy azot hem-de belokly we amid-ammiakly azotyň aratapawudy bilen kesgitlenilýär.

P. M. Siliniň maglumatlaryna görä, kök miwesinde azotyň dürli görnüşleriniň (şugundyryň agramyna görä) mukdary: umumy azot – 0,2%, belok azoty – 0,115%, ammiak azoty – 0,005%, amid azoty – 0,015%, betain azoty – 0,02%, nitrat azoty – 0,002%, purin esaslarynyň azoty – 0,001%, aminokislotalaryň azoty we beýleki azotlar – 0,042% deňdir.

**Mineral maddalar (kül).** Kök miwesiniň agramynyň 0,5–0,8%-i mineral maddalaryň (külün) paýyna düşýär. Kök miwesiniň külünde kaliý, natriý, kalsiý, magniý, demir, fosfor, kremniý, hlor, rubidiý, seziý, wanadiý, bor, marganes, sink, litiý, stronsiý, ýod, mis we beýleki elementler duş gelýär. Külün agramynyň üçden bir bölegini kaliý düzýär. Kök miwesiniň başjagazynda, guýrujygynda we çetki böleklerinde külün mukdary köpdür. Şugundyr gaýtadan işlenende kaliý duzy, natriý, hlor diffuziýa şiresinden aýrylmaýar. Şonuň esasynda toşap köpeliş, sekeriň çykymy azalýar.

**Ýaglar we ýaga meňzeş maddalar (lipoidler).** P. M. Siliniň tejribeleriniň netijeleri boýunça kök miwesinde ýag – 0,03%, beýleki barlagçylaryň maglumatlaryna görä – 0,13–0,21% görkezilýär. Kök miwesinde ýaga meňzeş maddalar hökmünde lesitin, ýag kislotalary hökmünde bolsa olein, eruk we palmitin kislotalary getirilýär.

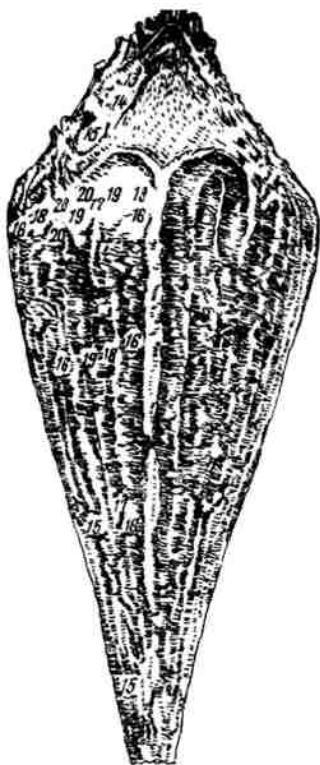
**Kök miwesinde gandyň bölünişi.** Kök miwesiniň dürli böleklerinde gandyň ýaýraýşy deň däl. Onuň başynda gant azdyr. Bokurdagynda we onuň golaýynda köpdür. Guýrugyna tarap gant azalýar.

A. S. Okanenکو tarapyndan geçirilen barlaglaryň netijesinde keseligine halka zolagynyň damar süýümlerinde gandyň (saharozanyň) möçberi az üýtgeýär. Kök miwesiniň orta böleginde gandyň düzümi orta süýjülikden ýokarydyr.

Halka ara galtaşýan parenhimada (öýjükleriniň ululygy, takmynan, birmeňzeş bolan dokumalarda) gandyň mukdary ujypsyzdyr. Merkezden daşlaşdygyça parenhimada ol barha artýar we 4–5 hal-

kanyň zolagynda onuň gantlylyk derejesi damarly-süýümlü bogdajyklaryň zolagynyň gantlylyk derejesine deňdir, kähalatlarda hatda köpdür hem. 9–10-njy halkalardan başlap, gantlaryň mukdary mese-mälim peselýär.

A. S. Okanenko tarapyndan geçirilen tejribäniň görkezişi ýaly, ýapraklar emeli usulda aýrylanda assimilýatlaryň esasy massasy kök miwesindäki ýapraklara tarap süýşýärler. Bu assimilýatlar şol ýerde peýdalanylýar. Kök miwelerinde gandyň ýaýramak häsiýeti belli bir mukdarda onuň sort aýratynlygyna baglydyr. Meselem, kök miweleriniň Iwanow tejribeseleksiýa stansiýasynyň (Russiýa) hasylly görünüşinde topbajyk şekilli zolaklarda we kök miweleriniň içki, has köne zolagynyň parenhimasynda gantlylyk düýpgöter tapawutlanýar. Ramon 1537 sorty, esasan-da, Ýanaş sorty kök miwesinde saharozanyň ýaýraýşynyň has endiganlygy bilen tapawutlanýarlar.



Kök miweleri saklanylýan döwründe onuň himiki düzümi epesli üýtgeýär. Munuň özi ýygňalan kök miwelerinde bolup geçýän fiziologiki we biohimiki prosesler we maddalaryň çalyşmagyna bagly himiki öwrülişikler bilen baglydyr.

Kök miweleri saklanylýan döwründe ondaky saharozanyň düzümi azalýar. A. I. Oparin, N. N. Dýačkow we I. W. Glazunow tarapyndan geçirilen tejribelerde şugundyryň kök miweleriniň gury maddalaryndaky saharozanyň düzümi 103 gün saklanandan soň, 27,66%-den 21,68%-ne çenli azalypdyr. Bu azalmak saharozanyň belli bir böleginiň kök miweleriniň dem alşyna sarp edilmegi we beýleki böleginiň bolsa inwert gandyňa öwürilmegi bilen baglydyr. Awtorlaryň belleýişleri ýaly, kök miweleri saklanylanda onuň başdaky tapgyr-



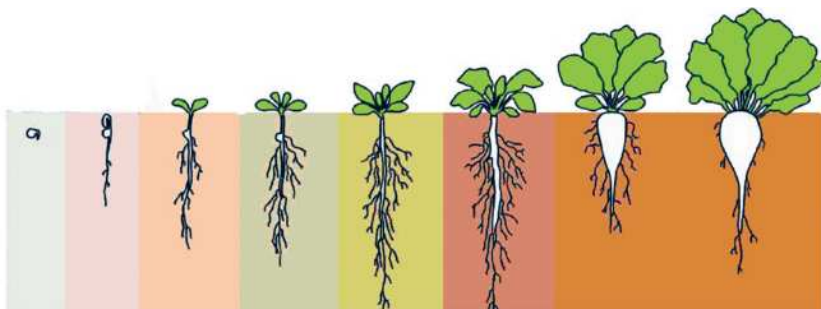
larynda saharozanyň dargamagy haýal bolup geçýär. Köp saklanyldygyça kök miweleriniň adaty dem alşy üçin sarp bolýan mukdaryndan, dargamak üçin gerek mukdary ep-esli köpdür. Şugundyr miweleri uzak wagtlap saklanylsa, saharozanyň dargamagy ýokarlanýar.

Kök miweleri saklananda strukturasý hem üýtgeýär. Onuň gatylygy ep-esli peselýar, şiräniň kolloidliligi ýokarlanýar. Bu inwertazlaryň ergine geçmegine ýardam edýär we onuň gidrolitiki täsirini ýokarlandyrýar.

Şugundyr hasyly saklananda azot kompleksi hem üýtgeýär. Belok azotynyň mukdary azalyp, onuň ereýän görnüşi, hususan-da, mala berilýän toşabyň çykymynyň köpelmegine we önümçilikde gandyň ýitgisine getirýän zyýanly azot köpeliýär.

**Şugundyr ösdürip ýetişdirmek.** Gant şugundyrny hususy mellekde ösdürip ýetişdirmek işi çylşyrymly däl. Bu ekini her bir adam öz melleginde ekip, ondan ýokary hasyl alyp biler.

Eger-de şugundyr üçin ýörite keşjagaz, ýagny „bioýyladyşly“ keşjagaz (başgaça aýdanynda, ýyly keş) taýýarlanylsa, onda ol oňat ösüp, ýokary hasyl berýär. Ol keş şeýle taýýarlanylýar: şugundyr ekiljek ýerde 60–80 sm çuňlukda çukur gazylýar. Çukuryň iň aşagyna agaç çybyklary, baldaklary, işlenen kagyzlar (makulatura), mata bölekleri, ýapraklar we kompost bilen örtülýär. Şugundyrnyň kislotaly topragy halamaýandygyny göz önünde tutup, ýaňkylaryň üstünden 1 m<sup>2</sup> ýere 0,5 litr hasabynda agajyň külüni sepmeli. Ýeriň oňat ýumşap, tiz taýýar bolmagy üçin we işlemek aňsat bolar ýaly oňa ýagyş gurçugyny goýbermeli (ony köp mukdarda almagyň usuly aşakda berilýär).



4.2.1-nji surat. Gant şugundyrny ösdürip ýetişdirmegiň tehnologiýasy



Şugundyryň hatar arasyna garaharsaň (moh) gömülse, ol şugundyryň köküniň gerek bolan çyglylygyny saklamaga we köküniň çalt ösmegine ýardam berer. Şugundyryň ýanyna nohut ekilse, birinjiden, ony azot bilen üpjün edip, ikinjiden, bir ýerden iki ekiniň hasylyny alyp bolar.

Şugundyryň tohumyny ekmezden öň ony ösümlikleriň ösüşiniň tebigy stimulyatory bolan gummatyň ergininde ýatyrmary. Şol ergin bilen ekini suwarmak hem bolýar. Şugundyr ekilenden soň onuň guraamazlygy we oňat ösmegi üçin birnäçe günläp plýonka bilen onuň üstüni ýapmak maksada laýykdyr. Gögerip çykyp başlan wagty agajyň külini sepmeklik maslahat berilýär.

Şu şertler ýerine ýetirilende 5x2 metr ýerden hiç hili kynçylyksyz şeker şugundyrynyň 150 kg hasylyny, ondan bolsa 15 kg şeker şerbedini ýa-da 10,5 kg şeker alyp bolar.

Elbetde, şugundyr ösdürip ýetişdirmegiň şeýle çylşyrymly usuly ulanman hem hasyl alyp bolar. Ýöne, alnan hasyl köp bolmaz. Şeýlelikde, şeker hem az çykar. Şugundyryň hasylyny ýygnamagyň öň ýanynda onuň ýapraklaryny kesip aýyrmak maslahat berilýär.

### **4.3. Gant şugundyrynyň hili**

Gant önümçiliginiň çig maly hökmünde gant şugundyrynyň hili ni kesgitleýän esasy görkeziji onuň süýjüligidir (gandyň agramynyň kök miwesiniň agramyna görä görterimde aňladylan gatnaşygy). Süýjüligi näçe köp boldugyça, gant şugundyrynyň tehnologik hili şonça-da gowy bolýar. Birmeňzeş süýjüligi bolan şugundyryň dürli toparlary gant zawodlarynda gaýtadan işlenilende gandyň çykymy ep-esli tapawutlanýar. Munuň özi şugundyr toparlarynyň tehnologik hiliniň dürli-dürlüligindedir. Diýmek, gaýtadan işlenende şugundyryň haýsy toparyndan gant köp öndürilse, şol toparyň tehnologik hili hem ýokarydyr. Bu gant bilen bilelikde şirä geçen beýleki gantlara degişli bolmadyk maddalaryň mukdaryna baglydyr.

Gant şugundyrynyň tehnologik hili – bu biologiki, himiki we fiziki aýratynlyklarynyň toplumy bolup, gant zawodlarynda gaýta-

dan işlenilende kristallik gandyň çykymynda tehnologik prosesleriň geçişini häsiýetlendirýär.

Şugundyry gant zawodynyň işini belli bir derejede ýerine ýetirýän laboratoriya enjamynda gaýtadan işlenilende onuň tehnologik hiline doly we ählitaraplaýyn baha berip bolýar. Munuň üçin birnäçe gün işlemek gerekdir. Bu köp bolmadyk synaglar üçin ulanylsa bolanok. Tohumçylyk işinde ýa-da agrotehniki tejribelerde zerur bolan bu usuly köpçülikleýin analiz etmek üçin ulanyp bolmaýar. Barlagçylaryň bir topary gant şugundyrynyň hilini häsiýetlendirýän göni bolmadyk görkezijileri hasaba almaklygy teklipe edýärler.

Laboratoriýada alnan şiräniň hiline görä, gant şugundyrynyň hilini kesgitlemek bolar. Şiräniň hiliniň oňatlygy ondaky gury maddalaryň düzümindäki gandyň we gantlara degişli bolmadyk maddalaryň agramynyň gatnaşygynyň görerimde aňladylýan ululygyna deňdir. Şiräniň hiliniň oňatlygy şu deňleme bilen kesgitenilýär:

$$K = \frac{S}{M} \cdot 100,$$

bu ýerde,  $K$  – önümiň hil derejesi, %;  $S$  – gandyň mukdary, %;  $M$  – gury maddalaryň mukdary, %.

Şire hek we kömürturşy gazy bilen işlenende (defekasiya we saturasiya) gantlara degişli bolmadyk maddalaryň käbirleri köp, beýlekileri bolsa az mukdarda (himiki düzümine baglylykda) aýrylýarlar. P. M. Silin şugundyryň hili kesgitlelenende onuň hek we kömürturşy gazy bilen işlenilip arassalanan şiresiniň ýokary hilliligi bilen kesgitlemegi teklipe etdi. Bu görkeziji gant öndürmekde giňden ulanylýar.

Käbir awtorlar gandyň hilini ondaky zyýanly azotyň ýa-da külüň düzümi bilen kesgitlemek bolar diýip hasaplaýarlar. Geçirilen barlaglaryň netijesinde gandyň, azotyň we külüň toşapdaky gatnaşygynyň hemişeleik dældigi görkezildi. Eger hasaplamalar toşapdaky zyýanly azotyň we külüň mukdarlaryny hasaba almak bilen geçirilse, onda alnan netijede uly ýalňyşlyklar bolup biler.

Gant şugundyrynyň ösdürilip ýetişdirilýän şertleri onuň himiki düzümine we hiline uly täsir ýetirip bilerler. Kök miwesindäki gandyň

möçberi günortadan demirgazyga tarap süýşülende azalýar, organiki kislotalaryň, belok azotyň we beýleki maddalaryň düzümindäki azotyň mukdary köpeliýär. Gant şugundyry birmeňzeş şertlerde ösdürilip ýetişdirilende gandyň düzümi Puşkin şäherinde – 15,93%, Odessada – 19,03%, belokly azot 0,113% we 0,105% we ereýän azot – 0,152% we 0,104% deň bolupdyr.

Demirgazyk sebitlerde kök miwesinde külüň mukdarynyň köpdügi bellenilýär. Puşkin şäherinde ösdürilip ýetişdirilen gant şugundyrynyň kök miwesiniň gury maddasynda kül elementleriniň 2,98%, Odessada ösdürilip ýetişdirilende bolsa 2,58%-iniň bardygy anyklanyldy. Ýokary demirgazyk sebitlerde gün şöhesiniň gowşak düşýän we ýylylygyň ýetmezçilik edýän şertlerinde kök miwe ulgamy tarapyndan bir walentli metallaryň kationlarynyň we azotyň güýçli ýuwdulmagy, günün radiasiýasynyň we temperaturanyň ýokary bolan günorta ýurtlarynda bolsa şugundyr ösümliginiň kalsini, kükürdi we hlory oňat siňdirýändigini ýüze çykaryldy.

Iwanow şäherindäki tejribe-seleksiýa stansiýasynda gant şugundyry ýörite wegetasion gaplarda dürli toprak ulanylyp ösdürilip ýetişdirilende, onuň kök miwelerindäki seker 0,15 – 20,5% aralygynyda üýtgapdyr. Umumy azotyň mukdary bolsa 0,873 – 1,318%, şol sanda zyýanly azotyň mukdary 0,195 – 0,437% deň bolupdyr.

Şugundyra birmeňzeş mineral elementlerden durýan dökün berlen we topragyň çyglylygy peseldilende kök miwesiniň öl massasynda gandyň mukdarynyň köpeliýändigini, gury maddanyň düzüminde bolsa azalýandygy hem-de azotyň mukdarynyň artýandygy görkezildi.

Iýmitlendiriji meýdanyň ulalmagy bilen, kök miwesinde azotyň we külüň mukdary köpelip, onuň süýjüligi peseliýär. Meselem, Russiýanyň Kursk oblastyndaky Lgow tejribe-seleksiýa stansiýasynda 1 ga meýdanda gürligi 89 mün düýp gant şugundyry ekilip geçirilen barlaglaryň netijesinde kök miwelerindäki gandyň mukdarynyň 18%, umumy azotyň 0,174% we külüň 0,730%, haçanda 1 ga meýdana 59 mün düýp gant şugundyry ekilende bolsa, kök miwelerindäki gandyň düzüminiň 16,5%, umumy azotyň 0,214%, we külüň 0,779%-e deň bolýandygyna göz ýetirildi.

Ösümligiň gürlügini azaltsaň, her bir ösümligiň iýmit alýan ýeri giňeýär. Diýmek, her ösümlige düşýän suwuň we iýmit maddalarynyň mukdary köpeliýär. Bularyň bary ösümligiň çalt ösmegine täsir edýär. Munuň netijesinde, şugundyryň kök miweleri uly bolup, onuň bişip ýetişmegi haýallaýar.

#### **4.4. Şugundyr gandy**

Şeker öndürmek üçin gant şugundyrynyň (*Beta vulgaris*) uzyn kümüşsow ak köki ulanylýar. Onuň ýapraklary mal üçin oňat iým bolup hyzmat edýär.

Gant şugundyrynyň kökiniň iň ýogyn ýeriniň diametri 10-15 sm ýetýär, onuň ýere girip gidýän inçe öseriniň uzynlygy 90-120 sm bolýar. Köküň ortaça agramy, takmynan, 1 kg bolup, onuň 15%-i sahározadyr. Bu bolsa 14 çay çemçesi şekere deňdir. Gant şugundyry, esasan, aram giňişliklerde ösdürilip ýetişdirilýär. Ösüş (wegetasion) döwüründe her bir ösümlük ortaça 55 litr suw içýär. Bu ösümlük köp suw talap edýär. Hasyl ýygnaýan döwründe suwuň mukdary onuň kökünde 75-80%-e, pazylynda bolsa 90 %-e ýetýär.

Fotosinteziň netijesinde, ýagny Gün energiýasyny we organiki däl maddalary ýokumly organiki maddalara öwürmekde gant şugundyry ösümlükleriň arasynda öňdäki orunlaryň birini eýeleýär. Gant şugundyrynyň watany anyk däl. Alymlaryň çaklamasyna görä, taryhy döwürden öň, Günorta Ýewropada we Demirgazyk Afrikada bu ösümlük birýyllyk bolup, ýabany görnüşde ösüpdir. Soňra gant şugundyry sowuk ýurtlara düşüp, ikiýyllyk ösümlige öwrülipdir. Birinji ýylda kökünde gant toplan, ikinji ýylynda tohum beripdir. Häzirki wagtda gant şugundyry kökünüň agramy we önuň süýjüligi iň ýokary derejä ýetende, ýagny wegetasiýa döwriň ahyrynda ýygnaýlar.

Gant şugundyryndan öndürilýän önüme şugundyr şekeri diýilýär. Şugundyrda gant öndürmegiň zawodda ulanylýan usulyny şu aşakdaky shematik beýan görnüşde göz önüne getirip bolar.

Zawoda getirilen şugundyr ilkinji nobatda örän gowy edilip ýuwulýar. Soňra şugundyry inçe gyryndylara çenli kesýärler we gyryndyny içi 60°C çenli gyzdyrylan suw guýlan uly gaplara gönükdirýärler.

Gyzgyn suw gyryndydan gandy we suwda ereýän beýleki maddalary eredip, özüne geçirýär. Gandyň mümkin bolan köp mukdaryny bölüp almak üçin suw bilen geçirilýän bu çäräni birnäçe gezek gaýtalaýarlar. Gandy we suwda ereýän maddalary suwa geçirilen gyryndyny süzýärler, süzülen şireli suwy arassalaýarlar, çünki şugundyryň suwda erän gantdan beýleki garyndy maddalary şireli suwa hapa reňk, ýaramaz ys we tagam (esasan, belok maddalary) berýärler.

Arassalamak üçin şireli suw ilki 80°C çenli gyzdyrylýar, netijede belok maddalarynyň köp bölegi uýap gataýar we gabyň düýbüne çökýär. Soňra şireli suw hek süýdi (kalsiý gidroksidiniň –  $\text{Ca(OH)}_2$  doýan ergini) bilen garyşdyrylyp çaykalýar. Hek gant bolmadyk maddalaryň bir bölegini çökündä öwürýär, beýleki bölegini bolsa dargadýar, şol bir wagtyň özünde ol gant bilen birleşýär. Gandy hekiň birikmesinden bölüp almak we hekiň artykmaýjyny aýyrmak üçin hek süýdi bilen garylandan soň şireli suw kömür kislotasy bilen işlenilýär. Soňra şireli suwda emele gelen kalsiý karbonatynyň çökündisi süzülýär, arassalanan şireli suw bolsa bugardylyp goýulandyrylýar.

Bugartma prosesi şerbet emele gelýänçä dowam etdirilýär. Alnan şerbedi süzýärler, soňra bolsa ony aýratyn gazanlarda gaýnadyp, gutarnykly goýaldýarlar. Netijede, içinde köp sanly ak kristal jagazlardan – şekerden durýan toşap emele gelýär.

Gant şugundyry göwrümi uly, tiz zaýalanýan önümdir. Şonuň üçin gant şugundyryny gaýtadan işleýän zawodlar onuň ekilýän ýerleriniň golaýynda gurulýar. 290 kg gant şugundyryndan 45 kg gant alynýar. Munuň üçin bolsa 27 kg kömür, 16 kg hek we koks gerek bolýar. Gant öndürmek işi şu basgançaklardan: ekstragirlemekden, arassalamakdan, bugartmakdan we kristallaşdyrmakdan durýar.

Gant şugundyryny ilki ýuýýarlar, soňra maýda böleklere kerçgeýärler we diffuzora guýýarlar. Şol ýerde gandy gyzgyn suw bilen çaykap ekstragirleýärler, şeýlelikde ösümlükdäki gandyň esasy mukdary suwa geçýär. Netijede, 10–15% saharozaly „diffuziýa şiresi“ alynýar.

Şiresi alnan şugundyr löti mal üçin oňat iým bolup hyzmat edýär. Diffuziýa şiresi ýanlykda (saturatorda) hek süýdi bilen goşulýar. Bu ýerde agyr goşundylar çökýär. Soňra gyzdyrylan erginden şekere

degişli bolmadyk maddalary heke birleşdirip arassalamak üçin onuň içinden uglerodyň dioksidini (kömürturşy gazyny  $\text{CO}_2$ ) geçirýärler. Ergini süzüp, „arassalanan şire“ alýarlar. Agartmak üçin bolsa ondan kükürtli gazy geçirýärler we aktiwleşdirilen kömürden geçirip süzýärler. Artykmaç suw bugardylyp aýrylýar. Iň soňunda alnan suwuklykda 50–60% gant bolýar.

Kristallaşdyrmak işi örän uly wakuum gaplarda (kähalatlarda olaryň beýikligi 2 gat jaýyň beýikligine deň bolan gaplarda) geçirilýär. Onuň önümi toşap bilen saharozanyň kristallarynyň goşundysy bolan utfeldir. Bulary biri-birinden sentrofugirläp aýyrýarlar, soňra alnan şekeri ýuwup guradýarlar. Bu gandyň şeker çinriginden alnan gantdan tapawudy rafinirlenmän ulanmaga ýaramlylygydyr.

Toşabyň ilkinji partiýasyny bugardyp, şekeriň ikinji partiýasyny, ony bugardyp bolsa, kristallary gaty arassa bolmadyk üçünji partiýasyny alýarlar. Olary ilki bugardyp, soňra rafinirleýärler.

**Öndürilişi.** Russiýa, Germaniýa, Amerikanyň Birleşen Ştatlary, Fransiýa, Polşa, Hytaý, Türkiýe we Italiýa gant öndürýän esasy ýurtlardyr. Ýewropada ähli şeker gant şugundyryndan alnýar. Amerikanyň Birleşen Ştatlarynda gant şugundyry, esasan, Minnesotada, Kaliforniýada, Aýdahoda we Demirgazyk Dakotada ösdürilip ýetişdirilýär; 1991-nji ýylda onuň hasyly 24 982 müň tonna boldy.

**Gant şugundyrynyň ýurdumyzda önümçilige ornaşdyrylan sortlarynyň we gibridleriniň häsiýetnamasy.** Häzirki wagta çenli ýurdumyzda gant şugundyrynyň şu sortlary: Gyrgyzystanyň (Kırgızskaya odnoseymyanna-25), Russiýa Federasiýasynyň (Ramonskaya odnoseymyanna-47), Fransiýanyň “Syukden Kerri” firmasynyň 1 gibridi (Ameli), Germaniýanyň “KWS” firmasynyň 2 gibridi (Klaudia we Sonia) Türkmenistanyň oba hojalyk ministrliginiň, Türkmen döwlet sort-synag tohumçylyk gullugynyň welaýatlardaky Döwlet sort-synag meýdançalarynda synagdan geçirilip, önümçilige ornaşdyryldy. 1994-nji ýylda gant şugundyrynyň “Kırgızskaya odnoseymyanna-25”, “Ramonskaya odnoseymyanna-47” sortlary, 1997-nji ýylda Germaniýanyň “KWS” firmasynyň “Klaudia”, “Sonia” gibrideri bütün ýurdumyz boýunça önümçilige ornaşdyryldy. Fransiýanyň “Syukden Kerri” firmasynyň “Ameli” gibridi 1998-nji ýylda Lebap welaýaty boýunça önümçilige

orňaşdyryldy. 2000–2003-nji ýyllarda gant şugundyrynyň “Kirgizskaýa odnoseýannaýa-25” sorty ýurdumyzyň Mary we Ahal welaýatlarynyň hojalyklarynda önümçilikde giňden ösdürilip ýetişdirildi. Kirgizskaýa odnoseýannaýa-25 sorty Gyrgyzstanyň ylmy-barlag Ekerançylyk institutynyň seleksiýa tejribe bölümüniň stansiýasynda döredilendir. Türkmen döwlet sort-synag tohumçylyk gullugynyň Saýat däne, ot-ıým döwlet sort-synag bölümçesiniň geçiren işlerine görä, bu sortyň hasyllylygy 420–444 sent./ga, kök miwesiniň ortaça agramy 550 gram we ondan-da ýokarydyr. Köküň düzümindäki şeker 12,3–16,0%-e ýetýär. 1994-nji ýylda Orsýetiň A. L. Mazlumow adyndaky Ylmy-barlag gant şugundyry institutynda döredilen Ramonskaýa odnoseýannaýa-47 sorty Türkmenistan boýunça önümçilige giňden orňaşdyryldy. Türkmen döwlet sort-synag tohumçylyk gullugynyň Saýat däne, ot-ıým döwlet sort-synag bölümçesiniň geçiren işlerine görä, bu sortyň köküniň düzümindäki şeker 17,1%-e çenli ýetýär.

Şugundyryň “Ameli” sorty Fransiýanyň “Sýukden Kerri” firmasynyň gibridi bolup, ol 1994-nji ýylda Türkmenistan boýunça önümçilige orňaşdyryldy. Saýat däne, ot-ıým we Gökdepe sort-synag meýdançasynyň geçiren işlerine görä, bu gibridiň hasyllylygy 296–570 sent./ga, köküniň agramy 396–646 gram, köküniň düzümindäki şekeriň mukdary bolsa 17,3–19,7% boldy.

1998-nji ýylda Lebap welaýaty boýunça önümçilige orňaşdyrylan “Klaudia” sorty Germaniýanyň “KWS” firmasynda döredilen gibrid bolup, Türkmenistanyň döwlet sort-synag meýdanlarynda geçirilen barlaglara görä, onuň hasyllylygy 325–586 sent./ga-dan, köküniň düzümindäki şekeriň mukdary 17,2–20,3%-den ybaratdyr.

Şugundyryň 1998-nji ýylda Türkmenistan boýunça önümçilige orňaşdyrylan “Soniýa” sorty Germaniýanyň “KWS” firmasynda döredilip, Saýat döwlet sort-synag meýdançasynda geçirilen barlaglara görä, onuň hasyllylygy 510–580 sent./ga, miwe-köküniň agramy 600 gram we ondan-da ýokary bolup, köküniň düzümindäki şekeriň mukdarynyň 12,9–20,9%-e ýetýändigine göz ýetirildi.

**Gant şugundyrynyň tohumyny ösdürip ýetişdirmek.** Gant şugundyry iki ýyllyk ösümlik bolup (birinji ýylda enelik kök miwesini, ikinji ýylda tohum berýär), atanaklaýyn tozanlanýanlygy, hil görkezi-



jilerini nesilden-nesle geçirýändigini we birnäçe gaýry biologik aýratynlyklary onuň tohumçylygyny guramaklygy kynlaşdyrýar. Seçgi boýunça sortuň döredilen ýeri (originator stansiýasy) öz önümçilige ornaşdyran sortlarynyň naýbaşy (superelita) we saýlantgy (elita) tohumlary bilen ýylda tohumçylyk hojalyklaryny üpjün edýär. Tohumlyk gant şugundyrynyň ekiljek ýerine uly üns berilmelidir, ýagny enelik kök miweleriniň ekiljek ýerleri haşal otlardan arassalanan, oňat tekizlenen we orta toýunsow toprakly bolmalydyr. Başga sortlar garyşmaz ýaly, tohum üçin önki ekilen ýerlerde ekmek maslahat berilmeýär. Çünki ekilen sortlaryň sepilen tohumlary 2–3 ýylyň dowamynda gögerijiligini saklap, olaryň hapalanmagyna getirýär. Şonuň üçin gant şugundyrynyň ataklaýyn tozanlanýandygy üçin, onuň tohumçylygynda ekilýän sortlaryň meýdanlarynyň aralygy 2–3 kilometrdan az bolmaly däl we golaýynda gant we nahar şugundyryny ekmek maslahat berilmeýär. Tohum almak üçin gant şugundyryny, esasan, ekin dolanşygynda güýzlük bugdaýyň, arpanyň yzyndan ekilse, oňat hasyl berýär. Çägesow toprakda ekilende nematoda gurçugy ýaýrap, hasylyň 90–100%-e çenli kemelmegine getirýär. Tohumlyk gant şugundyrynyň ekiljek meýdanlary saýlanandan soň, esasy sürümde oň her gektara 20–30 tonna oňat çüýrän ders, 80–100 kg fosfor, 50–80 kg kaliý dökünleri arassa görnüşde sepilýär, soňra, haýal etmän, 30–32 sm çuňlukda iki ýarusly plug bilen sürüm, tekizleşiş ýaly işleri geçirmeli. Azot döküniniň toprakda çalt ereýändigini üçin, ony esasy sürümde bermän, ekişiň oň ýanyndaky bejergide we ösüş döwründe ýymitlendirilende berilýär. Ekişiň oň ýanynda geçirilýän bejergide 40–60 kg/ga azot, 30kg/ga fosfor arassa görnüşinde dökülýär we hatar arasy 60 sm edip keşler çekilýär. Azotyň galan bölegi (birinji ýylda) birinji gezek ýymitlendirilende – gant şugundyrynyň 2–4 hakyky ýapragy emele gelende her gektara 120 kg, ikinji gezek ýymitlendirilende bolsa, 10–12 hakyky ýaprak çykaranda 120 kg/ga möçberinde berilýär. Ikinji ýylda tohumlyk üçin oturdylyjak enelik kök miweleriniň ýerlerini saýlamak we oturdylmazyndan öňki geçirilmeli işler birinji ýyldaky ýaly bolmalydyr. Ýöne azot dökünini gant şugundyrynyň enelik kök miweleri el bilen oturdylandan soň, onuň ýapraklary çog-



damlanyp çykanda – birinji gezek her hektara 120 kg, ikinji gezekde gül baldajyklaryny emele getirende ammiak selitrasynyň 120 kg mukdary bilen ýymitlendirilýär. Azot döküni görkezilen möhletinde berilmese, tohumlyk gant şugundyrynyň baldaklarynyň çalt ösüp, tohumyň hiliniň we onuň hasylynyň peselmegine getirýar. Tohumlyk gant şugundyrynyň her hektaryna (birinji we ikinji ýylda) mineral dökünler azot (90–100 kg), fosfor (110–130 kg), kaliý (50–80 kg) arassa görnüşde berilmelidir. Tohumlyk üçin ekilýän gant şugundyrynyň ekişiniň möhleti we hektara harçlanýan tohumynyň möçberi dogry anyklanylmalydyr. Zyýanly mör-möjeklere garşy hökmany ýagdaýda tohum materialynyň her tonnasy ekişden öň 35%-li furadanyň 25–30 kg, 80%-li TMTD-nyň 4–6 kg garylyp, PSS-5, PSS-1 OM, Mobitoks-super ýaly tohum dermanlaýjy maşynlar bilen dermanlanmalydyr. Tohumlar dermanlananda hemme howpsuzlyk çäreleri doly we dogry berjaý edilmelidir. Gant şugundyrynyň tohumynyň dermanlanmagy onuň ösüş döwründe zyýanly mör-möjeklere we kesellere durnuklylygyny artdyrýar. Gant şugundyry aprel aýynda ekilende her hektara 8 kg möçberinde tohum harçlanýar. Ekilenden soň gögeriş suwy berilýär, gämikler gögerip, 2–4 sany hakyky ýaprak emele gelenden soň ýekeleme we otag işlerini her düýbiň arasy 13–14 sm bolar ýaly edip, 7–10 günün dowamynda geçirýärler. Hatar ara bejergisi, ýymitlendirmek, ösüş suwlary (aprel, maý aýlarynda 15–17 günden, iýun, iýul aýlarynda 12–14 günden, awgust, sentýabr aýlarynda bolsa 15–20 günden) berilýär, zyýankeşlere, kesellere we haşal otlara garşy göreş çäreleri geçirilýär. Oktýabr, noýabr aýlarynda enelik kök miwelerini saýlap, ýygyp alýarlar, ýöriteleşdirilen jaýlarda biri-birine degmez ýaly çäge düşäp ýerleşdirýärler we +1–+3°C ýylylykda gowy şemallaýan ýerlerde saklaýarlar. Ikinji ýyl kökleri saýlap we täzeden gözden geçirip, birmeňzeş sagdyn kök miwelerini hatar arasy 70x30x1 shemada mart aýynyň 1–20-leri aralygynda oňat taýýarlanan ýerlerde el bilen oturdýarlar. Tohumlyk gant şugundyrynyň ujuny çyrpmak işi maý aýynda geçirilende ösümlikleriň 50% güllän döwründe gül baldajyklarynyň ýokarsy 2–4 sm çyrpylyp aýrylýar. Bu bolsa ýymit elementleriniň tohum emele getirmäge harçlanmagyna

getirýär. Soňky wagtlarda gant şugundyryndan tohum almak işi köp çykdaýy talap edýandigi sebäpli, ony oňat taýýarlanan ýerlerde awgust aýynyň birinji ongünligünde ekip, köwlemän goýýarlar. Soňra gögeriş suwy berlip, 2–4 hakyky ýaprak emele gelende ýekeleme we otag işlerini her düýbün arasy 12 sm goýup, 7–10 günün dowamynynda geçirýärler. Bu bolsa çykdaýlaryň 40–50% azalmagyna getirýär. Gyşyna howanyň sowuk bolan halatynda güýz aýlary hatararasy oňat bejerilip, şugundyryň üsti gum bilen gömülýär, fewral–mart aýlary bolsa üstüniň gummy aýrylyp açylýar. Tohumlyk gant şugundyryna 1-nji ösüş ýylynda 9 gezek (800 m<sup>3</sup>/ga), ikinji ýyl bolsa 5–6 gezek ösüş suwy berilýär.

Gant şugundyrynyň tohumynyň 30–40% bişip başlanda Reglonyň 20%-li ergininiň 5–10 litrini 300 lirt suwda eredip, pürkujiler (POU, FMS) bilen şugundyr ekilen meýdanyň bir gektarynda desikasiýa (baldaklaryny guratmak işi) geçirýärler. Bu bolsa tohumlyk gant şugundyryny gysga wagtda kombaýnlar bilen ýygмага mümkinçilik döredýär. Gant şugundyrynyň tohumy kombaýn bilen (ZUS-3,5) ýygylýar. Soňra ol PTP-2,4 tohum arassalaýjy enjam bilen arassalanyp, ýörüte howa geçirýän haltajyklara salynýar ýa-da ýörüteleşdirilen gowy şemallaýan yzgarsyz jaýlarda saklanylýar. Tohum saklananda onuň çyglylygy 12–13%-den ýokary bolmaly däl.

### **Zyýanly mör-möjeklere we kesellere garşy göreş çäreleri.**

Gant şugundyry täzeräk ekilýän ekin hem bolsa, oňa mahsus bolan zyýankeşler we keseller ýeterlik derejesinde ekin meýdanlarynda toplanandyr. Olardan güýz sowkasynyň, adaty şugundyr uzynburnynyň, şugundyr bürejiginiň, şugundyr güýesiniň, siňeginiň, şugundyr şiresiniň, şyrkyldawuk tomzagyň, ýaşyl, zolakly jyzlanlaryň, karadri-nanyň, gunorta galla nematodasynyň, ýawan nematodasynyň zyýanly täsiri has-da mese-mälimdir. Bu zyýankeşleriň içinde gant şugundyry üçin iň howplusy günorta galla ýa-da çiş emele getiriji nematodasydyr. Ol örän owunjak togalak gurçuklar bolup, şugundyryň kökünüň içinde ýaşaýar. Iýul, awgust aýlarynda gurçuklan şugundyr düýpleri süllerip, ösüşden galýar, kökünüň düzümindäki şeker kemelýär we netijede ösümlik guraýar. Kökün içinde ýaşaýandygy

üçin, biziň şertimizde olara garşy netijeli göreş çärelerini geçirmek kyn. Şonuň üçin şugundyry diňe ekin dolanşygyny geçirip, güýzlük bugdaýyň, arpanyň we süläniň yzyndan ekmek maslahat berilýär. Esasy zyýankeşleriň biri hem güýz sowkasy, karadrina we şugundyr güýesidir. Güýz sowkasynyň gurçuklary gant şugundyrynyň kökünü, ýapragyna zyýan ýetirýär. Bu zyýankeşler maý aýynyň 20-sinden, iýun aýynyň 12-sine çenli aralykda köpeliýärler we olaryň birinji nesline garşy siperkiliniň 0,4 l/ga möçberini 300–400 litr suwa garyp ulanmaly. Karadrina gurçuklary gant şugundyrynyň yapraklaryny iýip, deşik emele getirýär. Iýul aýynyň 18-inden awgust aýynyň 5-i aralygynda, ýagny onuň gurçuklarynyň ýaňy döräp başlan wagty siperkilini 0,4 l/ga möçberinde 300–400 litr suwa garyp ulanmaly. Şugundyr güýesiniň gurçuklary gant şugundyrynyň baldagy bilen kökünüň birigen ýerinde baldagyň içini köwüp, kökün ýokarsyny iýip, uly zyýan ýetirýär. Oňa garşy Kinmiks (0,2–0,5 l/ga), diazinon (40–50 l/ga) we simbuş (0,4 l/ga) serişdelerini 300–400 litr suwa garyp ulanmaly. Şugundyr büresi gant şugundyrynyň ýapragynda 1,5 mm ululykdaky deşikleri emele getirýär. Olara garşy aprel aýynyň 25-ne, iýun aýynyň 8–12-ne Karate 5% k.e. 0,5 l/ga, Bazudin 60% k.e. 1,5 l/ga, Desis 2,5% k.e. 0,4 l/ga möçberlerini 300 litr suwa garyp 1 gektarda ulanmaly. Biziň ýurdumyzda gant şugundyrynda duş gelýän keselleriň biri hem un-çaň keselidir. Ol esasan gant şugundyryň yapraklarynda iýun aýynyň ikinji ýarymynda, iýul, awgust aýlarynda ýüze çykýar. Kesel şugundyryň kadaly ösüşini, şeker toplamagyny peseldýär. Şonuň üçin un-çaň keseline garşy ýaňy döräp başlan wagty Topaz 10% k.e. fungisidini 0,3 l/ga möçberde 300 litr suwa garyp sepmeli.

**Hasyly ýygnamak.** Gant şugundyrynyň hasylyny kökünüň düzümindäki şekerini ýörite barlaghanada seljerme işleri geçirilenden soňra irki ekilenleri sentýabr aýynyň ahyrynda we oktýabr aýynda ýygnamaly. Biziň tejribelerimizde gant şugundyrynyň kökünüň düzümindäki şekeriniň mukdary 17,6–18,3% bolup, hasyllylygy 267–510 s/ga deň boldy.

## 4.5. Şugundyr kakyny taýýarlamak

Öý şertlerinde gant şugundyryndan şekerini oruntutary bolan şugundyr kakyny we şugundyr şerbedini taýýarlap bolýar.

Ýuwulup, daşy arassalanan şugundyr kesip, ýuka tegelek kesimlere bölmeli we keramiki küýzelere dykyz edip ýerleşdirmeli. Soňra şugundyrly küýzäni guratmak üçin gaz pejiniň duhowkasynda gyzdyrmaly we şugundyrly oňat ýumşaýança saklamaly. Ýöne onuň ýanmagyna ýol bermeli däl. Şeýle usulda suwy çekdirilen şugundyrly ýuka böleklerini soňra pejiň ýasy demriniň üstünde guradýarlar. Onan soňra gury ýuka bölekleri sajda (skoworodka) çalarak gowrup, gyzartmaklyk maslahat berilýär. Şeýle edilende şugundyrly ysy azalýar we ol uzak wagtlaýy saklanmaýar.

Kaklary ulanmak üçin ony üwäp, una öwürmeli. Ol bolsa kompot, kisel, köke we ş.m. taýýarlamakda süýji deregine ulanylýar. Çay bilen içmek üçin şugundyr kaky bitinligine ulanylýar. Munuň üçin kak başgaçarak taýýarlanylýar: bugardylyp suwy çekdirilen şugundyrly ýuka bölekleri bugdaý ununa ýatyrylýar. Soňra mesge bilen ýaglanan sajda çalarak gowrulýar. Gury kaklar özünde 60%-e çenli şeker saklaýar.

## 4.6. Şeker şerbedini taýýarlamak

Gant şugundyryndan taýýarlanylýan şeker şerbedi gandyň in oňat oruntutarydyr. Şeker şerbedini taýýarlamagyň ýönekeýden başlap, has çylşyrymly usullary bardyr. Ýönekeý usul ýöriteleşdirilen enjam bolmadyk ýagdaýynda öý şertlerinde şeker şerbedini öndürmeklige mümkinçilik berýär. Ýöne, bu usul bilen şerbet alnanda, şekerini belli bir mukdary şugundyrda galýar. Öndürilen şerbediň hili pes bolýar. Şire öndürmegiň usulyny saýlap almak bar bolan enjamlara bagly bolýar. Aşakda iki sany ýönekeý usul barada maglumat getirilýär. Şeker şerbedi **birinji usulda** diňe öý şertlerinde, **ikinjisinde** bolsa ýöriteleşdirilen enjamlar ulanylyp taýýarlanylýar.

**Şeker şerbedini birinji usul bilen taýýarlamak.** Şugundyry başjagazlaryndan, köklerinden we çüýrän böleklerinden oňat aras-salamaly we ýuwmalı, ýöne onuň daşky gabygy aýrylmaýar. Arassa-landa şugundyryň daşky gabygyna hem zeper ýetmeli däl. Ýuwan şugundyry bitinligine oňden taýýarlanyp goýlan gaýnap duran suwly gaba dykyz edip ýerleşdirmeli, şonda suwuň gaýnamasy kesilýär. Ody güýçlendirip, suwuň gaýnamagyny bir sagatlap dowam etdirmeli. Soňra şugundyry gaýnap duran suwdan çykaryp, az-kem sowatma-ly we gabygyny aýyrmaly (*Eger galyndy mala beriljek bolsa, onda gabygyny aýyrmak hökman däl*).

Gaýnadylan suwdan ýaňy çykarylan gyzgyn şugundyryň gaby-gy aňsatlyk bilen aýrylýar. Daşy arassalanan şugundyr pyçagyň, et üweýjiniň ýa-da başga bar bolan serişdeleriň kömegi bilen galyňlygy 1 mm-den uly bolmadyk ýuka böleklere bölünýär. Uşadylan şugun-dyry kendir halta salyp, presde (gysyjy) gysyp, onuň şiresini, mümkin boldugyça, pugta sykyp almaly. Pres bolmadyk ýagdaýynda şire hal-tany el bilen towlap, gysmak arkaly alynýar.

Haltadan akýan şiräni almak üçin, onuň aşagyna syrçaly gap goýulýar. Gysylp, şiresi alnan şugundyr oňki gabyna guýulýar. Bu gaba şugundyryň ýarysyny örter ýaly edilip, gyzgyn gaýnag suw guýulýar. Ony suw bilen garmaly we 30–40 minut saklamaly. Soňra şugundyry syk elege guýup, ondaky galan şiräni oňki şiräniň üstüne syrykdymaly. Şire syrygandan soň, şugundyryň galyndysyny halta salyp, ýene sykmaly. Ähli şiräni bir gaba guýup, ony 70–80°C cenli gyzdymaly we iki gat hasadan süzmeli.

Şeker şerbedini süzülen şiräni bugardyp alýarlar. Bugartma işi syrçalanan tekiz gapda peçde amala aşyrylýar. Şeker şerbediniň su-wuny aýyrmak üçin ol suwuk toşaba öwrülýänçe gaýnadylýar. Bu-gardylanda şeker şerbedi ýanmaz ýaly, ol agaç susak bilen yzygiderli bulanylýar.

Tejribe arkaly her 5 kilogram gant şugundyryndan 1 kilogram şeker şerbedini alyp bolýandygy we onuň düzüminde 600 grama çenli arassa şekeriniň bardygy kesgitlenildi.

**Şeker şerbedini ikinci usul bilen taýýarlamak.** Ikinji usul köp mukdardaky şugundyry gaýtadan işlemek üçin niýetlenendir, şonuň üçin bu usulda käbir ýöriteleşdirilen enjamlar gerek bolýar.

Bu usulda şugundyry ilki bilen kesişdirip we ýuwup taýýarlamaly. Işin barşynda şugundyryň biýarasyny, ähli gök böleklerini, pyntygyny we gözjagazlaryny, kökuň guýrujygyny onuň başlanýan yerinden inçelýän yerine çenlisiniň 15 mm başgasyny hem-de gapdaldan çykan ähli öserlerini aýyrmaly. Soňra şugundyry pugta ýuwmaly. Ýuwulýan mahaly onuň kesilişi barlanylýar, kökünde galan palçygy otdan ýasalan gaty gazawaç bilen gazap, daşky gabygyny bolsa gyrp aýyrmaly. Ýuwan we arassalanan şugundyry awtoklawda 1,5 çenli atmosfera basyşda 1 sagada golaý gaýnatmaly.

Düzgüne laýyklykda gaýnadylan şugundyr ýumşak bolýar. Onuň reňki kesilip göründe sarymytyl öwüşgünli, açyk bolmaly. Onuň şiresi oňat alynmaly. Eger awtoklaw tapylnasa, onda aşagy gözenekli uly pitide gözenegiň aşagyna suw guýup gaýnatmaly. Gözenegiň üstündäki şugundyr buga bişýär. Basyş bolmadyk ýagdaýynda şugundyry bişirmek köp wagty talap edýär we şeker şerbediniň çykymyny we hilini peseldýär.

Buglanan şugundyr islendik ulgama degişli kerçleýji (miwego, tomaty we ş.m.) bilen ownadylýar. Soňra şerap ýasalanda ulanylýan ya-da ýönekeý sykyjy bilen iki sapa sykylyp, ownadylan şugundyr şiresi alynýar. Alnan şiräni bölejiklerden aýyrmak üçin, ol syk süzgüçden ýa-da hasadan geçirilýär.

Ondan soňra bolsa, şire ýöriteleşdirilen kese çäklendiriji bilen üpjün edilen gapda göwrümi 3–5 esse azalýança bugardylyp, şerbet alynýar.

Bu alnan şeker şerbedi, mukdaryna baglylykda, çüýşe bankalara, keramiki küýzelere ýa-da listwennisa agajyndan ýasalan çelekler guýulýar. Gaplar şeker şerbedi bilen doldurylmazyndan öň, gyzgyn suw bilen ýuwlulýar, agaç çelekler bolsa buga tutulýar. Şeker şerbedini gury, salkyn jaýda saklamak maslahat berilýär. Ary balyna meňzeş halda goýulandyrylan şeker şerbedini örän köp wagtlap saklap bolýar.

#### 4.7. Şeker şerbedini ulanmak

Şugundyrdan alnan şerbet baldan soň şekeriň iň oňat oruntutarydyr. Ol çaýa, kofä goşulyp içilýär hem-de köke, mürepbe we powidlo ýaly dürli süýji önümleri taýýarlamakda ulanylýar. Unly önümler üçin bir kilogram una 750–1000 gram töweregi şeker şerbedi goşulýar. Mürepbe üçin her 1 kg miwä 2 kg şeker şerbedi gerek bolýar. Powidlo üçin bolsa, mürepbä garanyňda 1,5 esse az goşulýar.

Şeker şerbedi gysylp alnandan soň, şugundyr lötünde şekeriň belli bir mukdary galýar. Ony çörek-un önümlerinde ulanmak bolar. Hamyr ýugrulanda una onuň agramynyň 25–50%-ne barabar bolan şugundyr löti goşulýar.

#### 4.8. Gant şugundyryndan şeker almagyň usullary

Öý şertlerinde hiç hili enjamsyz we zawodyň tehnologiýasyny ýerine ýetirmezden, şeker almak mümkin däldir. Iň oňat ýagdaýda, şekeriň suwda eredilip alnan erginini ýadyňa salýan süýji tagamly erginini alyp bolar.

Şu bölümde ýokarda ýazylanlar has düşnükli bolar ýaly şeker almagyň öý tehnologiýasy, ýagny, şekeri öý şertlerinde almagyň ýollary barada maglumat berilýär.

Öý şertlerinde şeker taýýarlamagyň belli bolan ähli usullarynyň esasynda hasyldan şire ýa-da şerbet almak we soňra ony gaty önüme, ganda öwürmek ýatandyr. Bu usullaryň ählisini üç şertli modifikasiýa bölüp bolar:

- a) gaýnadylan şugundyry gysyjy bilen gysmak,
- b) şugundyry ýyly suwda ýatyrnak,
- d) kombinirlenen usul.

Sanalyp geçilen üç usulyň haýsy biri ulanylsa-da, şugundyrdan topragyň ýuwlup aňsat aýrylmany üçin, ony ilki bilen suwda ýatyrmanydyr. Soňra, şugundyryň gabygynda şekeriň azdygy we tagamynyň aý kakýandygy sebäpli, onuň gabygy aýrylmalydyr. „Şugundyr hem ýeralmanyň daşynyň aýrylman gaýnadylyşy ýaly, gabygy bilen bile

gaýnadylmalydyr, eger gabygy aýrylaýsa, ondaky şekerli maddalar şugundyr gaýnadylýan suwa gider“ diýlip aýdylýan, giň ýaýran pikir nädogrydyr. Şeker şerbediniň ajymtyklygy, onuň gabygy sebäpli däl-de, şugundyr gaýnadylanda onuň ýanmagy sebäpli bolýar diýlip düşündirilýär. Kăşiriň daşynyň aýrylyşy ýaly, şugundyryň daşy hem pyçak bilen gyrlyp aýrylýar.

**Gaýnadylan şugundyrdan şiräniň gysgyç bilen gysylýp alnyşy.** Gaýnadylan şugundyrdan gysgyç bilen gysylýp alnan şire hili boýunça iň oňat şeker şerbedini taýýarlamaga mümkinçilik berýär. Şugundyry buglamak işi gazaňçada 4 sagatlap dowam etdirilýär. Esasy şert gazaňçadaky suwuň gaýnamagyna ýol berilmeli däl. Köplenç, şugundyr aňşamyna ýuwaş ýanýan peçde buga tutmaga goýulýar. Bugardylandan soň gazaňçada ajymtyk, gara, süýji suwuklyk galýar. Ony braga taýýarlamak üçin ulanmak bolar. Ýöne, ol şerbediň ýerini tutup bilmez.

Bugardylan şugundyry et üweýjiden geçirýärler, alnan löti ken- dir halta salyp, gysgyç bilen (eger gysgyç bolmasa, onda agyr zadyň aşagynda goýup) gysýarlar. Eger şugundyr oňat buglanan bolsa, onda şire ýeňil aýrylýar. Gyzgyn şugundyrdan şire ýeňil alynýar we onuň möçberi köp bolýar. Ol daşky görnüşi taýdan dury suwuklykdyr.

**Şugundyry ýyly suwda ýatyrmak.** Ýuwulup we daşy arassalanyp aýrylan şugundyry 2–3 mm galyňlykda kerçeýärler we gazaňçadaky gaýnaýan suwa salýarlar. Her kilogram şugundyra 1 litr suw gerek bolýar. Gazaňça böleklenen şugundyrdan dolanda, ony otdan aýryp, 1 sagadyň dowamynda saklaýarlar. Alnan şüýji şire hasadan geçirilip süzülýär. Ol aşagy ýasy gaba guýlup, ýuwaş ýanýan otda goýy toşap bolýança gaýnadylýar. Gaýnadylanda emele gelen köpügi doly aýyrmalydyr.

Eger şerbet köp wagtlap saklamak üçin taýýarlanylýan bolsa, onda ony uzak gaýnatmaly. Eger ol dürli önümleri taýýarlamak üçin şobada ulanyljak bolsa, onda ony azrak gaýnatmaly. Gaýnadylandan soň ergini hasadan süzüp, 2–3 günläp goýmaly. Soňra ony çüýşe gap- lara guýup ýapmaly we mürepbe saklanylyşy ýaly saklamaly.

Gazaňçada galan löti zyňman, onuň üstüne gaýnan suw guýup we drožži (hamyrmaýa) goşup, ony braga almak üçin ulanýarlar.



**Kombinirlenen usul.** Bu usuly ulanmakdan owal içilýän suwa niýetlenen, kran goýlan syrçaly gaby peýdalanyň, ýönekeý gaýnadyjy enjam ýasamaly bolýar. Gant şugundyry suwuň içinde bolmaz ýaly, bu enjamyň aşagyna gözenek ýerleşdirilýär. Şugundyryň göwrüminiň 15%-e çemesi mukdarynda (şugundyryň göwrüminiň 1/6 bölegi, başgaça aýdylanda, 10 kg şugundyra 1,5 litr) suw guýulýar.

Şugundyr ýuwaş ýanýan otda şiresiniň bir bölegini berýänçä gaýnadylýar. Soňra şugundyr gapdan çykarylýar we ony mynjyradyp, alnan massany iki gat matadan geçirýärler.

Alnan şire süzülýär we gaýtadan gaba guýlup, ýuwaş otda toşap ýaly goýy bolýança gaýnadýarlar. Şire gaýnadylanda ýanmaz ýaly, ony hemişe bulap durmaly.

Şire taýýar bolýança, onuň başdaky göwrüminden soňky göwrümi 3–4 esse azalýar.

#### **4.9. Şiräniň hilini gowulandyrmagyň usullary**

Öý şertlerinde alnan şiräniň esasy ýetmezçiligi onda şugundyryň ýakymsyz ysynyň we tagamynyň barlygydyr. Kāwagtlar ony aýyrmak üçin ergine limon kislotasyny goşýarlar. Mundan başga-da, bu ýetmezçiligi aradan aýyrmak üçin şugundyr şiresi gaýnadylyp başlanmazýandan öň aktiwleşdirilen agaç kömründen geçirilmelidir. Ony öýde ulanylýan „Rodniçok“ (Çeşmejik) süzgüjinden ýada protiwogazyň gutysyndan alyp bolýar. Ony özüň ýasamak hem bolýar.

Arassalanylýan şire kömürden geçirilende onuň tizligi her minutda 0,5 litrden köp bolmaly däldir. Oňat arassalamak üçin şiräni kömürden iki sapa geçirmeli.

Eger taýýar aktiwleşdirilen kömür bolmasa, onda ony berýoza agajyndan taýýarlamak bolýar. Munuň üçin berýozadan taýýar edilen oduny ýakmaly. Onda emele gelýän kömür kiçijik bölekler bölünip başlanýandan, olaryň külünü üfläp aýyrmaly, keramiki küýzelere guýmaly we agzyny berk ýapmaly hem-de kömrüň howry oçýänçä saklamaly. Taýýar bolan kömürden ýene bir sapa külünü üfläp aýyrmaly.

Şondan soň ony diametri 3–5 mm bolan uşak böleklere bölmeli. Alnan aktiwlendirilen kömri şire akar ýaly deşikli gaba guýmaly.

#### **4.10. Şeker şerbedini ganda öwürmegiň usuly**

Öý şertinde alnan şeker şerbediniň düzüminde 70% gury maddalar bolýar. Bu bolsa her bir kilogram erginde 700 gram şekerini bardygyny aňladýar. Şeker şerbedindäki gury maddanyň anyk mukdary onuň gaýnadylyşyna we gaýnadylýan şiräniň hiline bagly bolýar. Gant şugundyrynda şekerli maddalaryň ýerleşişiniň deň dældigi hasaba alynmalydyr. Şekerli maddalar köküň ýogyn böleginde köp, onuň ýokarysynda we guýrugynda bolsa az bolýar. Şeker almak üçin şugundyr kökleriniň uylaryny saýlap almak bähbitlidir.

Şerbetden şeker almak üçin ol gaýnan dessine, mümkin boldugyça, ony holodilnikleriň doňduryjy kameralaryndaky ýaly gözenekli ýuka metaldan ýasalan gaba guýmaly. Ergin sowukda çalt kristallaşýar. Soňra kristallaşan şeker özüňize amatly usul bilen, gerek bolan ululykda ownadylýar.

#### **4.11. Düzüminde saharoza bar bolan ösümlüklerden şeker almagyň usuly**

Öý şertlerinde şeker almaga ýörite niýetlenen ýönekeý usul hödürilenilýär. Köp ýerde şeker almagyň köne usuly, şol sanda 1850–1854-nji ýyllarda inzener Tolpygin tarapyndan hödürlenen usul ulanylýar. Şeker almak üçin düzüminde saharoza bar bolan ösümlükler peýdalanylýar. Munuň üçin miweleriň, gök önümleriň öz düzüminde gandy köp mukdarda saklaýanlary (has süýjüleri) saýlanyp alynmalydyr.

Şeker almagyň yzygiderliligi şundan ybarat: önümi böleklere bölmeli, şire almaly, şiräni goýaldyp, ergine öwürmeli, kristallaşan şekeri bölüp almaly. Diýmek, düzüminde şeker bar bolan önümi şekere öwürmeklik ondan şire almaklyga esaslanandyr. Näzik miweleri (zemlyanika, klubnika we beýleki miweleri we ir-iýmişleri)

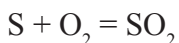
ezmek yeterlidir. Şānikli miweleri – erigi, şetdalyny bölüp, içindāki şāniklerini aýyrmaly. Garpyzyň ýa-da gawunyň daşyny we çigidini aýyrmaly. Şonuň ýaly-da, ýaňy ýygylan miweleriň we ir-iýmişleriň şiresiniň çykymy köp bolar ýaly, olary 2–3 sagatlap saklamaly. Gant şugundyryny, almany, kāşiri we ş.m gyryp uşadýarlar. Gyryndylar näçe ýuka we kiçi boldugyça (olaryň ululygynyň 2–3 mm x 1–1,5 mm bolmagy maslahat berilýär), şekeri bölüp almak aňsat bolýar. Şunuň ýaly edilip taýýarlanan miwedir ir-iýmişleri gaba salyp we ýokarsyna çenli suw guýlup, 70–72°C temperaturada gyzdyrýarlar. Eger temperatura 70°C-den pes bolsa, onda önümdāki zyýanly mikroblar ýok bolmaýarlar; temperatura 72°C-den ýokary bolsa, uşadylan ir-iýmişler ýumşap başlaýarlar.

Agaç susak bilen garyp, 45–60 minut gaýnatmaly. Gyryndydan şeker suwa geçýär we şire emele gelýär. Şeker şiresi gysylyp alnan gyrynda löt diýilýär, şeker şiresi alnandan soň, löt aýrylýar. Alnan şire düzüminde köp dürli garyndysy bolan garamtyl reňkli suwuklykdyr. Eger garamtyl reňk ýok edilmese, ol alynjak şekeriň kristallaryna siňýär. Şunuň ýaly şireden alnan şeker haýsy miweden we ir-iýmişden alnandygyna baglylykda şolaryň tagamyny, ysyny we reňkini berer. Şire kislotaly reaksiýa eýedir, şonuň üçin ol neýtral ergin ýagdaýyna getirilmelidir. Şeýle edilmese, gaýnadylanda şire güýçli köpükläp, işi kynlaşdyrýar. Şirāni arassalamagyň iň arzan usuly, ony sönen hek  $\text{Ca(OH)}_2$  bilen işlemekdir. Ol 80–90°C çenli gyzdyrylan şirā hek süýdüni –  $\text{Ca(OH)}_2$  goşmak (bolmadyk ýagdaýynda gurluşyk heki ulanylýar) arkaly amala aşyrylýar. 10 kg şirā takmynan 0,5 kg hek gerek bolýar. Hek (ýuwaş-ýuwaşdan) goşulanda, şirāni hemişe bulap durmalydyr. Soňra 10 minutlap saklamaly.

Heki doly aýyrmak üçin ony şirā kömürturşy gazyny ( $\text{CO}_2$ ) goýbermek arkaly (netijede suwda ýaramaz ereýän kalsiý karbonaty  $\text{CaCO}_3$  çökündi görnüşinde emele gelýär) çökdürmeli bolýar. Öý şertlerinde onuň üçin gazly suw almakda ulanylýan kiçijik ballon-jyklardaky ýa-da senagat möçberinde öndürilýän yangyn söndürmek

üçin niýetlenen (OY we OBI) ballonlardaky kömürturşy gazyny ulanmak hem bolar. Gaz turba arkaly gyzgyn şireli gabyň aşak bölegine berilýär. Gazyň şirä gowy ýaýramagy üçin turbanyň ujuna köp sanly deşikli pytradyjy birikdirilýär. Şol wagt ergin garylýp durulsa, netije has gowy bolýar. Gazyň şirede oňat ýaýramagy gowy netije berýär we wagty 10 minut azaldýar. Soň ergini saklap, süzgüçden geçirmeli. Iň oňat süzgüç aktiwleşdirilen agaç ýa-da süňk kömrüdir. Bolmadyk ýagdaýynda, mata süzgüç ulanylsa hem bolar.

Şiräni has oňat durlamak we onuň ýakymсыз ysyny aýyrmak üçin, şireden kükürtli gazy  $\text{SO}_2$  göýbermeklik maslahat berilýär. Onuň üçin şire bugardylyp ergin alynmazyndan öň oňa kükürtli gaz goýberilýär (ol erginiň garalmagyny hem peseldýär). Munuň üçin kükürt gerek bolýar. Kükürt gyzdyrylanda ereýär we howanyň kislorody bilen birleşip, kükürtli gazyny  $\text{SO}_2$  emele getirýär.



Öňki ussalar aralary turbajyk arkaly birikdirilen iki sany germetik gap alyp, birine suw, beýlekisine kükürt salypdyrlar. Kükürtli gapdan şireli gaba gaz geçirmek üçin ýene bir turbajyk çykarylýar. Iki gap gyzdyrylanda, suwuň bugy turbajykdan geçip, ikinji gapdaky kükürtli gazy gysýar we ol gaz turbajykdan şiräniň içindäki pytradyja tarap akýar. Pytradyjynyň şol öňküsini ulanyp bolýar.

Bu shemany biraz ýönekeýleşdirip hem bolýar, ýagny iki gabyň deregine kükürtli gabyň birini almak bolar. Onuň üçin gazyň çykýan turbajygyna akwarium üçin niýetlenen mikrokompressor ýa-da başga nasosjagaz birikdirip, ýygananan gazy şireli gaba tarap geçirýärler. Şire düýpli agarýança gaz bilen işlemeli. Bu işiň çaltlaşmagy üçin şiräni hemişe bulap durmaly bolýar. Erginli açyk gapdan kükürtli gaz uçup gidýär. Şonuň üçin bu işleri içi ýelejiredilip durulan jaýda geçirmeli.

Kükürt gazy  $\text{SO}_2$  güýçli antiseptikdir. Ol demir gaby örän tiz posladýar, şonuň üçin syrçaly gaplary ulanmaly. Bu gazyň öz ähli ýetmezçiliginiň öwezini dolýan örän uly artykmaçlygy bardyr, ol hem bolsa, ony önümden galyndysyz doly aýryp bolýanlygydyr. Kükürtli

gaz bilen işlenen önüm gyzdyrylanda, ol gaz hiç hili galyndysyz – önümiň ysyny we tagamyny üýtgetmän uçup gidýär. Bu gaz dürli ýmit önümlerini ýapmak üçin konserwa zawodlarynda giňden ulanylýar.

Kükürt hojalyk dükanlarynda ýa-da bagbanlar üçin niýetlenen dükanlarda „Kükürt (bag üçin)“ („Sera sadowaýa“) ady bilen satylýar. Ondaky kükürdiň mukdary 99,9%-dir. Kükürtli gaz ulanylman taýýarlanylýan şekeriniň reňki juda ak bolmaýar, emma tagamy welin ak şekerinkiden pes dälidir.

Işiniň amala aşyrylmaly indiki tapgyry arassalanan we durlanan şiräni goýy şerbete öwürmektir. Munuň üçin şireden suwuň esasy bölegini aýyrmak gerek. Bu iş şiräni ojakda ýuwaş otda bugartmak arkaly amala aşyrylýar. Erginiň reňkiniň garalmazlygy üçin, onuň gaýnamagyna ýol berilmeli dälidir.

Bugartmaklygyň dowamynda ergin barha goýulaşýar we aşadoýgun ergine öwürülýär. Düzümünde şekeriniň kristallary bolmadyk aşadoýgun ergine birnäçe gram gant ununyň goşulmagy täze kristallaryň emele gelmegine getirýär. Erginiň düzümine gant ununy goşmagyň pursadyny kesgitlemek örän jogapkärli işdir. Ol pursat şeýle kesgitlenilýär: ujuna bir damja şerbet damdyrylyp gysylan başam we süýem barmaklar ýuwaşlyk bilen açylanda şerbetden saç ýaly inçe sapagyň emele gelmegi gant ununy goşmaly pursadyň gelendigini aňladýar. 10 litr şerbete sepmeli gant ununyň möçberi ýarty çay çemçesidir. Sepilen gant ununyň mukdary şondan az bolsa, erginde emele gelen kristallar uly bolýar, köp bolsa – kristallar kiçi bolýar. Gant uny sepi-lenden 10–15 minut geçenden soň kristallar ýeterlik derejede emele gelyärler. Kristallaşdyrmagy dowam etdirmeklik ergini üznüksiz so-watmak we garmak arkaly amala aşyrylýar.

Alnan önüm «utfel» diýilip atlandyrylýar, onda 7–10% suw, 50–60% kristallaşan gant we kristalara suwuklyk (toşap) bardyr.

Kristallary toşapdan aýyrmak üçin indiki ýerine ýeirlmeli işler şulardan ybarat. Kristallaşma tamamlanandan soň, 0,3 mm gözenekli matanyň burçlaryny bir ýere ýygnaýarlar we uly gabyň üstüne tutup,

oňa toşabyň ähli massasyny guýýarlar. Ony, mümkin boldugyça, berk gysmaly. Şekeriň çykymyny köpeltmek üçin toşaby şerbede goşundy hökmünde gaýtadan ulanmaly.

Toşap akdyrylyp aýrylandan soň, şeker sarymtyl reňkli bolup galýar. Indiki etapda inžener Tolpygin tarapyndan 1854-nji ýylda hödürlenlen we özüni oňat häsiýetlendiren agartmak usulyny ulanýarlar. Bu usul Russiýada oýlanyp tapylyp, „rus“ usuly - ady bilen tiz wagtyň içinde dünýäniň ähli şeker öndürýän ýurtlaryna ýaýrapdyr. Ol şekeri buguň kömegi bilen agardyp, ýokary hilli ak gandy almaga mümkinçilik berýär. Mata dolanan şeker içi gaýnap duran az mukdardaky suwly tazyň ýokarsyna daňlyp asylýar. Tazdan ýokary galýan bug şekeriň içinden geçip, ony toşabyň örtüğinden arassalaýar. Şunuň ýaly edilip alnan şeker ellenilip görlede çygly bolýar. Ol uzak wagtlap dursa tokgalanýar. Şonuň üçin ony saklamaga goýmazdan oň guratmalydyr.

Häzirki döwürde bu usul ulanylmaýar.

---

## V. GANT ŞUGUNDYRYNDAN GANT ÖNDÜRMEĞİŇ TEHNOLOGIÝASY WE ONUŇ TEHNOLOGIK SHEMASYNY ESASLANDYRMAK

---

### 5.1. Gant şugundyryndan gant öndürmegiň tehnologik shemasy



## 5.2. Gant şugundyrny kabul etmek

Zawodlarda şugundyrdan gant öndürmek kabul edilen tehnologik shemalar ýa-da şolara örän ýakynlaşdyrylan usullar boýunça amala aşyrylýar. Ol shemalar ýokary hilli önümi almakda ylmyň we tehnikanyň soňky gazananlarynyň esasynda işlenilip düzülýär. Tehnologik shema boýunça aýry-aýry işleri ýerine ýetirmek üçin, şolara niýetlenen tehnologik enjamlar ulanylýar.

Gant şugundyrny ýygналanda we daşалanda ýelmeşen ýapraklardan başga-da, oňa ululy-kiçili goşundylar garyşýarlar. Ol zawodda kabul edilende laboratoriya analizi geçirilýär (5.2.1-nji surat). Gant şugundyrnyň tehnologik hili birnäçe görkezijiler bilen häsiýetlendirilýär. Şolardan şugundyr şiresiniň süýjüligi we arassalygy esasy görkezijilerdir. Olar özara baglanyşyklydyr. Şugundyr şiresiniň süýjüliginiň ýokarlanmagy bilen onuň arassalygy artýar.



5.2.1-nji surat. Önümçilik laboratoriyasy

Gant şugundyrny kabul etmek, nusgalary saýlap almak, hapalygyny we süýjüligini kesgitlemek DST 17421-82 „Senagatda gaýtadan



işlemek için gant şugundyry. Şugundyry işlemek için taýýarlanylanda oňa bildirilýän talaplar“ atly şertnama we „Gant şugundyryny kabul etmek, hasaba almak we saklamak boýunça düzgünnama“ esasynda amala aşyrylýar.

Gant şugundyrynyň kök miweleri şu talaplara gabat gelmelidirler: fiziki ýagdaýy – turgoryny ýitirmedik bolmalydyr we gülleýän kök miweleri – 1%-den, ýumşan kök miweleri – 5%-den, mehaniki zeper ýetip zaýаланan kök miweleri – 12%-den, gök üýşmek – 3%-den geçmeli dälidir. Sowuk uran, çüýrän we şiresi daşyna akan kök miweleri kabul edilmeýär.

Gant şugundyry gözden geçirilýär, kategoriýalara bölünýär we ulag bilen birlikde agramy çekilýär. Umumy hapalygy kesgitlenilýär. Soňra ýarymawtomatiki hatarda (YJIC-1 liniýada) süýjüligi kesgitlenilýär.

### **5.3. Gant şugundyryny saklamak**

Tehnologik baha berlenden soň, gant şugundyry saklanylmaga goýulýar. Onuň kök miweleri kagat meýdançasynda öňden taýýarlanylýan kagatlara ýerleşdirilýär (5.3.1-nji surat). Kök miweleri janly organizmdir, şonuň üçin onda dem alyş prosesi bolup geçýär. Nädogry saklanylanda ol gögerip ýa-da çüýräp başlaýar.



**5.3.1-nji surat. Kagat meýdançasy**

Şugundyryň gögermegi ösüntgileriň agramynyň onuň tutuş agramyna bolan gatnaşygy bilen häsiýetlendirilýär. Temperatura we çyglylyk ýokary bolsa, gant şugundyry 5–7 günden soň gögerip başlaýar. Ýöne kagatda ýerleşdirilen gant şugundyry deň ýagdaýda gögerenok. Onuň ýokardaky bölegi aşakdaky böleginden iki esse tiz gögerýär. Kök miweleriniň dem alyş prosesiniň güýçlenmegi we temperaturanyň ýokarlanmagy sebäpli bolup geçýän gögeriş – otri-satel hadysa bolup, saharozanyň ýitgisine getirýär. Gögeriş gözleri bolan we ýelejiredilmeyän kagatlarda ýerleşdirilen kök miweleri çalt gögerip başlaýarlar.

Gögerişe garşy göreşmek çäreleriniň çäklerinde kök miweleri ýygналanda olaryň başlary kesilip aýrylýar. Kagatlarda ýerleşdirilmezinden öň malein kislotasynyň gidrazidiniň natriý duzunyň 1% ergini (1 tonna şugundyra 3–4 litr) bilen işlenilýär. Eger şugundyryň köküniň ýokarsy aşagrakdan kesilip aýrylan ýa-da çala ýumşan bolsa onda kagatlarda ýerleşdirilende ony 0,3% pirokatehiniň ergini (1 tonna şugundyra 3–4 litr) bilen işlemek maslahat berilýär.

Mikroorganizmler ilkinji nobatda guran öýjüklerde, kök miweleriniň mehaniki zeper ýeten, sowuk uran we ýumşap başlan böleklerinde köpeliýärler. Soňra diri, ýöne gowşak öýjüklere geçýärler. Önümiň zaýalanmazlygynyň esasy şerti onuň bitewiligidir. Kökleriň mehaniki we beýleki zeper ýetenlerini goramak üçin amatly şertler döretmeli.

Köklerde zyýanly mikrobmaryň ösüşini peseltmek üçin pirokatehiniň 0,3% ergini, 18–20% ugleammiakatyň ergini (1 tonna şugundyra 2–2,5%), ФХ-1 serişdesi (şugundyryň agramynyň 1–1,5%) ulanylýar. ФХ-1 serişdesi – ýaňy taýýarlanan, udel agramy 1,05–1,15 g/sm<sup>3</sup> bolan hlorly hek bilen işlenen süzgüç çökündisidir.

Kökleriň gögermeginde we mikroorganizmleriň köpelmeginde temperatura we çyglylyk uly rol oýnaýar. Kökleriň aralaryndaky temperaturany 1–2°C-de saklamak we kagatlary mejbury ýelejiretmek arkaly gant şugundyrynyň çüýremeginiň we gögermeginiň önüni alyp bolýar.

Ujypsyz ýitgi önümi gidromehanizmleşdirilen ammarlar toplumynda zaýalamam saklamaga mümkinçilik berýär. Ýeri gaty örtgi

(mysal üçin, asfalt) bilen düşelen gidromehanizmleşdirilen ammarlar toplumynyň gidroäberiji we ýelejirediji ulgam bilen enjamlaşdyrylmagy onda saklanylýan şugundyryň we gandyň ýitgisini azaldýar, tehniki serişdeleriň kompleksini giňden ulanmaga mümkinçilik berýär. Şugundyry düşürmek, ammara ýerleşdirmek, saklamak we gaýtadan işlemäge bermek işlerini amala aşyrmak mümkinçiligi döreýär.

Gant şugundyryny ösdürip ýetişdirmek we ýygnamak işleriniň mehanizmleşdirilmegi onuň hapalygynyň ýokarlanmagyna getirendir. Edebiýatlarda berlişine görä, soňky ýyllarda Russiýada önümiň ortaça hapalygy 14–16%-e ýetipdir, käbir ýyllarda onuň 30%-den geçen ýagdaýlary-da bolupdyr.

Ýygnaýan şugundyryda toprak, otuň garyndylary, ýaprak we şugundyryň zaýalary kagatda kökleriň ortasyna düşüp, olary dykyzlaýar we ýelejiretmege päsgel berýär. Mundan başga-da, kagata düşen uşak bölejikler mikroorganizmler tarapyndan zaýalanýar we şonuň bilen birlikde, önümiň çüýräp başlamagyna sebäp bolýar.

Önümiň hapasyny aýyrmagyň iň oňat ýoly kök miwelerini gidrawliki usul bilen ýuwup arassalap, soňundan arassa görnüşinde saklamaga goýmakdyr (5.3.2 – 5.3.3-nji suratlar).



**5.3.2-nji surat. Şugundyryň kök miweleriniň gidrawliki usul bilen ýuwlumaga berlişi**



**5.3.3-nji surat. Şugundyryň kök miweleriniň gidrawliki usul bilen ýuwluşy**

Bu ugurda maşyna ýükleýjileri üfleýji gurallar bilen enjamlaşdyryp, samanlar, ýapraklar we hapalar şolarda döreýän güýçli howa akymy bilen üfledilip aýrylsa, has oňat netijeler berýär (5.3.4-nji surat). Käbir gant zawodlarynda häzirki döwürde şugundyryň esasy bölegini hapa galyndylardan irigöz elekler bilen arassalaýarlar.



**5.3.4-nji surat. Üfleýji gurallar bilen enjamlaşdyrylan maşyna ýükleýjiler**

## 5.4. Gant şugundyryny zawoda getirmek

Şugundyr ýygnalanda we daşalanda oňa ýelmeşen toprakdan başga-da ýeňil we agyr goşundylar – ýaprak, saman, çäge, eräp, soňra gatan galyndylar, daş we kiçijik metal bölekleri goşulýarlar. Bu goşundylar şugundyry kerçeleşjä düşüp, onuň pyçagyny küteldýärler, netijede şugundyr gyryndysynyň hili peselýär. Şugundyryň ýokary hilli gyryndysyny almak üçin ondan ähli goşundylary doly aýyrmaly. Munuň üçin şugundyryň önümçilikde geçýän ýolunda saman, ýaprak, daş, we çäge aýyryjylar goýulýar (5.4.1-nji surat).



5.4.1-nji surat. Gury ýapraklary we samanlary aýyryjy

Zawoda getirilen şugundyr zawodyň baş binasynyň gapdalynda ýerleşýän demirbeton ammarlarda saklanylýar. Oňa şugundyrhana diýilýär (5.4.2–5.4.3-nji suratlar).

Esasy gidrotransportyör ýokardaky we aşakdaky iki sany bölüme bölünýär. Birinji, aşakdaky bölümiň başynda ýerden çäge üçin uly göwrümlü çuň garym gazylýar. Çägeden arassalanandan soň suw bilen





**5.4.2-nji surat. Şugundyrhana**



**5.4.3-nji surat. Şugundyr dozatory**

şugundyryň garyndysy saman we daş aýryjylardan geçýär (5.4.4-nji surat). Şol ýerde ýeňil we agyr goşundylardan saplanyp, merkezden daşlaşýan güýçler esasynda işleýän nasos arkaly gidrotransportýoryň ýokardaky bölümüniň ternawyna berilýär.



**5.4.4-nji surat. Daş aýryjy**

Ýokardaky bölümiň gidrotransportýorynda suw bilen şugundyryň garyndysy gaýtadan saman we daş aýryjylarda arassalanýar. Aşakdaky bölümde ýerleşdirilen gidrotransportýorda ýeňil goşundylary has doly saklap galmak üçin dört okjagazly saman üfleýji goýulýar (5.4.5-nji surat).

Ýokardaky gidrotransportýorda suw bilen şugundyryň garyndysynda galan-gaçan ýeňil goşundylary aýrmak üçin iki okjagazly aýryjy goýulýar. Zynjyrlý dyrmyk ýeňil goşundylaryň 20%-e çenlisini aýyrýar. Ýöne bu enjam ýyladylýan jaýda ýerleşdirilmelidir, çünki gyşda dyrmyklaryň doňmagy mümkindir. Şonuň üçin aýlanýan dyrmyklary ulanmaklyk maslahat berilýär.



**5.4.5-nji surat. Saman üfleýji**

Agyr goşundylary aýyrmak üçin şu işde iki sany daş aýryjyny ulanmaklyk göz önünde tutulandyr. Munuň artykmaç tarapy, şugundyrdan agyr goşundylary aýyrmak üçin goşmaça suwuň harçlanmagyny talap etmeýär, herekete getirmek üçin gerek bolan kuwwat bolsa, ujypsyzdyr.

Saman we daş aýyryjylaryň, şugundyr nasoslarynyň we şugundyr ýuwujylaryň kadaly işlemekleri üçin çig malyň gidrotransportýoryň üsti bilen zawoda berilýän mukdaryny sazlamak zerurdyr. Şugundyr zawoda bermekligi sazlamagyň iň ýönekeý we ygtybarly mehanizmi köplenç turba geçirijilerde goýulýan şiber ýapyjylary ulanmakdyr. Şugundyr ýuwujylaryň işiniň hili şugundyr berijiniň ýolunda goýlan sazlaýjy mehanizmleriň dogry ýerleşdirilişine baglydyr.



Şugundyr gidrotransport-ýoryň aşakdaky bölüminden ýokarky bölümine ДН-ПНЦ-3х20 elektronasosynyň kömegi bilen 20 m beýiklige galdyrylýar (5.4.6-njy surat). Şugundyr ýuwulmaga berilmezden öň, ondaky transportýor suwuny we goşundylary mümkin boldugyça doly aýyrmaly. Bu diskli we rotasion suw aýryjylar arkaly amala aşyrylýar.

Şugundyr ýuwujylardan öň goýlan rotasiýa suw aýryjylar (5.4.7-nji surat) bilen şugundyryň massasyndaky transportýor suwuny, daşlary, çägeleri, bölekleri we kök miwesiniň guýrugyny, şonuň ýaly-da, samanyň we ýapraklaryň belli bir bölegini aýyrmaly.

Şugundyry transportirowka etmek üçin aýrylan suwy gaýtadan ulanmazdan öň ony arassalamaly we durlamaly (5.4.8-nji surat).

Şugundyryň böleklerini we kök miwesiniň guýrugyny önümçilige gönükdirmek ýa-da mallara iým hökmünde bermek üçin, olary tutup alyp galmaly. Kök miwesiniň guýrukly, şugundyryň kesilen bölekleri we ýeňil goşundylar aýryjylardan soň ýörite enjamda sortlara bölünýär. Bu enjamdan kök miwesiniň guýrukly we şugundyryň bölekleri ýöriteleşdirilen ýuwuja düşýär. Şugundyryň ýapraklary, baldaklary we kiçijik bölekleri transportýor bilen löt ammaryna barýar ýa-da satuwa çykarylýar.



5.4.6-njy surat. Elektronasos



**5.4.7-nji surat. Suw aýryjy**



**5.4.8-nji surat. Suw durlanýan howuz**

Saýlanylyp sortlara bölünen şugundyr bölekleri we kök miwesiniň guýrugy alnanlary şugundyr ýuwujydan nasos arkaly açyk lotoga (5.4.9-njy surat) we suw aýyryjy şnegiň üsti bilen elewatora (5.4.10-njy surat) tarap geçirilýär. Olar şugundyr bilen bilelikde şugundyr kesijilere berilýär.



**5.4.9-njy surat. Lotok**



**5.4.10-njy surat. Elewator**

Şugundyryň bu berliş ýoly has netijelidir, sebäbi şugundyrdan goşundylaryň bölünip aýrylmak derejesi has ýokarydyr. Şugundyr daşalanda we arassalananda ýitgi ujypsyz bolup, şugundyryň bölekleri we kök miwesiniň guýrukлары ýitmeýär. Eger ýitäýse hem, onuň möçberi 3%-den geçmeýär.

## **5.5. Şugundyryň ýuwluşy**

Şugundyr el bilen ýygnalanda, oňa ýapyşyp galan topur-topraklar onuň umumy agramynyň 1–3%-ni tutýar. Eger mehanizmlleşdirilen usul ulanylyp, hasyl kombayn bilen ýygnanylsa, onda ýitgi 10–12%-e

ýetýär. Şugundyryň köküne ýelmeşen toprak bilen mikroorganizmler getirilýär. Şonuň üçin şugundyra ýelmeşen topury hökman ýuwup aýyrmaly, şeýlelikde bu çäre, birinjiden, şugundyr arassalananda pyçaklaryň kütelmeginiň, ikinjiden bolsa, diffuziýa şiräniň hapalanmagynyň önüni alýar (5.5.1-nji surat).



**5.5.1-nji surat. Diffuziýa pyçaklary.**

Göteriji enjamlardan we gidrawliki transportýordan şugundyra ýelmeşen goşundylary aýyrmak üçin ol ýuwulýar. Şugundyry agyr we ýeňil goşundylardan hem-de hapalardan gutarnykly we doly arassalamak üçin, şugundyr ýuwujy enjamlar ulanylýar.

Kök miwelerine ýapyşan toprak we palçyk kökler biri-birine sürtülende oňat aýrylýar. Şonuň üçin ýuwmagyň başlangyç basgançagynda şugundyr üşürilen ýagdaýynda bolmalydyr, ýagny, ol ilki III25-ПЦБ-3 görnüşli barabanly ýuwujyda ýuwulýar. Şugundyr ýuwujynyň işleýiş prinsipi şundan ybarat: barabanda şugundyryň hapasy suw bilen ýuwulman, belli bir dykzlykdaky suspenziýasy bilen sürtülip aýrylýar. Şugundyryň toprakdan arassalanmak derejesi 70%-e deň bolýar. Arassa suwuň sarp edilişi şugundyryň agramynyň 30%-ne deň. Barabanly şugundyr ýuwujynyň artykmaçlygy hapalyk



derejesi örän ýokary bolan şugundyryň arassalanyşynyň netijeliligi has ýokary, goşundylaryň üznüksiz aýrylyp durulmagy, şugundyryň zaýalanmagyny peseldýär. Barabanly ýuwujy bilen birlikde III25-ПООС-3 çaykaýjy hem işledilýär.

Barabandan soň şugundyr çaykaýja galdyrylýar. Ondan şugundyr iki şnek arkaly galdyrylýar (5.5.2-nji surat). Aşagynda daş aýryjy bolan çaykaýjyda suwuň ýüzüne çykýan goşundylar transportýor arkaly aýrylýar. Çaykalyp ýuwlandan soň, şugundyr suw bilen işleýän goşmaça daş-çäge aýryjyda arassalanylýar.



**5.5.2-nji surat. Ýuwan şugundyryň şnek geçirijisi**

Baraban görnüşli şugundyr ýuwujydan we çaykaýjydan soň şugundyr kersen görnüşli III1-ПМД-2 ýuwuja geçýär. Bu enjam aşak derejeli we ýokary derejeli suw bölümlerinden durýar.

Ýuwujynyň aşak derejeli suw bölümüniň birinjisinde suwuň ýetmezçiliginde şugundyryň kök miwesiniň daşyndaky hapalar mehaniki usul bilen gowy aýrylýar, ikinji ýarymynda bolsa suwuň az

göwrümünde şugundyr bölekleýin ýuwulýar. Ýuwujynyň ýokary derejeli suw bölüminde suwuň bol mukdarynda şugundyrý ýuwmak we ondan goşundylary aýyrmak işleri doly tamamlanýar. Arassalanan şugundyr şnek konweýerleri arkaly daşary çykarylýar. Onuň ýokarky böleginde şugundyrý hlorlanan suw bilen çaykamaga niýetlenen for-sunka ýerleşdirilendir.

Transportýoryň ýuwujy suwunda gandyň ýitgisi şugundyrýň hiline we ýylyň paslyna baglydyr. Doňaklykdan öň ýitginiň möçberi demir ýol bilen getirilýän şugundyrýň hiline baglylykda kesgitlenilýär we ol şugundyrýň agramynyň 0,17-0,35%-i aralygynda bolýar.

Gandyň ýitgisiniň ýol berilýän çäklerden ýokary bolmazlygy üçin, şugundyr ýuwulýan wagty suwuň temperaturasy 15-18 °C-den ýokary geçmeli dälidir. Doňan şugundyr ýuwulanda suw ony gatadyp, birleşdirmez ýaly bolmalydyr. Suwuň temperaturasy ýokarlandyrylanda gandyň ýitgisi köpeliýär. Enjama berilýän suwda mikroorganizmleriň mukdary ujypsyz bolmalydyr. Şugundyr ýuwlup bolandan soň, suw şugundyrýdan diskli suw aýryjynyň kömegi bilen aýrylýar.

Şugundyr ýuwulandan soň şugundyr ýuwujydan, asma elektromagnit ýanlygy (seperatory) bolan lentaly transportýoryň kömegi bilen, elewator arkaly şugundyr kesijiniň önünde ýerleşdirilen bunkere geçirilýär.

Arassalamagyň öňki basgançaklarynda aýryp bolmadyk ferromagnit goşundylaryndan doly saplamak üçin, ЭП2М tipli elektromagnit seperatory goýulýar (5.5.3-*nji surat*). Ýuwujy bölümde iki şugundyr ýuwujynyň ýerleşdirilmegi şugundyrý hapalardan arassalamak işiniň ýokary netijeli bolmagyny we diffuziýa şiräniň arassalygyny üpjün edýär.



5.5.3-nji surat. Metallary tutujy elektromagnit

### **5.6. Şugundyry gyryndylara öwürmek we ondan diffuziýa usuly bilen şire almak**

Gant zawodyna gaýtadan işlemäge getirilýän şugundyryň möçberiniň hasabyny ýöretmek üçin onuň agramy çekilip alynýar. Bu iş awtomatiki terezilerde amala aşyrylýar.

Şugundyrda diffuziýa usuly arkaly şire almak üçin, ony gyryndy görnüşe getirmeli. Kök miwelerini gyryndylara öwürmek işi ýöriteleşdirilen çarçuwajyklarda ýerleşdirilen şugundyr kesiji – diffuziýa pyçaklaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýär.

Diffuziýa enjamynyň öndürijiligi we gandy alnan gyryndylarda şekerin galyndysynyň mukdary, esasan, gyryndylaryň hiline baglydyr



(5.6.1–5.6.2-nji suratlar). Häzirki döwürde diffuziýa enjamynyň görnüşine baglylykda, ternaw şekilli ýa-da plastinka şekilli kesijiler bilen şugundyr gyryndylary alynýar. Kada görä, gyryndylaryň galyňlygy 0,5–1,0 mm bolmaly, çenden aşa ýuka şugundyr gyryndylary bolmasa gowy, sebäbi olar deformirlenýärler, tokgalanýarlar we diffuziýa enjamynda şiräniň aýlanmagyny kynlaşdyrýarlar. Gyryndylaryň hilini kesgitlemek üçin 100 gram agramy bolan şugundyr gyryndylarynyň uzynlygy metrde ölçenilýär. Gyryndylaryň gowy görkezijileri bolup, gyryndynyň temperaturasy we onuň üstüne düşýän basyş bolup biler.



**5.6.1-nji surat. Diffuziýa enjamy**

Merkezden daşlaşýan güýçleriň esasynda işleýän şugundyr kesijilerde gowy hilli gyryndylary almak üçin kök miwesi kesilýän wagty ýeterlik güýç bilen onuň kesiji pyçaklara we barabanyň içki üstüne gysylmagy hökmandyr. Barabanyň içki diametri 1200 mm bolan merkezden daşlaşýan güýçleriň esasynda işleýän şugundyr kesijileriň tizligi 8,2 m/s we barabanyň içki üstüne basyşy 40 kPa deňdir.



**5.6.2-nji surat. Gyryndylary buga ýakyjy**

Adaty şertlerde merkezden daşlaşýan güýçleriň esasynda işleýän şugundyr kesijileri ulanylsa, alynýan gyryndylaryň hili oňat bolýar. 100 t şugundyr kesilende, şugundyr kesijileriň beýleki görnüşlerine garanda iň az pyçak sarp edilýär. Kesijileriň rotorynyň aýlaw ýygylgyny ýa-da işleýän pyçaklaryň sanyny üýtgetmek bilen öndüriligi sazlamak bolýar. Süýümlü şugundyr gaýtadan işlenende diffuziýa pyçaklaryň daşy süýüm bilen dolýar. Şeýlelikde, gyryndylaryň gowy hilini almak mümkin däl. Pyçaklary bug ýa-da 0,7 MPa basyşdaky gysylan howa bilen arassalamaly. Şugundyr gyryndylara kesilenden soň, olar lentaly terezilerde çekilip, lentaly transportyör arkaly diffuziýa enjamyna gönükdirilýär (5.6.3–5.6.5-nji suratlar).

Maddany maddalaryň çylşyrymly garyndysyndan eredijiniň kömegi bilen almaklyga diffuziýa diýilýär. Üznüksiz işleýän mehanizmleşdirilen diffuziýa apparatlarynda şugundyr gyryndylary we diffuziýa şiresi üznüksiz garşylykly hereketde bolýarlar.



**5.6.3-njy surat. Buga ýakylan önümiň transportýory**



**5.6.4-nji surat. Gyryndylar çekilýän (terezi) lentaly transportýor.**

Diffuziýa apparatlaryna bildirilýän esasy talaplar onda apparatyň göwrümi deňölçeqli doldurylanda şiräniň we gyryndylaryň garşylykly hereketiniň saklanmagydyr. Bu enjamyň oňat işlemegi diňe gyryndylaryň hiliniň ýokary bolan wagty mümkindir. Gyryndylar iş

prosesinde garyşmaly däldir, eger transportirleýji enjam bar bolsa, onda olar diňe süýşmelidir. Hili ýokary bolan diffuziýa şiresini almak üçin, enjamyň temperaturasyny belli bir kesgitlenen derejede saklamalydyr.



**5.6.5-nji surat. Gyryndylar üçin lentaly transportýor.**

Diffundirlemegiň dowamlylygy bolsa iň amatly bolmalydyr. Diffuziýa prosesi howasyz wagtda amala aşyrylmalydyr. Eger howa bolsa, diffuziýa şiresi güýçli köpürjikleýär. Oňa mikroorganizmler düşüp, apparatyň diwarlarynda poslama ýüze çykýar. Diffuziýa prosesinde gandyň ýitgisi kesgitlenen normadan ýokary bolmaly däldir. Ýylylygyň ýitgisi minimum bolmalydyr. Diffuziýa apparatlaryna hyzmat etmek we bejeriş işleri çylşyrymly bolmaly däldir.

Ýapgyt diffuziýa apparatlarynyň tagaşyklylygy, hyzmat etmegiň amatlylygy, lötde gandyň ýitgisiniň azlygy, sorduryp çykarmasynyň pesligi we işi awtomatlaşdyrmagyň mümkinçilikleriniň bolmagy enjamlaryň artykmaç taraplarydyr.

Daşalanda gyryndylaryň ownamagy, daşajy organlaryň pes netijeliligi, gyryndylaryň bölekleriniň apparata dürli wagtda düşmegi enjamlaryň ýetmezçililerine degişli görkezijilerdir.

Ýapgyt diffuziýa enjamlarynyň esasy tehnologik koeffisiýentleri: Şugundyryň agramyna görä, gandyň lötdäki ýitgisi, 0,3%;



Şugundyryň agramyna görä, şiräniň çykymy 12%;  
Apparatda gyryndylaryň bolýan wagty 70–100 min;  
100 g gyryndynyň uzynlygy 9–12 mm;

Apparatyň kameralaryndaky temperatura rejesi 68, 70, 72°C.

Üznüksiz işleýän enjamlarda has berk temperatura rejesini ulanmaklyk şugundyryň ep-esli бүдүр-сүдүр gyryndylaryny ulanmaga we mikrobiologiki prosesleri basyp ýatymaga mümkinçilik berýär. Prosesiň temperaturasyny sazlamak üçin şugundyr gyryndysyny ekstragirlemäge ulanylýan suwuň temperaturasyny  $t = 70^{\circ}\text{C}$ , onuň wodorod görkezijisini bolsa pH 6,2–6,5 aralygynda saklamak maslahat berilýär.

Tehnologik rejesiniň kadalaryny, ilkinji nobatda, temperaturany saklap, mikroorganizmler ýok edilende, şugundyryň agramyna görä hasaba alynmadyk ýitgi 0,13%-den ýokary geçmeýär. Kadadan çykyan ýagdaýynda ýa-da şugundyr pes hilli, döwür-ýenjikleri köp bolup, bakteriýalar we kömelekler bilen zaýаланан bolsa, onda mikroorganizmleriň ýaşayşa ukyplylygy güýçlenýär we saharozanyň ýitgisi 0,5% we onanda köp ýokarlanýar. Bu diňe diffuziýa enjamynyň işine däl, eýsem tutuş zawodyň işine ýaramaz täsir edýär. Sebäbi, her 0,1% saharozanyň hasaba alynmadyk ýitgisi, şugundyryň agramyna görä, gandyň çyky-myny 0,20–0,25% peseldýär.

Enjamyň baş we yzky böleklerinde temperaturanyň, köplenç, 60°C we onanda pes bolýandygy sebäpli, mikroflorany basyp ýatymak üçin diffuziýa enjamynyň arassa suw berilýän ýerinden onuň aktiw uzynlygynyň  $\frac{1}{4}$  nokadynda her 2 sagatdan formaliniň 40% ergini berilýär (100 tonna şugundyra 10 litr).

Antiseptigiň täsiriniň wagtyny köpeltmek we sarp edilýän mukdaryny azaltmak üçin formaliniň şol dozasy (100 tonna şugundyra 10 litr) birnäçe böleklerе bölüp, diffuziýa enjamynyň dürli nokatlaryna örän tiz we bir wagtyň özünde goýbermek maslahat berilýär.

Diffuziýada saharozanyň 98%-i, kalsiý duzlarynyň 80%-i, natriý duzlarynyň 60%-i, belok maddalarynyň 30%-i diffuziýa şiresine geçýär.

Diffuziýa enjamyndan çykýan täze lötün gury maddalarynyň mukdary 22%-e ýetýär, bu ýagdaý löt suwuny ýene-de diffuziýa prosesine gaýtaryp bermäge mümkinçilik berýär.

Diffuziýa enjamyndan soň löt iki basgançakly sykyjy gurala ugradylýar. Ýapgyt sykyjylaryň birinji basgançagyndan soň GM (gury maddalaryň mukdary) 12%, löt sykylmagynyň ikinji basgançagyndan soň bolsa GM 22% geçirilýär ýa-da bolmasa şugundyr tabşyryjlara satýarlar. Sykylmagyň ikinji basgançagyndan soň barabanly löt guradyjy arkaly löt guradyş bölümine  $GM = 87\%$  çenli guratmaga ugradylýar (5.6.6-njy surat).

Diffuziýa enjamyna gaýtaryp bermekden öň lötünden sykylýp alnan suwy süzmek, gyzdýryp sterilleme we ş.m. arkaly arassalaýarlar. Bu iş şeýle amala aşyrylýar. Sykylýp alnan suw löt tutyjydan geçip, ilkibaşdaky suwuň ýygnaýan gabyna gelip guýulýar we ulanylan suwuň öz-özünden bugaryp emele getiren buguny nasos arkaly I derejeli bir hereketli bug kontaktly gyzdýryja berilýär (5.6.7-nji surat).



5.6.6-njy surat. Löt guradylýan peç



5.6.7-nji surat. Bug kontaktly gyzdyryjy



5.6.8-nji surat. Wakuum-bugardyjy stansiya

Suw gyzdyryjydan suwuklygynyň beýikligi 9 metre golaý bolan gidrozatworyň üsti bilen II derejeli bir hereketli bug kontaktly gyzdyryja geçýär. Bu ýerde ol wakuum-bugardyjynyň IV ýa-da III basgançagynyň ikilenji bugy bilen 85–90°C çenli gyzdyrylýar (5.6.8–5.6.10-njy suratlar).



**5.6.9-njy surat. Wakuum-apparat**





#### **5.6.10-njy surat. Sulfitasiýa stansiýasy.**

Suw gyzdyryjydan silindr şekilli durlaýja barýar we 10–12 minutyň dowamynda durlanýar, ýagtylýar, sterilleşýär we sowadyja ugradylýar. Sykylyp alnan löt suwy arassalanandan we sowadylandan (70–75°C) soň, şu hili suwlaryň saklanylýan ýörite gabyna guýulýar. Ýokumly suw hökmünde ammiakly kondensatlary ulanmak örän amatlydyr. Emma, diffuziýada ulanmak üçin ony öňünden taýýarlamak gerek.

Şu işde diffuziýa üçin ýokumly suw Dobrinsk şäherindäki (Rus-siýa) gant zawodynda ulanylýan shema boýunça taýýarlanylýar. Bu shema görä, ýygnaýjyda barometriki suw nasos bilen defekosatura tora berilýär we suwuň pH-y 11,5 çenli ýokarlandyrylýar. Defekosaturatoryň gözegçi gapyrjagyna ýygnaýjy gaplardan ammiak we löt-den sykylyp alnan suwlar berilýär. Soňra barometriki suw, ammiak we löt-den sykylyp alnan suwlaryň garyndysy sulfitoryň I basgançagyna, soň sulfitoryň II basgançagyna geçirilýär, netijede, suwuň pH-y 6–6,5-e çenli peselýär. Soňra sulfitirlenen goşmaça suw bug kontaktly gyzdyryjyda 75–85°C çenli gyzdyrylýar we diffuziýa üçin ýokumly suwuň guýulýan gabyna (bu gapda suwuň görkezijileri: pH = 6–6,5;

$t = 70^{\circ}\text{C}$  bolmaly) barmazdan ön howa bilen pugta garyşdyrylýar (aerirlenilýär). Taýýarlanylýan suw diffuziýa berilýär.

Ammiagy aýyrmak işi ammiakly suwly ergini dispergirlenen howa bilen üfläp amala aşyrylýar.

Pes hilli şugundyr gaýtadan işlenilende ammiak kondensatlaryny ortofosfor kislotasy bilen işleýärler. Ortofosfor kislotasy demir, amoniý, magniý ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) ionlaryny çökmä düşürýär, kalsiý ionlary ( $\text{Ca}^{2+}$ ) bilen bolsa gowşak kislotaly erginlerde ( $\text{pH} = 5,8 - 6,5$ )  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  duzyny emele getirýär. Kalsiýniň bu duzy pektin maddalaryny eremeýän ýagdaýa, şugundyrnyň aýna pisint gyryndylaryny bolsa maýyşgak hala öwürýär. Defekasiýada (arasalanma) ortofosfor kislotasy tutuşlygyna çökmä düşýär.

Ýokumly suwy taýýarlamagyň şeýle usuly suwuň hek bilen  $\text{pH} 11,5$  çenli aşgarlanmagyny,  $\text{pH} 7,0-7,2$ -ä çenli sulfikasiýalanmagyny we  $\text{pH} 5,8-6,5$ -e çenli ortofosfor kislotasynyň goşulmagyny göz önüne tutýar.

Diffuziýa şiresi PIP-25/30 görnüşli rotasiýa pulpotutujyda lötiden boşap, hekli-kömür kislotaly usul bilen arassalamaga ugrukdyrylýar (5.6.11-nji surat).



5.6.11-nji surat. Pulpopres.

## 5.7. Diffuziýa şiresini arassalamak

Diffuziýa şiresi – köp komponentli ulgamdyr. Ol öz düzüminde saharozany we gantlara degişli bolmadyk maddalary: ereýän beloklary, pektin maddalaryny we olaryň dargamagy netijesinde emele gelen önümleri, gaýtaryjy (redusirleýji) gantlary, aminokislotalary saklaýar.

Gantlara degişli bolmadyk maddalaryň ählisi belli bir derejede saharozany kristal görnüşde almaga päsgelçilik berýär we saharoza bilen mala berilýän toşabyň (melassanyň) ýitgisini köpeldýär. Şonuň üçin gant önümçiliginiň tehnologiýasynyň esasy meseleleriniň biri-de gant erginlerinden gantlara degişli bolmadyk maddalaryň mukdaryny mümkin boldugyça azaltmaktır. Bu wezipäni çözmek üçin, köplenç, arassalamagyň fiziko-himiki usullary ulanylýar. Diffuziýa şiresiniň gantlara degişli bolmadyk maddalary himiki tebigaty boýunça biri-birinden tapawutlanýarlar, şonuň üçin olaryň fiziki-himiki häsiýetleri dürli-dürlüdür. Şol sebäpli olary çökdürmelerden aýyrmak üçin ulanylýan reaksiýalaryň tebigaty hem dürlüdür. Kalsiý gidroksidini  $\text{Ca(OH)}_2$  we uglerod (IV) oksidini  $\text{CO}_2$  arassalamak üçin koagulyýasiýa, çökdürme, dargatma, gidroliz, adsorbsiýa we ion çalyşma prosesleri amala aşyrylýar (5.7.1-nji surat).



5.7.1-nji surat. Şire arassalaýjy sehiň umumy görnüşi.

Bu işler, esasen, iki meseläni çözmäge, ýagny: häzirkî döwre çenli arassalamak derejesini 40%-den ýokary çykaryp bolmadyk usullarynyň umumy netijeliligini ýokarlandyrmaga we reagentleriň sarp edilişini azaltmaga gönükdirilendir.

Löt tutujyda arassalanan diffuziýa şiresi 85–90°C-a çenli gyzdyrmak üçin gyzdyryjylara berilýär, soňra ol progressiw önünden arassalaýjy (preddefekasiýanyň) gazanyna ugradylýar (5.7.2-nji surat). Iň soňky seksiyadan çykýan şiräniň pH-ny 10,8–11,6 ýetirmek üçin oňa şugundyryň agramynyň 0,2–0,3%-ne barabar möçberde hek süýdünî guýýarlar. Şiräniň pH-y 8,5–9,5 deň bolan otnositel durnukly ýagdaýa ýetýän önünden geçirilýän arassalaýyşa II garyşdyrmanyň (saturasiýa) goýaldylan şiresiniň hemmesi hem-de I garyşdyrmanyň süzülmedik



**5.7.2-nji surat. Preddefekator**

şiresiniň şugundyryň agramynyň 150%-e deň bolan möçberi goýberilýär. Önünden sowuk arassalaýyşyň (temperaturasy 50°C-a çenli) wagty 20–30 minut, ýyly arassalaýyşyňky (temperaturasy 50–60°C) – 15 minut dowam edýär. Şire gyzdyrylman, önünden arassalaýjydan esasy sowuk ýa-da ýyly arassalaýyş enjamyna berilýär. Şire onda kalsiý oksidiniň CaO şugundyryň agramynyň 1–1,8%-ni tutýan möçberinden taýýarlanylman hek suwy bilen garyşdyrylýar. Arassalamagyň optimal wagty: sowuk arassalamagyňky 20–30 minut, ýylynyňky – 15 minut. Sowuk arassalaýyşdan soň, şire gyzdyryjylarda 85–90°C-a

çenli gyzdyrylýar we arassalaýja (gyzgyn arassalaýyş) geçirilip, 10 minut saklanylýar. Arassalaýjydan çykan ýerinde garylmanyň şiresiniň süýjüligini gowulandyrmak üçin şirä kalsiý oksidiniň  $\text{CaO}$  şugundyryň agramynyň 0,5–0,7%-ni tutýan möçberinden taýýarlanylýan hek suwy goşulýar. Arassalanan şire soňra aýlanýan ýygnaýjy gaba geçirilip, daşky sudury boýunça resirkulirlenýän şiräniň I saturasiýasynyň 5–7 esse mukdary bilen garylýar we I saturasiýa apparatynda (5.7.3-nji surat) 10 minutyň dowamynda pH 10,8–11,6 çenli saturirlenýär (kömürturşy gazy  $\text{CO}_2$  bilen doýrulýar). Soňra şire öz akymy bilen ýygnaýja barýar we gyzdyryjynyň üsti bilen nasos arkaly tekiz süzgüçlerden, takmynan, 6 metr beýiklikde ýerleşen basyşly ýygnaýja geçirilýär.

FILS-lerde I saturasiýa şiresi süzülensuwuklygawegoýulaşdyrylan suspenziýa bölünýär. FILS-iň şu artykmaçlyklary: konstruksiýanyň ýönekeýligi we metal sygymynyň, tutýan meýdanynyň, süzmek üçin gerek bolan wagtyň 3–5 esse azlygy hem-de suspenziýadaky gaty fazanyň 1,5–2 esse köplügi wakuumsüzgüçleriň iş netijeleligini ýokarlandyrýar.

Aşakda ýerleşen ýygnaýjynyň we ýokardaky basyşly ýygnaýjynyň üsti bilen suspenziýa wakuumsüzgüçlere tarap ugradylýp, süzülen çökündi bolunip alnandan we ýuwlardan soň zyňmak üçin çykarylýar, süzgüçden geçmän galan galynyndy (süzülen suwuklyk) bolsa resiwerde (inlisçe receiver, alyjy – gazy ýa-da bugy toplamak üçin gap) bölüp alýarlar we aşakda ýerleşen ýygnaýjyda I saturasiýanyň süzülmedik şiresi bilen garyýarlar.



**5.7.3-nji surat. Saturasiýa apparaty**



Wakuum-süzgüçleriň ulanylmagy çökündiniň bölejikleriniň şireden doly bölünip aýrylmagy we çökündiniň saharozadan ýuwlyp aýrylmagy bilen düşündirilýär.

FILS-den gelyän süzülen şirä kalsiý oksidiniň  $\text{CaO}$  şugundyryň agramynyň 0,2–0,5%-ni tutýan möçberinden taýýarlanylýan hek suwuny goşýarlar, ergini 92–95°C-a çenli gyzdyrýarlar we arassalaýjy-da (defekatorda) goşmaça arassalaýarlar.

Defekatordan şire öz akymyna saturatora baryar we 20 minudyň dowamynda ol kömürturşy gazy  $\text{CO}_2$  bilen optimal aşgarlylyga (kalsiý oksidiniň  $\text{CaO}$  şugundyryň agramynyň 0,01–0,025%-ni tutýan möçberine we pH-y 9–9,5) çenli doýrulýar (saturasiýa), soňra nasos arkaly aşakda ýerleşen ýygnaýjynyň üsti bilen basyşly ýygnaýja berilýär, listli süzgüçlerde süzülýär we sulfitorlara geçirilýär. Bu ýerde ony sulfirlenen gaz  $\text{SO}_2$  (10–12%) bilen aşgarlylygy 0,05–0,1%  $\text{CaO}$  (pH 8,5–8,8) bolýança garýarlar.

Sulfirlenen gazy  $\text{SO}_2$  kükürdi kükürt ýakylýan peçlerde ýakyp alýarlar. Gaz sublimatorda sowadylýar we wentilýator bilen sulfitoryň aşaky bölegine berilýär. Sulfirlenen şire ilki nasos bilen diskli süzüjilere berilýär (5.7.4–5.7.6-njy suratlar). Süzülen şiräni bugardyjy stansiýa ugradýarlar.



5.7.4-nji surat. Diskli süzüjiler

II saturasiýanyň şiresiniň goýulandyrylan suspenziýasy ýygnaýjydan preddefekasiýa gaýtarylyp getirilýär. Bu ýerde goýulandyrylan suspenziýadaky ýokary položitel x-potensiala eýe bolan kalsiý karbonatynyň kristallary koagulirleýji gant dälleri çökmä düşürmek üçin kristallaşmanyň başyny başlaýjy merkezler (zatravoçnyýe sentry) hökmünde ulanylýarlar.

Gowy hilli şugundyr gaýtadan işlenilende diffuziýa şiresini arasalamagyň has ýönekeý – optimal gyzgyn (diffuziýa şiresi 85–90°C-a



**5.7.5-nji surat. Patron görnüşli süzujiler**

çenli gyzdyryp, oňa hekiň optimal pH-yna ýetmek üçin gerek bolan mukdaryny birden goşýarlar), şiräniň ýa-da I saturasiýa şiresiniň suspenziýasyny, gyzgyn esasy defekasiýaly, II saturasiýadan öň defekasiýasyz, preddefekasiýaly usulyny ulanýarlar.

Diffuziýa şiresini arassalamagyň nusgalyk shemasynyň gyzgyn optimal preddefekasiýaly shemasyndan tapawudy ol hekiň we şiräniň garşylyklaýyn hereketine esaslanan sowuk (ýyly) progressiw preddefekasiýa (PPD) kolloid maýdalykdaky maddalary doly çökdürmäge we aşgarly gurşawda dargatman, dykyz we peptidleşmäge durnukly koagulyat almaga mümkinçilik berýär.



5.7.6-njy surat. PKO-25 görnüşli süzujiler

II saturasiýanyň şiresiniň goýulanan suspenziýasy gaýdyp gelende (süzülmedik şiräniň ýa-da I saturasiýanyň şiresiniň goýulanan suspenziýasynyň derejine) şiräniň uly agramlarynyň resirkulýasiýasy birnäçe esse peselýär. Bu bolsa onuň yssa çydamlylygyna we hiline položitel täsir edýär.

Şiräniň sowuk esasy defekasiýa (ED) prosesinde ereýän hekiň mukdary onuň gyzgyn suwdaky ereýän mukdaryndan 3–4 esse köp bolýar. Biraz soňrak, şire gyzanda we gyzgyn defekasiýa geçirilende, erän hekiň köp mukdary çökmä

düşmän, öte doýan ýagdaýynda çökýär we gantlara degişli bolan maddalaryň has çuňňur dargamagyny üpjün edýär. II saturasiýanyň önünden geçirilýän defekasiýa hem hut şu maksat üçin niýetlenendir. Hekiň II saturasiýanyň önünden girizilmegi, gantlara degişli bolmadyk maddalaryň dargamagyny üpjün etmek bilen bir hatarda, şiräniň kalsiý karbonaty bilen adsorbsiýalaýyn arassalanmagynyň netijeliligini ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Hili pes bolan şugundyry gaýtadan işläp ýokary hilli gandyň mümkin bolan maksimal çykymyny almaga mümkinçilik berýän esasy çäreler nusgawy shema salynýar.

Şekeriň hilini we çykymyny ýokarlandyrmagyň goşmaça düýpli çärelerine önünden arassalanan çökmäni (preddefekowannyý osadok) bölüp almagy we I saturasiýa şiresini goýulandyrylan suspenziýanyň önünden arassalanyşyna (preddefekasiýasyna) gaýdyp gelnende çalyşmagy degişli edip bolar.

Adatdan daşary çäre hökmünde defekasiýany göz açyp ýumasy salymda geçirmegi, ýagny pH-yň pes bahalarynda amala aşyrylýan de-



fekosaturasiýany ulansa bolar. Bu ýagdaýda, diffuziýa şiresiniň pred-saturatorda köpürjiklemesini aýyrmak üçin, öňünden ony 55–60°C çenli gyzdyrýarlar, pH 8,5–9,0 barýança II ýa-da I saturasiýanyň şiresi bilen garýarlar we predsaturatoryň daşky resirkulýasiýa sudurynyň ýygnaýjy resirkulýatoryna berýärler.

Nemli bakterioz bilen kesellän, zaýаланan şugundyr gaýtadan işlenende süzmekligi gowulandyrmak üçin aktiwleşdirilen poliakril-amidiň erginini ulanmaklyk maslahat berilýär.

Preddefekasiýanyň maksady kolloid dispersli maddalary we ýokary molekulaly birleşmeleri mümkin boldugyça doly çökmä düşürmekden we strukturasy esasy defekasiýada (ED) ýokary aşgarly sredada we temperaturada kalsiý ionlarynyň  $\text{Ca}^{2+}$  dargadyjy täsirine durnukly bolan çökündileri emele getirmekden ybaratdyr. Hekiň hemişelik goşulyp durulmagynda progressiw preddefekasiýa (PPD) aşgarlylygyň kem-kemden köpelmegini gazanmaga mümkinçilik berýär, munda koagulýasiýany diňe bir pH = 11,0 däl-de, eýsem onuň pes bahalarynda hem geçirmäge amatly şertleri döredip, I saturasiýanyň şiresini süzmegi ep-esli tizleşdirýär, ýagny PD prosesiniň zynjyryny amala aşyrmaga mümkinçilik berýär. I saturasiýa şiresiniň çökündisiniň goýulandyrylan suspenziýasynyň wodorod görkezijisiniň bahasynyň 10-dan pes (pH < 10) bahalaryna eýe bolan zolaga goşulmagy süzülijilik häsiýetleri gowy bolan çökündi almaga mümkinçilik berýär, çünki çökmä düşýän koagulýatyň bölejikleri –  $\text{Ca}^{2+}$  ionlary özünde  $\text{CaCO}_3$  saklaýan yzyna gaýdyp gelýän bölejikleri bilen baglanyşyp, has berk, has gaty agregatlary emele getirýärler. Bu ýerde koagulýasiýa we çökündä düşme prosesler bolup geçýär.  $\text{Ca}^{2+}$  ionlary şawel, limon, çakyr, oksilimon, fosfor we, birneme gowşak derejede, kükürt kislotasy bilen suwda eremeýän kalsiý duzlaryny emele getirýärler. Çökündi ýuwaş-ýuwaşdan pH 9,0–11,5 aralygynyda ýokary molekulaly birleşmeleriň agregatlary bilen emele gelýär, emma çökme dolulygyna diňe saturasiýada, aşgarlygyň anionlaryň  $\text{Ca}^{2+}$  karbonaty bilen ýuwudylandan (adsorbsiýa) soň we  $\text{Ca}^{2+}$  karbonat görnüşinde  $\text{CaCO}_3$  çökmä düşürilenden soň emele gelýär. Koagulýasiýa we ýokary polimerleriň çökündä düşmegi hem bolup geçýär. Beloklar, saponinler, reňkleýji maddalar koagulirleýärler.

Kombinirlenen sowuk ýa-da ýyly-gyzgyn ED arassalanan şirede (defekowannyý sok) hekiň ereýjiligi ýokarlandyrmaga, önümleriň gyzgyna çydamlylygyny üpjün etmäge we şol bir wagtyň özünde olaryň reňkini peseltmäge mümkinçilik berýär.

Esasy sowuk-gyzgyn defekasiýada kislota amidleriniň we hek bilen kalsiniň ereýji duzlaryny emele getirýän ammoniý duzlarynyň we gaýtaryjy maddalaryň (GM) dargama reaksiýalary bolup geçýär; munda kislotalaryň 2 topary emele gelýärler:

1)  $\text{Ca}^{2+}$  ionlary bilen çökme emele getirýänler;

2)  $\text{Ca}^{2+}$  ionlary bilen ereýän (olaryň bir näçesi reňkli) duzlary emele getirýänler;

3) pektin maddalarynyň (PM) dargamagy. Dargama reaksiýasy esasy defekasiýada (ED) doly geçirip bolmaýar, emma muňa garamazdan, ony geçirjek bolmaly, çünki geçip tamamlanmadyk reaksiýalar inwert gandynyň dargamagy, netijede pH-yň peselmegi we reňkiniň güýçlenmegi; bugarlylanda aşgarlylygyň pese düşmegi; köpürjik emele gelmeginiň güýçlenmegi ýaly negatiw ýagdaýlar ýüze çykýar. ED-de hekiň artykmaç mukdary berilýär, hekiň sowuk basgançakda şiredäki ýokary ereýjiligi, gyzgyn şiräni öte doýan hek bilen saturirläp, I saturasiýada kalsiý karbonatynyň süzülmäge we sorulmaga (adsorbsiýa) ukyply bolan  $\text{CaCO}_3$ -iň maýda we endigan ululykdaky kristallaryny saklaýan şiräni almaga mümkinçilik berýär.

Birinji saturasiýanyň maksady – şiräni adsorbsiýa usuly bilen arassalamak we  $\text{CaCO}_3$ -iň süzüjiligi gowy bolan çökündisini almakdan ybaratdyr. ED-de kalsiý duzlarynyň we inwert gandynyň aşgarlaryň täsirinde dargamagy netijesinde emele gelen karbon kislotalarynyň adsorbsiýasy (siňdirilmesi) bolup geçýär. Esasy we uly ähmiýete üstki-aktiw maddalaryň (ÜAM) adsorbsiýasy eýedir, çünki olar önümiň kristallaşmagyny haýalladýarlar we hilini ýaramazlaşdyrýarlar.

II saturasiýadan öň goşmaça defekasiýa geçirmek arkaly şirede galan gaýtaryjy maddalary (GM) we amidleri goşmaça dargadýarlar, netijede arassalamagyň netijeliligi ýokarlanýar, GM we kalsiý duzlarynyň mukdary azalýar.

II saturasiýa gantlara degişli bolmadyk maddalaryň çökündilerini ýokarlanan aşgarlylykda aralyk bölmek üçin geçirilýär, ol bolsa

kalsiniň çökmä düşen çökündileriniň yzyna ergine geçmezligi üçin zerurdyr. II saturasiýa geçirilende kalsiý ionlary  $\text{Ca}^{2+}$  mümkin boldugyça doly çökdürilmelidir, aktiw aşgarlylygy sulfitasiýanyň netijeli geçirilmegini üpjün eder ýaly we bugardylanda saharozanyň dar-gamagyny minimuma getirer ýaly, gyzgyna çydamly şire we şerbedi alar ýaly derejä ýetirilmelidir.

Sulfitasiýanyň esasy maksatlary: reňkleýji maddalary gaýtaryp, reňksiz maddalara geçirmek arkaly şireleri reňksizlendirmekden, kaliý karbonatyny  $\text{K}_2\text{CO}_3$  kaliý sulfiti  $\text{K}_2\text{SO}_3$  bilen çalşyp, aşgarlylygy we şiräniň şepbeşikligini peseltmekden, reňkleýji maddalaryň emele gelmeginiň önüni almakdan ybaratdyr.

Diffuziýa şiresini dürli hili şugundyrdan arassalamagyň shemasy saýlanyp alnanda diffuziýa şiresiniň we arassalanan şiräniň tehnologik koeffisiýentlerine bolan talaplardan ugur alynmalydyr. Munda hakyky ölçeg bolup hekiň optimal harçlanyşynda GOST-uň koeffisiýentlerine gabat gelýän gandyň maksimal çykymy bolmalydyr.

Prosesleri intensifisirmek üçin goýlan talaplary ödemeli, optimal koeffisiýentleri saklamaly we kömekçi materiallary (flokulyantlary, köpürjikleri ýok edijileri, aşgarlaýjy maddalary) ulanmaly bolýar.

## **5.8. Şiräni bugartmak arkaly goýaltmak**

Ýerine ýetirýän işleri, çylşyrymlylygy we bahasy boýunça zawodyň ýyladyş shemasynda esasy orny aýry-aýry apparatlardan durýan bugardyjy enjam eýeleýär.

II saturasiýanyň şiresi gury maddalaryň ilkibaşdaky möçberiniň 14–16%-e çenli bolanlygyndan, olaryň möçberi 65–70%-e ýetýän şerbete öwrülýänçä goýaldylýar.

Bugyň ýylylygyny köp sapar ulanmagyň netijesinde bugardyjy enjam şiräni goýaltmak üçin ähli şiräniň agramynyň bary-ýogy 40–50%-ine barabar bolan bugy harçlamaga mümkinçilik berýär.

Şire ilki 1-nji korpusa düşýär, soňra zzygiderli ähli korpuslara geçýär we konsentratordan aýrylyp gidýär.

Retur bugy bugardyjy enjamyň diňe 1-nji korpusynda ulanylýar. Soňky korpuslar öňki korpuslaryň işlenen ikilenji buglary bilen ýyla-

dylýarlar. Iň soňky korpusdan şire bugy konsentratora düşýär, ondan bolsa kondensatora geçýär.

Bugardyjy enjamyň basgançaklarynyň sany pul sarp etmeleri we ulanmaga sarp edilýän çykdajylary öz içine alýan tehniki-ykdy-sady hasaplamalaryň esasynda saýlanyp alynýar. Bugardyjy enjamyň (BE) basgançaklarynyň sanynyň köpeldilmegi, bir tarapdan, gyzdyryjy buguň sarp edilişiniň azalmagyna, netijede, ekspluatasion çykdaýjylaryň kemelmegine, beýleki tarapdan, bugardyjy apparatlaryň jemi gyzdyryjy üstüniň artmagy kapital çykdaýjylaryň köpelmegine getirýär.

Basgançaklaryň sanynyň saýlanyp alynmagynda BE temperatura rejesi düýpli täsir edýär, ýagny, her bir korpusdaky temperaturanyň peýdaly aratapawudy  $6-8^{\circ}\text{C}$ -den az bolmaly däl.

Dört korpusly konsentratly BE, ýokary durnuklylygy we ikilenji buguny köp gezek ulanmak mümkinçiliginiň barlygy ýokary ýylylyk tygşylygy bilen tapawutlanýar. Bu BE häzirki döwürde nusga hökmünde kabul edilendir. BE-niň bugardýan suwunyň agramy (S) arassalanan şiredäki ( $\text{GM}_1$ ) we şerbetdäki ( $\text{GM}_2$ ) gury maddalaryň möçberine baglydyr.

Bugardyjy enjamda we beýleki ýylylyk çalşyjylarda emele gelýän kondensat bu ugurdaky kondensat kolonkalary arkaly ýygnaýjylara yzygiderli geçirilýär (5.8.1–5.8.2-nji suratlar). Işlenen bug bugardyjy gazanlary doldurmak üçin ulanylýar, ikilenji buglaryň kondensaty bolsa – dürli aralyk önümleri gyzdyrmak üçin peýdalanylýar.



**5.8.1-nji surat. Bug kondensat enjamy**



**5.8.2-nji surat. Şire ýygnaýjylar**

Gyzdyryjy kameralaryň ýokarky böleginde ýygnanyp, akymyň ýylylyk çalşyjylaryň üstüne barmaga päsgel berýän suwuklyga öwrülmeýän gazlary (некондесирующие газы) bug kameralaryndan hemişe aýryp durmalydyr. Gyzdyryjy kameralaryň ýokarky böleginde ýygnanýan, suwuklyga öwrülmeýän gazlar turba geçirijiler arkaly buguň basyşy gyzdyryjy buguň basyşyndan bir dereje pes bolan giňişlige geçirilýär. Şeýle edilende, gazlar bilen çykarylýan bug peýdasyz ýitmeýär hem-de basyşyň tapawudy sebäpli gazyň I korpusdan garyşdyryjy kondensatora tarap üznüksiz hereketi döreýär.

Soňky korpusda we konsentratorada basyşy peseltmek hem-de suwuklyga öwrülmeýän gazlary sistemadan aýyrmak üçin bu shema iki basgançakdan; ýagny predkondensatordan, esasy kondensatordan, damja tutujydan, barometriki suwy ýygnaýjylardan hem-de wakuum-kompressordan ybarat bolan wakuum-kondensasiýa guraly birikdirilendir.

Bugardylanda şirede pH-yň peselmegi, reňkiň güýçlenmegi, çökündileriň emele gelmegi ýaly himiki öwrülişikler bolup geçýärler. Olar gyrgyzna çydamsyz şirede has-da intensiw häsiýete eýe bolýarlar.

pH-yň peselmegi şirede 0,04–0,06% saharozanyň, 30%-e çenli gaýtaryjy maddalaryň dargamagy we organiki kislotalaryň emele gelmegi bilen düşündirilýär. Wakuum enjamynda pH-yň gerekli derejesini saklamak üçin (takmynan, 7,5–8,0) II saturasiýanyň önünden şirä üç natrili fosfat duzuny  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  goşýarlar.

Şiräniň reňki gaýtaryjy maddalaryň (GM) dargamagy we olaryň aminokislotalar bilen özara täsirleşmesi hem-de saharozanyň karamelleşmegi netijesinde güýçlenýär. Bu täsirleşmeleriň tizligi wodorod görkezijisine – pH, temperatura – t, täsirleşýän maddalaryň, reagentleriň konsentrasiýasyna, bugartmagyň dowamlylygyna, demir ionlaryna we gaýry görkezijilere baglydyr.

Bugardylanda şirede çökündiniň emele gelmegine kalsiý duzlarynyň ereýijiliginiň öte doýan erginlerde peselmegi sebäp bolýar, netijede, olaryň artykmaç mukdary çökmä düşýär.

Reňkleýji maddalaryň emele geliş reaksiýalarynyň tizligini haýallatmagyň netijeli usullarynyň biri-de şiräni arassalamak prosesinde gaýtaryjy gantlary doly dargatmakdan we bugardylanda saharozanyň dargamagyny minimuma getirmekden ybaratdyr. Gaýnadyjy turbalarda şiräniň optimal derejesini saklamak we bugardyjy apparatlaryň gyzdyryjy kameralarynda gyzdyrylan bugy endigan ýaýratmak hem uly ähmiýete eýedir, çünki bu çäre buguň girýän ýerinde gandyň ýanmagynyň önüni alýar.

Mineral duzlaryň bölünip çykmagy we çökmegi netijesinde bugardyjy apparatlaryň turbalarynyň içki ýüzlerinde kesmegiň emele gelmegi ýylylyk geçirijilik koeffisiýentiniň peselmegine, netijede bolsa, stansiýanyň öndürililiginiň aşaklamagyna getirýär. Bugardyjy stansiýanyň (2.8.3-nji surat) kadaly işini dikeltmek üçin gyzdyryjylaryň üstüni arassalamagyň mehaniki ýa-da himiki usullary ulanylýar.





**5.8.3-nji surat. Bugardyjy stansiýa**

Kähalatlarda bugartmakdan owal şiräni ion çalşyjy smolalardan geçirip, onuň demineralizasiýasyny amala aşyrýarlar.

Ýylylyk çalşyjy apparatlarda kesmegiň emele gelmeginiň önüni almak üçin kesmegiň adaty emele gelmek prosesini bozýan we oňa dargadyjy hökmünde tasir edýän ultrases tolkunlaryny ulanýarlar.

## **5.9. Gaýnatmak, kristallaşdyrmak we sentrifugirmek**

Gant öndürmegiň ahyrky tapgyry ony kristallaşdyrmakdyr. Bu işde köp komponentli şerbetden arassa saharoza bölünip alynýar.

Şire arassalaýjy bölümde diffuziýa şiresiniň gantlara degişli bolmadyk böleginiň 1/3-isi aýrylýar, galan bölegi saharoza bilen birlikde iýmit bölümüne düşýär. Saharozanyň köp bölegi gant görnüşinde kristallaşýar. Gantlara degişli bolmadyk bölekler kristalara erginde galýar.

Gandyň çykymynyň 75%-i gandyň toşapdaky ýitgisine degişlidir. Iýmit bölümündäki ýitgi zawodyň tehniki-ykdysady görkezijisini kesgitleýär. Gandyň hili onuň toşapdaky ýitgisine göni baglydyr. Teh-

nologik proses toşapdaky gandyň has azalmagy we onuň hiliniň arasyndaky iň amatly baglanyşygy saýlap almak meselesidir.

Dünýä üllülerine gabat gelýän gant almak meselesini köpbaşgançakly kristallaşdyrma arkaly çözmek bolýar. Şonda ýitgi hem az bolýar.

Iýmit bölüminiň ikibasgançakly we üçbaşgançakly shemalary iň köp ýaýranlarydyr. Zawoddaky ýagdaýlara görä, gandyň gowy hilini almak üçin çeýe shemalar ulanylýar.

Iýmit bölüminiň oýlanyşykly tehnologik shemasy kristallaşdyrmagyň başgançaklarynyň sanyny anyklap, ahyrky kristallaşdyrmagyň netijesiniň 30–33% bolmagyny we orta hili bolan şugundyrdy zawodyň koeffisiýentiniň 80%-e deň bolmagyny gazanmak zerurdyr.

Üç önümlü shemanyň artykmaç tarapy onuň çykymynyň ýokarylygy (37%) we alynýan haryt önüminiň hiliniň ýokarylygyndadyr. Onuň beýleki shemalardan tapawudy göni akyma, bir aýlawсыz kontur-klerowkanyň gaýtarylmagyna esaslanmagydyr, iýmit önümi bölümi üçin çig maly hökmünde sulfitirlenen şiräniň gantlaryň II kristallaşmasynyň klerowkasy we arassalygy 92% az bolmadyk arassalanan gandyň III kristallaşmasy bilen emele getiren garyndysy bolup hyzmat edýär.

Bu garyndydan I önümiň wakuum-apparatlarynda I kristallaşmanyň utfelini gury maddalaryň agram paýy 92,5% ýetýänçä (munda utfeldäki kristallaryň mukdary 55% bolýar) gaýnadyp azaldýarlar (5.9.1-nji surat).

Gaýnadyp azaltmak döwürleýin işleýän wakuum-apparatlarda amala aşyrylýar, şonuň üçin gaýnadylyp azaldylandan soň utfel kabul ediji garyşdyryjynyň aralyk bufer gabyna düşürilýär. Utfel düşürilenden soň, ony aparat bugardyjy enjamyň I korpusynyň ekstra-bugy bilen mazaly buglaýarlar we buglamany klerowly garyja (klerowoçnaýa meşalka) ugradýarlar (5.9.2-nji surat). Eger mazaly buglama returly bug (returnnyý par) bilen geçirilýän bolsa, onda ony kabul ediji garyja ugradyp bolar, bu ýerde ol utfel bilen garyşanda kristallaryň 2–3%-e golaýy ereýär.





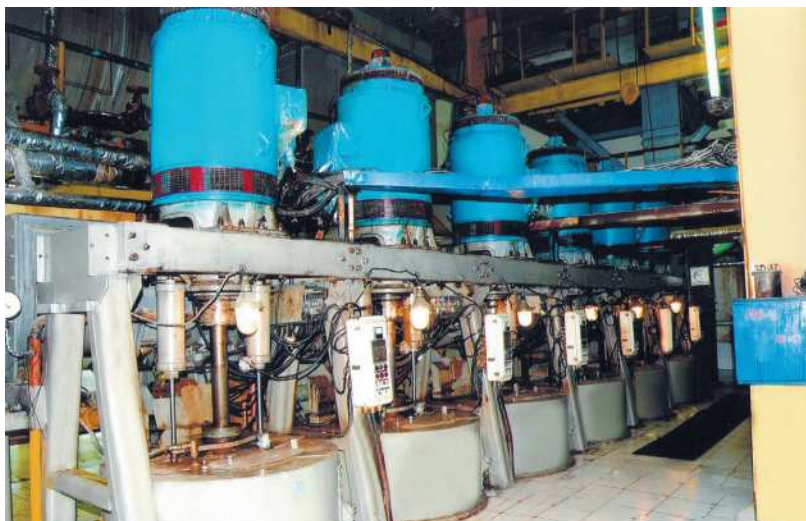
**5.9.1-nji surat. Utfel garyşdyryjy**



**5.9.2-nji surat. Klerowly garyjy**

Utfeli gyrgyznlygyna ( $t=70-75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sentrifugirleýärler (5.9.3-nji surat), munda bölüji görkezijisi 1000 bolan sentrifugany ulanmaklyk maslahat berilýär. Fugowkada 2 syrgyny (ottok) bölýärler. Birinji bas-

gançakda „ýaşyl“ toşap I bölünýär, ol sentrifuganyň aşagyndaky ýygnaýja gönükdirilýär, soňra utfel II gaýnadyp azaltmaga gerek bolan ýaşyl toşabyň goruny döretmek üçin wakuum-apparatlaryň önünde duran ýygnaýja geçirilýär.



**5.9.3-nji surat. Sentrifugalar**

Ýaşyl toşap bölünip aýrylandan soň sentrifuganyň rotoryna gandyň agramynyň 3,0–3,5%-ne barabar möçberde gyzygyn guýy suwuny berip, gandy agardýarlar we I kristallaşmanyň utfeliniň II syrgynyny bölüp aýyrýarlar, sentrifuganyň aşagyndaky ýygnaýjylara ugradýarlar, soňra ony wakuum-apparatlaryň önündäki ýygnaýjylara geçirýärler; bu ýerde utfel II gaýnadyp azaltmak üçin ätiýaç emele gelýär.

Syrgynlaryň gowy hilliliginiň tapawudy 5–7 birlik bolmaly.

Sentrifugalardan düşürilen şekerini guratmak, sowatmak, ondan ferromagnit garyndylaryny, gant böleklerini we pudrany bölüp almak üçin transportirleýärler. Soňra taýýar gandy bunkerlere, ol ýerden bolsa gapsyz saklanylýan ammarlara ýa-da gaplamaga ugradýarlar.

Wibrokonweýýerde we guradyjy barabanda siklonlar arkaly tutulyp galýan gant tozanyny hem-de gandyň bölejiklerini arassalanan şirede eredýärler we klerowlaýjy garyjylara (клеровочные мешалки) geçirýärler.

Ak we ýaşyl toşaplary utfel II (aralyk) önümi gaýnadyp azaltmak üçin ulanýarlar. Gaýnadyp azaldylanda wakuum-apparata ilkinji ak toşap, soňundan bolsa ýaşyl toşap çykýar. II önümiň utfelini gury maddalaryň agram paýlary 93–94% ýetýänçä (şonda utfelde kristallaryň mukdary 45% ýetýär) gaýnadyp azaldýarlar. Munda döwürleýin işleýän wakuum-apparatlar ulanylýar. Gaýnadyp azaldylandan soň utfel kabul ediji garyja düşürilýär. Wakuum-apparatlary I korpusyň ekstra-bugy bilen bugardýarlar, bugartmany kabul ediji garyja ugradýarlar. Kabul ediji garyjydan II kristallaşdyrmanyň utfelini gyzygynlygyna (70–75°C) sentrifugirlemäge ugradýarlar. Munuň üçin üzüksiz işleýän, segregator bilen üpjün edilen konus rotorly sentrifugalary ulanmaklyk maslahat berilýär. Sentrifugirleme agartmak bilen ýa-da onsuz geçirilip bilner. Islendik ýagdaýda agardylandan soň sarkyndylaryň ikisi hem sentrifugalaryň aşagyndaky bir ýygnaýjyda birikdirilýär, soňra bolsa gaýnadyp azaltmaga olary III önümiň utfeliniň goruny emele getirmek üçin wakuum-apparatlaryň öňündäki ýygnaýja geçirýärler.

Sary gant II şnek bilen klerowlaýjy garyja ugradylýar we II saturasiýanyň sulfitirlenen şiresinde ýa-da şerbetde eredýärler.

Gury maddalaryň agram paýy 65–72%-e deň bolan klerowka bugardyjy enjamdan soňky şire ýygnaýja ugradylýar, şire bilen garylýar we sulfitasiýa iberilýär, soňra bolsa I utfeli gaýnadyp azaltmak üçin ulanylýar.

Ak we ýaşyl II toşaplardan III kristallaşmanyň utfeli döwürleýin işleýän wakuum-apparatlarda gury maddalaryň agram paýy  $GM = 94 - 96\%$  (utfeldäki kristallaryň mukdary 35–37%) bolýança gaýnadylyp azaldylýar. Wakuum-apparatlarda goýulamany we kristallaşdyrmany dowam etdirmek mümkin bolman galýar, çünki utfeliň şepbeşikligi çendenaşa ýokarlanýar, emma utfeliň kristalara ergini wakuum-apparatlarda ýeterlik derejede gowşamaýar. Erginiň arassalygy 65–67%-e barabar bolýar. Ondan entek saharozany bölüp almak mümkindir. Arassalygy 55–58%-e çenli azalanda erginiň gowşamagy kada laýyk hasap edilýär, ýagny gowşatmany mundan buýana-da dowam etmek üçin sowatmak usuly bilen utfel III kristallaşdyrmagyň

ikinci basgançagyny geçirýärler, munuň üçin utfeli utfel III kabul ediji garyjysyna düşürýärler.

Wakuum-apparatlary bugardyjynyň I korpusynyň ekstra-bugy bilen mazaly bugardýarlar, bugardyjy kabul ediji garyja ugradylyp, utfel bilen garyşdyrylýar. Kabul ediji garyjydan utfeli sowadyjy üsti aýlanýan kristallaşdyryjy batareýalara ugradýarlar, kristallaşdyryjy boýunça hereket edende utfeliň temperaturasy  $70^{\circ}\text{C}$ -den  $35^{\circ}\text{C}$ -e çenli peselýär. Ereýjiliginiň aşaklamagy netijesinde sahara erginden kristallaşdyryjynyň üstüne bölünip çykýar, munuň hasabyna kristallara erginiň arassalygy takmynan 10 birlige peselýär (65-den 75%-e çenli), utfeldäki kristallaryň möçberi bolsa 35–37%-den 44–48%-e çenli ýokarlanýar. Soňky kristallaşdyryjydan utfel ýylylyk çalyşgy aýlanyjy üstli utfel ýaýradýa üznüksiz berilýär. Utfel ýaýradýjyda III önümiň utfelini gyzdirmek we  $30\text{--}35^{\circ}\text{C}$ -den  $40\text{--}45^{\circ}\text{C}$ -e çenli gyzdýryp, bat bermek usuly bilen (bat berlende temperatura üýtgemeli däl) sentrifugirlemäge taýýarlyk görülýär.

III kristallaşma utfelini bölmeklik bölüji görkezijisi 1500 bolan döwürleýin işleýän sentrifugalarda ýa-da üznüksiz işleýän iki sany konus rotorly sentrifugalarda amala aşyrylýar, munda birinji rotorda melassa (mala berilýän toşap) bölünip çykýar, ikinjide sary gandy arassalaýarlar (affinasiýa). Sary gant birinji rotordan sary gandyň gatlagyna geçende affindirleýji (arassalaýjy) ergin, ýagny gury maddalarynyň agram paýy 75%-e çenli suwuklandyrylan we  $t = 80^{\circ}\text{C}$ -a çenli gyzdýrylan ýaşyl toşap I berilýär.

Ikinji rotordan arassalaýjy syrgyny aýyrýarlar, sentrifuganyň aşagyndaky ýygnaýjyda toplaýarlar we wakuum-apparatyň önündäki ýygnaýja geçirýärler. Utfel III ahyrky bat bermäge gaýnadyp azaltmak üçin wakuum-apparatyň önündäki ýygnaýjydan gaýtadan alýarlar.

Döwürleýin işleýän sentrifugar ulanylanda olarda melassa bölünip çykýar, sary gant arassalaýjy garyja (affinasionnaýa meşalka) düşürilýär, oňa arassalaýjy ergin (gandyň agramynyň 60% mukdaryny saklaýan I ýaşyl toşabyň suwuklandyrylan ergini) berilýär. Garyjyda (5.9.4-nji surat) sary gant 10 minutlap arassalaýjy ergin bilen garylýar we nasos bilen sentrifugirlemäge berilýär. Konus rotorly üznüksiz işleýän sentrifugalary ulanmak maslahat berilýär. Sentrifugirlenende



**5.9.4-nji surat. Garyjy paýlaýjy**

bir arassalaýjy syrgyn bölünip aýrylýar. Sary gant III düşürilýär we şnek bilen klerolaýjy garyja berilýär, bu ýerde ol sary gant II, II satu-rasiýanyň şiresi ýa-da şerbedi bilen eredilýär.

Melassa (mala berilýän toşap) – önümçiligiň zyňyndysydyr, ol gapanlarda (terezilerde) çekilip, melassa saklaýjylara ugradylýar.

Zawodyň gaýtadan işleýän şugundyrynyň hili üýtgände şu aşakdaky üç kristallaşdyryş shemasyna degişli düzediş girizilmeli:

a) bugardyjy enjamda şugundyr gaýtadan işlenilip şerbet al-nanda onuň hili 91–92% bolsa, onda utfel I syrgynyň bir bölegi III kristallaşdyrma utfeline geçirilip gaýnadylýar.

b) eger 90% hili bolan şerbet alynsa, onda iş iki kristallaşdyryş shema boýunça geçirilýär.

Gant senagaty ylmy-barlag institutynyň (Russiýa) şu aýratyn-lyklary bolan üç kristallaşdyryş shemasyny ulanmak hem amatlydyr:

– II utfeliň umumy syrgynyň we arassalaýjy syrgynyň utfeliň II kristallik esasynda utfel III gaýnadyp azaldýarlar;

– arassalaýjy utfeli utfel II bilen bilelikde sentrifugirleýärler.

Gaýnadylyp, azaldylmaga baran önümlere hil taýdan şu aşakdaky talaplar bildirilýär: şerbediň klerowka bilen garyndysy 65%-den az bolmadyk CB agram paýy bolmaly, dury bolmaly we pH 7,8–8,2 deň



bolmaly, duzuň düzümi Ca 0,12–0,5%, CaO şerbediň agramyna görä reňki 40 şertli birlikden köp bolmaly däldir.

Öndürilen şeker DST 21–78 talaplaryna gabat gelmelidir.

Utfel I kristallaşmak derejesi babatda 12–13 birlige, utfel II – 5–7 birlige we utfel III – 10–12 birlige gabat gelmeli.

Kristallaşmak prosesiniň tehnologik görkezijileri.

Utfeller gaýnadylyp azaldylanda:

– gaýtaryjy (reduzirleýji) maddalaryň, esasan, melanoidinleriň dargamagy esasynda reňkilik ýokarlanýar. Gaýnatmagyň ahyrynda utfel III reňki babatda birnäçe esse, utfel I we II bolsa 1,5–2 esse köpeliýär.

– pH peselmegi, gaýtaryjy gantlaryň dargamagy esasynda organiki kislotalar emele gelýärler, bu inwersiýanyň köpelmegine getirýär.

### **5.10. Gandy guratmak, sowatmak we saklamak**

Gandy guratmagyň maksady onuň daşyndaky çyglylygy aýyrmakdan we ony uzak wagtlap saklamagy üpjün etmekden ybaratdyr. Guratmaga sentrifugirlenen, temperaturasy 60°C we çyglylygy 0,8–1,2% bolan gant ugradylýar (5.10.1–5.10.6-njy suratlar).

Uzak wagtlap saklamak üçin gandyň çyglylygy ammaryň çyglylygyna deň bolmalydyr. Çyglylyk we temperatura saklanyş usulyna baglylykda kadalaşdyrylýar.



**5.10.1-nji surat. Suwly şekeriniň transportyory**



**5.10.2-nji surat. Suwly şekeri geçiriji elewator**



**5.10.3-nji surat. Suwly şekeriň titreyji elegi**





**5.10.4-njy surat. Ak şekerin guradyjy barabany**



**5.10.5-nji surat. Guran şekerin titreyji elegi**



**5.10.6-njy surat. Şeker guradyjy sehiň umumy görnüşi**

Saklamagyň iki usuly bardyr: 50 kg-lyk haltalara gaplanan çyglylygy 0,14%-e we temperaturasy 25°C çenli hem-de haltasyz 10 000–20 000 tonnalyk göwrümlere guýlan çyglylygy 0,04%-e we temperaturasy 22°C-e çenli şertlerde saklanylýar (5.10.7–5.10.10-njy suratlar).



**5.10.7-nji surat. Ak şekeriniň bunkeri**



**5.10.8-nji surat. Gaplaýjy apparat**



**5.10.9-njy surat. Şekeri gaplamak prosesi**



**5.10.10-njy surat. Gysylan şekerin enjamy**

Sentrifugadan çyglylygy 0,8–1,8% bolan gant wibrokonweýer arkaly elewatora berilýär. Öl gant elewator arkaly ýokary galdyrylyp, enjamyň guradyjy bölümine ugradylýar we gyzgyn howanyň ( $t = 105^{\circ}\text{C}$ ) kömegi bilen guradylýar. Guratmak işi göni akymda amala aşyrylýar, şonuň üçin guratmak temperaturasy saharozanyň dargamagynyň kritiki temperaturasyndan ( $85^{\circ}\text{C}$ ) gecmeýär. Gandy sowatmak garşylykly akymda amala aşyrylýar, gandyň temperaturasy  $20^{\circ}\text{C}$ -a çenli peselýär.

Guradylan we sowadylan şeker pytradyjy maşyna geçirilýär we doňup galan iri böleklerden we maýda fraksiýalardan arassalanylýar. Gapsyz saklamak üçin endiganlyk koeffisiýenti 10%-e çenli bolmaly. Gant pytradylandan soň gaplaýjy bölümde ýerleşýän bunkerlere geçirilýär. Bunkerlerden haltalara guýlup çekilýär, haltanyň agzy tiki lip, lentaly transportýor arkaly ammara geçirilýär.

Gant haltasyz saklananda diffuziýanyň hasabyna kristallardan içki çyglylygy aýyrmak üçin 10 günläp ýetişdirijä (dozrewatel) geçirilýär, şondan soň saklanylmaga goýulýar (5.10.11.surat).



## 5.11. Hek süýdüni we saturasiýa gazyny almak

Hek daşy konweýer arkaly ammandan saýlanyp alynmaga (sortirowka) berilýär. Saýlanan hek konweýer arkaly ýangyjyň toplaýjy bunkerine geçirilýär. Ýangyç dozatoryň üsti bilen berilýär. Hekiň agramy terezilerde skip göterijiniň susgujy bilen çekilýär.



5.10.11-nji surat. Şekeriň dozatory (Mehanotron)

Şihta dozirowkadan soň, göterijiniň susgujy göterilip, pejiň ýokarsyna galdyrylýar. Ol agdarylanda, kömür garyndysy ýükleýji guýguja dökülýär. Ýükleýji guýgyjyň jebis ýapylyşyny klapaň üpjün edýär.

Hekiň ýakylmagy netijesinde alnan saturasiýa gazy, ilki gaz sorujy pürsden gaz ýygnaýja, şol ýerden hem gaz ýuwuja düşýär. Gaz arassalanylýar we suw bilen sowadylýar. Soňra damja ýygnaýjynyň üsti bilen gaz kompressora geçirilýär we zawoda berilýär. Gaz ýuwujylarda gazyň basyşyny peseltmek, damja ýygnaýjy bilen suw damjalaryny gazdan aýyrmak işleri gidrozatwor arkaly amala aşyrylýar.

Ýakylan hek ternaw arkaly suwly hek söndürijä berilýär

. Alnan hekiň süýdi wibroelekden geçirilýär. Elek bilen bagly işde hekiň 1,2 mm-den uly bolan bölejikleri aýrylýar. Soňra



**5.11.1-nji surat. Hek söndüriji bölüm**

garyjy gidrosiklonda 1,2-den 0,3 mm aralygyndaky bolejikler aýrylýar we hek garyjyda garylýar (5.11.2-nji surat). Bu ýerden nasos arkaly defekasiýa düşýär.



**5.11.2-nji surat. Hek süýdüni ýygnaýjy – garyşdyryjy**

---

## **VI. ŞEKER ZAWODLARYNYŇ TEHNOLOGIK ENJAMLARYNYŇ ESASY GÖRKEZIJILERINI HASAPLAMAK**

---

### **6.1. Şugundyr şekeri, rafinad önümçiliginiň maşyn- apparat ulgamy we maşyn-apparatlaryň tehnologik hasaplamalarynyň esaslary**

#### **6.1.1. Şeker zawodlarynyň maşyn-apparatlarynyň shemalary**

Şeker öndürmek üçin çig mal bolup, esasan, gant şugundury we şeker çişrigi hyzmat edýär. Şeker çişriginiň hasyllylygy gant şugunduryňyň garanynda has ýokarydyr. Ýöne gant şugunduryň her gektaryndan alynýan gandyň mukdary şeker çişriginden çykýan gandyňkydan 2 esse köpdür. Çünki şeker çişriginiň baldaklaryndan alynýan gandyň mukdary gant şugunduryňkydan pesdir.

Azyk senagaty önümçiligi gandyň şu görnüşlerini öndürýär:

- şeker (sahar-pesok) – ak reňkli iýmit önümi. Ol yssyz, süýji tagamly, çyglylygy 0,14%-den ýokary bolmadyk, 1 kilogramynda 3 mg çenli (0,3 mm uly bolmadyk) metal bölejiklerini saklaýan we düzümindäki sahározanyň mukdary 99,75% çenli ýetýän önümdir.

- suwuk şeker – açyk sary reňkli iýmit önümi. Ýokary kategoriýaly önüm özünde 99,8%-den, birinji kategoriýaly bolsa, 99,5%-den az bolmadyk saharoza saklaýar. Gury maddalar 64%-den az däl.

- gant – rafinad tokga preslenen şekerdir. Ak reňkli, süýji tagamly we yssyz önümdir. Sahározanyň mukdary 99,9%-den az bolmadyk redusirlenen (gaýtarylan) maddalaryň mukdary 0,03%-den we çyglylygy 0,2%-den ýokary däl.

Şeker (gant) şeker zawodlarynda we gant – rafinad bolsa rafinad zawodlarynda bir nusgaly tehnologik shemalar boýunça öndürilýär. Tehnologik shemalar ylmyň we tehnikanyň gazananlarynyň esasynda



işlenip düzülýär. Ol çig maldan ýokary hilli önüm almak, materiallary az harçlamak, energiýany we işçi güýçlerini ýerlikli ulanmak ýaly wajyp meseleleri çözmäge gönükdirilýär. Aýratyn işleri ýerine ýetirmek üçin, ýöriteleşdirilen tehnologik enjamlar ulanylýar.

Tehnologik shemalar şugundyry şeker we şekeri rafinada öwürmek bilen baglanyşykly köp operasiýalary öz içine alýar. Aýratyn wajyp operasiýalary ýerine ýetirmek üçin adaty taýýarlyk işleri, käbir ýagdaýlarda baglanyşykly operasiýalar göz önünde tutulyp, esasy operasiýa ýerine ýetirilýär. Bu operasiýalardan esasyalaryny saýlap alýarlar, olar amala asyrylanda çig mal ýa-da öndürilýän aralyk önüm düýpli özgerýär.

Esasy ýa-da goşmaça operasiýalary geçirmek üçin gerek bolan maşyn-apparatlaryň toplumyna maşyn-apparat ulgamy diýilýär. Şugundyr şekerini öndürýän zawodlarda maşyn-apparat ulgamynyň altysy we rafinad öndürýän zawodlarda – üçüsi bolýar.

Şugundyrdan şeker öndürmek prosesi şu aşakdaky baş sany maşyn-apparat ulgamyny öz içine alýar:

- şugundyry gaýtadan işleýän;
- ergini arassalaýan we goýaldýan;
- kristallaşdyrýan we taýýar şeker alýan;
- heki, hek süýdünü we saturasiýa gazyny alýan;
- şugunduryň çyg lötünü pressleýän, guradýan we briketleýän.

Şugundyry kabul etmek, saklamak we daşamak işleri ýöriteleşdirilen maşyn we desgalar bilen mehanizmeleşdirilen toplum altynjy ulgam bolup hyzmat edýär. Bu ulgam aýratyn edebiýat çeşmelerinde seredilýär.

Gant – rafinad önümçiliginde bir nusgaly shema hökmünde üç rafinad we dört utfel önümi (utfel – şekerin kristallary we kristalara erginiň garyndysy) üçin kabul edilendir. Gant-rafinad zawodynda gaýtadan işlenilýän şekerin hiline baglylykda iki rafinad we üç ýa-da dört utfel önümi işlenilýän shema mümkinçiligi üpjün edilmelidir.

Gant – rafinad önümçiliginde üç sany maşyn-apparat ulgamy ulanylýar:

- şerbet almak we arassalamak üçin;

- şekeri kristallaşdırmak, rafinad we utfel önümleri için;
- rafinadlary presslemek, guratmak, bölmek we gaplamak için.

Bu ulgamlar özara baglanyşykly bolup, bir ulgam hökmünde işleýärler we önümi üznüksiz öndürýärler. Bu ulgamda üznüksiz prosesi üpjün etmek için enjamlaryň birnäçe görnüşleriniň wagtal-wagtal işleýändigine görä, ulgamda birnäçe döwürleýin işleýän apparatlar ýa-da bufer göwürümler goýulýar.

### **6.1.2. Maşyn we apparatlar ulgamyna girýän esasy enjamlar**

Önümçiligiň islendik maşyn-apparatlar ulgamy esasy, ulag we gaşmaça tehnologik enjamlary öz içine alýar.

Esasy tehnologik enjamlara çig önümi işläp bejermek ýa-da aralyk önümi fiziki-himiki, mehaniki we biologiki özgerişe getirmek için ulanylýan maşyn we apparatlar, şonuň ýaly-da çig maly, aralyk we taýýar önümleri dozalara bölýän we çekýän maşynlar degişlidir.

Ulag we goşmaça tehnologik enjamlara dürli görnüşli nasoslar, transportýorlar, elewatorlar, wibrokonweýerli kabul ediji maşynlar, saklamak we şugundyry daşýjy enjamlar, göteriji kranlar we ş.m. degişlidir.

Şu kitapda şugundyry gaýtadan işleýän we rafinad zawodlarynda işleýän esasy tehnologik enjamlara seredilýär. Bu enjamlar adyna we tehnologik aýratynlygyna görä, aşakdaky toparlara degişlidirler.

1. Önümi arassalaýjy we zawoda beriji enjamlar. Bulara şu aşakdakylar degişlidirler: a) gidrotransportýorlar, b) zawoda getirilýän şugundyryň mukdaryny sazlaýjy gurluşlar, c) ýeňil we agyr goşundylary aýryjy enjamlar, d) şugundyr nasoslary, e) suw aýryjylar, ä) şugundyr böleklerini we miwe köklerini gaýtadan ulanmak için gurluşlar.

2. Şugundyr ýuwujy enjamlar.

3. Şugundyry kesip, gyryndylara bölüji enjamlar.

4. Diffuziýa apparatlary we kömekçi enjamlar.

5. Diffuziýa şiräni we şerbedi fiziki – himiki arassalamak için enjamlar.

6. Hek almak üçin daş ýakmak, hek süýdüni almak, saturasiýa we kükürt gazyny almak üçin enjamlar.

7. Saturasiýa şiräni we ergini durlamak we süzmek üçin maşynlar we apparatlar.

8. Şugundyr şekeri önümçiliginde şiräni düýpli arassalamak we rafinad şerbedini taýýarlamak we arassalamak üçin enjamlar.

9. Şerbedi bugartmak, utfelleri gaýnatmak we şekeri kristallaşdyrmak üçin enjamlar.

10. Kondensasiýa enjamlary we kondensat sowujylar.

11. Utfelleri bölüji enjamlar.

12. Guradyjy enjamlar.

13. Presleýji enjamlar.

14. Gaplaýjy maşynlar we şeker – rafinad üçin üznüksiz liniýalar.

### **6.1.3. Tehnologik enjamlaryň öndürijiligini kesgitlemegiň umumy usullary**

Şeker zawodlarynyň öndürijiligi belli bir wagt aralygynda taýýar önümiň mukdary boýunça kesgitlenilýär.

Şugundyr şekeri önümçiliginde öndürilýän gandyň mukdary çig malyň hiline, şugundyryň düzümindäki saharozanyň mukdaryna we zawodyň ýylyň dowamynda işleýşine baglydyr. Zawodyň ýylyň dowamynda işlemegi taýýarlanylýan şugundyryň mukdaryna baglydyr. Şonuň üçin şeker zawodlarynyň öndürijiligi öndürilýän önümiň mukdary bilen däl-de, belli bir wagt aralygynda çig malyň gaýtadan işlenilişi bilen kesgitlenilýär.

Şeker önümçiliginde aýratyn maşyn we apparatlaryň öndürijiligi bir gije-gündizde näçe tonna şugundyry gaýtadan işleýşi bilen kesgitlenýär. Rafinad zawodlarynyň öndürijiligi bir gije-gündizde tonna hasabynda öndürilen rafinad bilen kesgitlenilýär.

Eger maşyn we apparatlarda ýerine ýetirilýän prosesleriň dowamlylygy  $\tau$  (s) bolsa we şol wagtda  $q$  (kg) önüm gaýtadan işlenilse, onda şugundyryň ýa-da rafinadyň  $P$  (%) otnositel sarp edilişi bir gije-gündiziň dowamynda enjamyň öndürijiligi,  $G$  (t/ sut) şeýle kesgitlenýär.

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 100 \cdot q}{\tau P \cdot 1000} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 q}{\tau P \cdot 10}. \quad (6.1.1)$$

Eger işleýän apparatlaryň sanyny  $m$  diýip alsak we olaryň işleriniň dowamlylygy bir gije-gündizde 24 sagada deň bolsa, onda:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 q m \varepsilon}{\tau P \cdot 10}, \quad (6.1.2)$$

bu ýerde  $\varepsilon$  – apparatyň ulanylyş koeffisiýenti.

$$\varepsilon = \frac{T}{24},$$

bu ýerde  $T$  – maşynyň ýa-da apparatyň bir gije-gündizde üznüksiz işleýän wagty, sag.

Üznüksiz işleýän apparatlar üçin  $\varepsilon = 1,0$ .  $P$ -niň bahasy önümiň materialy hasaba alnyp kesgitlenilýär. Umumy ýagdaýda prosesiniň dowamlylygy:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2, \quad (6.1.3)$$

bu ýerde  $\tau_1$  – maşynyň we apparatyň aktiw işiniň dowamlylygy,  $s$ ;  $\tau_2$  – goşmaça işleriň dowamlylygy,  $s$ .

Üznüksiz işleýän maşyn we apparatlar üçin  $\tau_2 = 0$ . Adaty  $\tau_1$  we  $\tau_2$  bahalary tehniki normatiwlerde getirilýär.

Dürli maşyn we apparatlar üçin  $q$ -nyň bahasyny kesgitlemegiň usullary biri-birinden tapawutlydyr. Şonuň üçin şu kitapda hasaplaýyş deňlemeleriniň dürli görnüşleri getirilýär.

1. Öndürijligi kesgitlenilýän apparatlaryň esasy görkezijisi bolup olaryň göwrümleri hyzmat edýärler. Bulara diffuziýa apparatlary, defekosaturasiýa enjamlary we başgalar degişlidir.

Bu apparatlaryň peýdaly göwrümi:

$$q = \varphi V \rho, \quad (6.1.4)$$

bu ýerde  $\varphi$  – apparatyň önüm bilen doldurylyş koeffisiýenti;  $V$  – apparatyň doly göwrümi,  $m^3$ ;  $\rho$  – gaýtadan işleýän önümiň guňluş dykzlygy  $kg/m^3$ .

Bu deňlemäni (6.1.2) deňlemä goýup, öndürijiligi,  $G$  (t/sut) alarys:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 V \cdot \varphi \rho m \varepsilon}{\tau \cdot \rho \cdot 10}. \quad (6.1.5)$$

2. Maşynlar we apparatlaryň öndürjiliginini kesgitleýän esasy görkezijisi materialyň süýşýän işçi üstüniň  $F$  meýdanydyr. Muňa ähli süzgüçler, durlaýjylar, elek gurluşlar degişlidir.

Bu apparatlar üçin:

$$q = \vartheta F \rho, \quad (6.1.6)$$

bu ýerde  $\vartheta$  – önümiň hereket tizligi, m/s;  $\rho$  – önümiň guýluş dykzlygy, kg/m<sup>3</sup>.

Bu deňlemäni (6.1.2) deňlemä goýup, tizligiň 1s üçin diýlip kabul edip, öndürjilik  $G$  (t/sut) üçin aşakdaky deňlemäni alýarys:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 F \vartheta \rho m \varepsilon}{P \cdot 10}. \quad (6.1.7)$$

3. Maşynyň işçi organlary bilen bilelikde hereket edýän önümler. Bulara elewatorlar, dyrmykly we lentaly transportýorlar, şnekler we başgalar degişlidirler. Maşynlaryň bu toparlary üçin işçi organynyň 1m<sup>3</sup> düşýän materialyň agramyny kesgitlemeli. Maşynyň işçi organynyň gönüçyzykly hereket tizligi,  $\vartheta_g$  (m/s) üçin:

$$q = q_1 \vartheta, \quad (6.1.8)$$

bu ýerde  $q_1$  – materialyň işçi organynyň 1 m<sup>3</sup> düşýän agramy, kg.

Bu deňlemäni (6.1.2) deňlemä goýup hem-de  $\tau$  diýip 1 s kabul edip, öndürjiligi,  $G$  (t/sut), alarys:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \vartheta q_1 m \varepsilon}{P \cdot 10}. \quad (6.1.9)$$

4. Gaýtadan işlenilýän önümler we maşynlaryň işçi organlary öz-ara otnositel hereketde bolan ýagdaýynda (şugundyr kesijiler, kerçeýjiler we başgalar) bu maşynlarda öndürjilik belli bir wagtyň içinde işçi organyň işlän materiallarynyň göwrümüne göni gatnaşykda bolýar.

Işçi organyň meýdanynyň üsti  $F$  (m<sup>2</sup>) hereketiň ugry boýunça ölçenilýän bolsa, onda öndürjilik  $q$  (kg/s) şeýle aňladylýar:

$$q = F \vartheta_s \rho. \quad (6.1.10)$$

Bu deňlemäni (6.1.2) deňlemä goýup hem-de  $\tau = 1$  s diýip alyp, bir gije-gündizdäki öndürijiligi  $G$  (t/sut) hasaplaýarys:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 F \vartheta P m \varepsilon}{P \cdot 10}. \quad (6.1.11)$$

Üznüksiz işleýän apparatlaryň sany adatca 1-e deň diýlip alynýar. Maşyn gurluşyk zawodlarynda ýasalan apparatlaryň öndürijiligi şeker zawodlarynyň öndürijiligine gabat gelmese, onda iki ýa-da köp apparat goýulýar. Eger iş prosesinde apparat remont edilmeli ýa-da şaýlary çalşyrylmaly bolsa, onda oňa derek başga apparat goýup işledilmeli. Maşynlar we apparatlar proyektirlenende (6.1.5), (6.1.7), (6.1.9) we (6.1.11) deňlemelere girýän ululyklar hasaplanylanda apparatyň öndürijiliginden ugur alynýar. Eger öňden bar bolan enjamyň önüriligi kesgitlenilýän bolsa, onda apparatyň we işçi organlaryň ölçegleri gös-göni öz ýerinde ölçenilýär.

## 6.2. Çig maly arassalaýjy we zawoda geçiriji enjamlar

### 6.2.1. Gidrawliki transportýoryň hasaby

Gidrawlik transportýory hasaplamak üçin açyk ugurda üznüksiz akymyň deňlemesi ulanylýar:

$$V_t = S \vartheta_s, \quad (6.2.1)$$

bu ýerde  $V_t$  – suwuklygyň sarp edilen göwrümi,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $S$  – akymyň kese-kesiginiň meýdany,  $\text{m}^2$ ;  $\vartheta_s$  – suwuklygyň tizligi,  $\text{m/s}$ .

Gidrawliki transportýorda suwuň, şugundyryň garyndysynyň, agyr we ýeňil goşundylaryň akymy hereket edýär. Goşundylar akymda örän az bolany üçin, olary hasaba almasa-da bolýar. Gidrawliki transportýoryň uzynlygynda bar bolan garyndylaryň dykzyzlygy hemişelik diýlip hasap edilse, onda (6.2.1) deňleme şu görnüşde ýazylar:

$$V_t = \frac{m_t + q}{\rho}, \quad (6.2.2)$$

bu ýerde  $m_l$  – ähli sarp edilýän suw,  $kg/s$ ;  $q$  – gaýtadan işlenilýän şugundyryň agramy,  $kg/s$ ;  $\rho$  – garyndynyň dykzlygy,  $kg/m^3$ .

Gidrawliki transportýordaky şugundyryň agramyny suwuň agramynyň içinde diýip alýarys. Eger şugundyryň agramyna görä suwuň mukdaryny  $P_{suw}$  (%) diýip kabul etsek, onda şeýle ýazmak bolýar:

$$V_t = \frac{qP_{suw}}{100} + q. \quad (6.2.3)$$

Gidrawliki transportýordaky garyndynyň 1 sek sarp edilişi (6.2.1) deňleme bilen kesgitlenilýär. Deňlemeleriň (6.2.1) we (6.2.3) sag taraplaryny biri-birine deňläp alarys:

$$S\vartheta_s = \frac{qP_{suw}}{100} + q \quad (6.2.4)$$

Şugundyryň dykzlygy suwuň göwrüm agramyna golaý bolany üçin, gidrotransportýordaky garyndynyň dykzlygy  $1000 \text{ kg/m}^3$  diýlip alynýar.

Şu gatnaşyga  $P_{suw}/100$  – galyndysyz bölünýän san ýa-da suw gatnaşygy diýilýär. Bu sarp edilýän suwuň we şugundyryň gatnaşygyna deňdir we  $k$  bilen belleniýär.

Deňlemä (6.2.4)  $\rho$  bahasyny we  $k = \frac{P_{suw}}{100}$  goýup, akymyň kesekeseginiň meýdanyny ( $S$ ) tapýarys:

$$S = \frac{q(k+1)}{1000 \cdot \vartheta_s}. \quad (6.2.5)$$

Şugundyr kombaýn bilen ýygnalanda onuň düzüminde ýeňil we agyr goşundylar köp bolýar. Gidrotransportýorda şugundyr ygtybarly daşamak üçin akymyň tizligi  $1,0 \dots 1,5 \text{ m/s}$  deň bolmaly.

Deňlemä (6.2.5)  $k$  bahasyny we akymyň kabul edilen tizligini goýup, gidrotransportýoryň kesekeseginiň meýdany kesgitlenilýär.

Suwuň akýş tizligi transportýoryň kesekeseginiň görnüşine baglydyr. Birmeňzeş gidrawliki ýapgytlyk we birmeňzeş бүдүр-сүдүрлігі үшін ачык угурда акымyň тизлігі франсуз алымy Şезиниң деңлемесине



laýyklykda, togalak bolmadyk transportýorlaryň gidrawliki radiusy ( $R$ ) näçe uly boldugyça, hereketiň akym tizligi şonça-da uly bolýar.

$$\vartheta_a = c\sqrt{R \cdot i}; \quad c = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}, \quad (6.2.6)$$

bu ýerde  $\vartheta_a$  – akymyň tizligi, m/s;  $c$  – Şeziniň koeffisiýenti;  $R$  – gidrawliki transportýoryň kanalyň gidrawliki radiusy, m;  $i$  – gidrawlik ýapgytlyk, m/m;  $g$  – erkin gaçmanyň tizlenmesi, m/s<sup>2</sup>;  $\lambda$  – kanalyň diwarlarynyň бүдүр-сүдүрлігіне bagly bolan Darsiniň sürtülme koeffisiýenti.

Şeziniň formulasyndan görnüşi ýaly, şol bir gidrawlik ýapgytda we Darsiniň birmeňzeş sürtülme koeffisiýentinde (bүдүр-сүдүрлікde), transportýoryň şol bir kese-keseginiň meýdanynyň gidrawlik radiusy näçe uly boldugyça, hereketiň akym tizligi şonça-da uly bolýar. Gidrawliki radiusyň ekwiwalentiniň iň uly bahasy kesigiň ýarymaýlawyna laýyk gelýär. Diýmek, bu kesim iň amatlysydyr. Tejribeleriň görkezişi boýunça, gidrawliki transportýoryň burçlarynyň togalanan gönüburçly profili iň amatlysydyr.

Göniburçly kesimiň  $S$  (m<sup>2</sup>) meýdanynyň iň amatlysy haçan-da akymyň  $h$  beýikligi onuň  $b$  ininiň ýarysyna deň bolan ýagdaýy diýlip kesgitlenipdir.

$$S = bh = 0,5b^2. \quad (6.2.7)$$

Gidrawlik transportýoryň iň amatly inini kesgitlemek üçin (6.2.5) we (6.2.7) deňlemeleri deňeşdirip alýarys:

$$\frac{q(k+1)}{1000u_s} = 0,5b^2; \quad (6.2.8)$$

$$b = \sqrt{\frac{2q(k+1)}{1000\vartheta_s}} \quad (2.2.9)$$

Gidrotransportýoryň diwarynyň, düýbünüň ýagdaýyna we şugundyryň hapalygyna baglylykda Şeziniň deňlemesi boýunça gidrotransportýorda akymyň tizligini hasaplamak üçin Darsiniň sürtülme koeffisiýentiniň bahalary getirilýär.

**Darsiniň sürtülme koeffisiýentiniň bahalary**

T/b	Gidrotransportýoryň diwarlarynyň we şugundyryň ýagdaýy	Darsiniň sürtülme koeffisiýenti
1	Tekiz we ýylmanak, şugundyr arassa	0,02
2	Adaty ýagdaý, şugundyryň arassalygy ortaça	0,03
3	Adaty ýagdaý, şugundyr gaty hapa	0,04

Şugundyryň we goşundylaryň gidrotransportýorda hereketini wagtynda akymyň dyklyzlygy boýunça dikligine böleklere bölýärler. Agyr goşundylar (daşlar we çäge) iň aşakda, olardan ýokarda şugundyr we akymyň iň ýokarky gatlagynda ýeňil goşundylar (ýapraklar we samanlar) bolýar.

Gidrawlik transportýordaky akymyň tizligini hasaplamak üçin ýokarky we aşakdaky gatlagyň ortaça tizligi alynýar. Goşundylaryň akymynyň tizligi kesgitlenende, aşakdaky gatlardaky agyr goşundylaryň hem hereketiniň ýeterlik bolmagy üçin umumy akymyň  $h$  beýikligini şoňa görä saýlap almaly.

### **6.2.2. Şugundyrdan agyr goşundylary aýyrmagyň nazaryýet esaslary**

Daş aýryjylar adaty tarnsportýordan ýa-da şugundyr ýuwulýan ýerden öňde goýulýar. Şugundyryň suw bilen garyndysynyň we agyr goşundylarynyň daş aýryjylaryň öň ýanynyda akym tizligi sazlanyp, agyr goşundylar transportýoryň lotogynyň aşagyna düşer ýaly bolmaly. Olaryň umumy akym bilen dinamiki süýşmeginiň öňi alynmaly. Ýogsam goşundylar suwuklykda gaýyp, daş aýryjylarda aýrylman umumy akym bilen hereket eder.

Ähli ýagdaýlar üçin daş aýryjylaryň hasaplamalarynda we konstruirlenende daş aýryjynyň öň ýanynda ýa-da özünde agyr jisimleriň süýşme tizligini kesgitlemek hökmandyr.

Gidrawliki transportýorda turbulent akymyň ýokary bolýanlygy sebäpli, şar görnüşli bölekler üçin durnukly akymda suwuklygyň içki

sürtülme güýji hasaba alynmasa-da bolýar. Olaryň suwuklykdan aşak gaçyş tizligini,  $\vartheta_\alpha$  (m/s) tejribe arkaly alnan deňleme boýunça kesgitläp bolar.

$$\vartheta_a = \vartheta \left[ 1 - \left( \frac{d}{b} \right)^2 \right], \quad (6.2.10)$$

bu ýerde  $\vartheta$  – gidrotransportýordaky garyndylaryň akym tizligi, m/s;  $d$  – getirilen diametr, m;  $b$  – gidrotransportýoryň ini, m.

Gidrotransportýorda agyr goşundylar şugundyr – suwly garyndylaryň akymy bilen şu usullarda hereket edip bilerler: transportýoryň düýbi bilen süýrenip, düýbinde endigansyz, kähalatlarda gaýyp hemde üznüksiz gaýyp hereket edýärler. Goşundylary ygtybarly aýyrmak üçin olaryň gidrawlik transportýoryň düýbi bilen hereket etmekleri gerek.

Daş áýryjylaryň deşikleri şugundyr bilen dykylmaz ýaly, agyr goşundylaryň oňat bölünip aýrylmagy üçin şugundyry ýokary galdyrmak gerek, bu bolsa suwuň ýokary galdyryýan akymyny döretmek bilen amala aşyrylýar.

Ýokary galýan akymyň tizligini 0,25...0,3 m/s deň bolar ýaly edip sazlaýarlar. Bu tizlikde kese kesigi 2...3 sm ululykda bolan kerpiç bölekleri, metal galyndylary we beýleki şol ululykdaky bölejikler daş áýryjylarda (garymlarda) galmaýarlar. Bularyň daş áýryjylarda çöküp galmagy üçin suwuň ýokarlanýan akymyň tizligi 0,15...0,20 m/s deň edip almaly. Ýöne gidrawlik transportýoryň konstruksiýasynda agyr goşundylaryň aýrylýan çäginde şugundyryň päsgelsiz geçmegini göz önünde tutmaly.

Daş áýryjynyň öndürüjiligini,  $G$  (t/sut) hasaplaýarys:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 V \varphi \rho n \varepsilon}{10 P \tau}, \quad (6.2.11)$$

bu ýerde  $V$  – daş áýryjynyň doly göwrümi, m<sup>3</sup>;  $\varphi$  – daş áýryjynyň doldurylyş koeffisiýenti;  $\varphi = 0,7$  diýlip kabul edilýär;  $\rho$  – şugundyr bilen suw garyndysynyň dykzlygy;  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup> diýlip kabul edilýär;  $n$  – daş áýryjylaryň (garymlaryň) sany;  $\varepsilon$  – ulanylyş koeffisiýenti; üznüksiz işleýän daş áýryjylar üçin  $\varepsilon = 1,0$  diýlip kabul edilýär;  $P$  – şugundyryň agramyna görä gidrotransportýordaky şugundyr bilen suw

garyndysynyň mukdary, %;  $\tau$  – şugundyryň daş aýryjyda bolýan ortaça dowamlylygy,  $\tau = 30$  s diýlip kabul edilýär.

Gidrotransportýorda sarp edilýän suwuň oňnositel mukdary şugundyryň agramynyň 600 % deň bolanda we daş aýryjydaky şugundyry ýokary götermek üçin sarp edilýän suwuň mukdary şugundyryň agramyna görä 80% bolanda, onda gidrotransportýordaky şugundyr we suw goşundysynyň mukdary  $P = (600 + 100 + 80) \%$  bolýar.

### 6.2.3. Şugundyr nasosynyň kuwwatyny we öndürilijilini kesgitlemek

Goşundylaryň nasosa berilýän mukdary  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), şeýle hasaplanýlar:

$$Q = 1,2(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5), \quad (6.2.12)$$

bu ýerde  $Q_1$  – şugundyryň nasosa berilýän mukdary,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_2$  – şugundyrdaky goşundylaryň mukdary,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_2 = 0,15Q_1$  – diýlip kabul edilýär;  $Q_3$  – şugundyr transportýorda süýşürmek üçin gerek bolan suwuň mukdary,  $\text{m}^3/\text{s}$ ; (şugundyry düşürmek üçin gidrantlar ulanylanda  $Q_3 = 7Q_1$ ; gidrantlar ulanylmadyk ýagdaýynda  $Q_3 = 5Q_1$ );  $Q_4$  – daş aýryjylara berilýän suwuň mukdary,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_5$  – salnikleri ýuwmak üçin gidrozatworlara berilýän suwuň mukdary,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $Q_5 = [(0,05 \dots 0,20) Q_1]$  – diýlip kabul edilýär. 1,2 – gidrotransportýoryň işiniň birmeňzeş dälidigini hasaba alyş koeffisienti.

Ýokarda kabul edilen gatnaşyklary hasaba alyp:

$$Q = (8,5 \dots 11) Q_1. \quad (6.2.13)$$

Nasosyň rotoryny aýlamak üçin elektrodwigateliň kuwwaty  $N$  (kWt) şu deňleme bilen kesgitlenýär:

$$N = \frac{QH\rho g}{1000\eta}, \quad (6.2.14)$$

bu ýerde  $H$  – garyndylaryň ýokary galdyrylýan beýikligi, m;  $\eta$  – nasosyň peýdaly täsir koeffisiýenti;  $\rho$  – şugundyr bilen suw garyndysynyň dykzlygy,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $g$  – erkin gaçmanyň tizlenmesi,  $\text{m}/\text{s}^2$ .

### 6.3. Çig maly ýuwujy enjamlar

#### 6.3.1. Şugundyr ýuwujynyň öndürijiigini we arassa suwuň sarp edilişini kesgitlemek

Şugundyr ýuwujynyň öndürijiligini ýuwujynyň peýdaly göwrümi, şugundyrýň ýuwujy maşynyň içinde ýuwulýan wagty we göwrüm birliginde şugundyrýň mukdary bilen kesgitlenilýär.

Şugundyr ýuwujynyň öndürijiligi  $G$  (t/sut), şu deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 V \varphi \rho \varepsilon}{1000 \tau}, \quad (6.3.1)$$

bu ýerde  $V$  – şugundyr ýuwujynyň peýdaly göwrümi,  $m^3$ ;  $\varphi$  – şugundyr ýuwujynyň göwrüminiň şugundyr bilen doldurylyş koeffisiýenti;  $\varphi = 0,8$  diýlip kabul edilýär; – göwrüm birliginde şugundyrýň agramynyň dykzlygy;  $\rho = 420 \text{ kg/m}^3$  – diýlip kabul edilýär;  $\varepsilon$  – şugundyr ýuwujynyň ulanylyş koeffisiýenti; üznüksiz işleýän maşynlar üçin  $\varepsilon = 1,0$ ;  $\tau$  – şugundyrýň ýuwujyda ýuwulýan wagty, s.

Şugundyrýň ýuwujyda ýuwulýan wagty onuň akdyrylýan gidrawliki transportýorynyň uzynlygyna baglydyr. Gidrawliki transportýor näçe uzyn boldugyça, şugundyrý ýuwmak üçin şonça-da wagt az gerek bolýar. Şugundyrýň ýuwulýan wagtynyň transportýoryň uzynlygyna baglylygy tejribe arkaly tapylyp ulanylýar.

*6.3.1-nji tablisa*

**Gidrotransportýoryň uzynlygyna baglylykda şugundyrý ýuwmaklygyň dowamlylygy**

T/b	Gidrotransportýoryň uzynlygy, m	Ýuwmagyň dowamlylygy, s
1	50 m çenli	360
2	50...200 m çenli	300
3	200-m-den ýokary	270

Şugundyr ýuwujylarda şugundyrý ýükleýji we düşürijileriň öndürijiligi maşynlaryň ýuwujy bölegi bilen deň ýa-da ondan uly bol-

malydyr. Ýogsam, ýuwujydan şugundyryň ýuwulanlaryny ygtybarly aýyrmaklygy üpjün edip bolmaz.

Ýükleýji we aýryjy kowşlaryň öndürilijligi,  $G$  (t/sut) şeýle hasaplanylýar:

$$G_1 = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 q \vartheta_i \varepsilon}{1000}, \quad (6.3.2)$$

bu ýerde  $q$  – 1 m töwerekdäki şugundyryň kowşdaky agramy, kowşuň agyrlýk güýjüni aňladýar, kg;  $\vartheta_i$  – kowşuň agyrlýk güýjüniň töwerek tizligi, m/s;  $\varepsilon$  – ulanylyş koeffisiýenti.

Töweregiň radiusynyň 1 m uzynlygyndaky kowşdaky şugundyryň agramy:

$$q = \frac{m V_k \varphi \rho}{\pi D}, \quad (6.3.3)$$

bu ýerde  $m$  – kowşlaryň sany;  $V_k$  – kowşuň göwrümi,  $m^3$ ;  $\varphi$  – doldurylyş koeffisiýenti;  $\varphi = 0,7$  diýlip kabul edilýär;  $\rho$  – şugundyryň göwrüm agramy;  $550 \text{ kg/m}^3$  diýlip kabul edilýär;  $D$  – kowşuň agyrlýk güýjüniň çyzýan töwereginiň diametri, m;

Kowşuň agyrlýk güýjüniň töwerek tizligi,  $\vartheta_i$  (m/min) şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$\vartheta_i = \frac{\pi D n}{60}, \quad (6.3.4)$$

bu ýerde  $D$  – kowşuň agyrlýk güýjüniň çyzýan töwereginiň diametri, m;  $n$  – kowşuň aýlaw ýygylýgy,  $\text{min}^{-1}$ .

Ýokarda getirilen (6.3.3) deňlemeden  $q$  bahasyny we (6.3.4) deňlemeden  $\vartheta_i$  bahasyny (6.3.2) deňlemä goýup, alarys:

$$G_1 = \frac{24 \cdot 60 \cdot m V_k \varphi \rho n \varepsilon}{1000}. \quad (6.3.5)$$

Kowşuň ýükleýji we düşüriji böleginiň doly geometriki göwrümi,  $V_k$  ( $m^3$ ) şu deňlemeden tapylýar:

$$V_k = \frac{1000 G_1}{24 \cdot 60 m \varphi \rho n \varepsilon}. \quad (6.3.6)$$

Şugundyr ýuwujynyň oňat işlemegi üçin  $G_1 > G$  şert ýerine ýetirilmeli. Şugundyr ýuwuja berilýän arassa suwuň harçlanyşy şugundyryň agramyna görä bar bolan suwuň mukdaryna suwuň ýuwujy-

daky wagtyna we şugundyryň ýuwulyşynyň dowamlylygyna baglydyr. Şugundyr ýuwujynyň ýuwuş giňişliginiň göwrüm birligindäki suwuň mukdary  $P_{gow}$  (% şugundyryň agramyna görä):

$$P_{gow} = \frac{(1000 - q) \cdot 100}{q}, \quad (6.3.7)$$

bu ýerde  $q$  – ýuwujynyň peýdaly  $1 \text{ m}^3$  göwrümindäki şugundyryň agramy,  $\text{kg/m}^3$ ;  $q = 420 \text{ kg/m}^3$  diýlip hasap edilýär.

Şugundyr ýuwuja berilýän arassa suwuň (% şugundyryň agramyna görä) harçlanyşy:

$$P = P_{gow} \frac{\tau}{\tau_1}, \quad (6.3.8)$$

bu ýerde  $\tau$  – şugundyryň ýuwulýan wagtynyň dowamlylygy, s;  $\tau_1$  – suwuň ýuwujyda bolýan wagtynyň dowamlylygy, s.

Şugundyryň ýuwujyda ýuwulýan wagtynyň dowamlylygy transportyryň uzynlygyna baglydyr.  $\tau_1$  – ýuwuja düşýän şugundyryň hapa-lygyna baglylykda,  $\tau_1 = 600 \dots 1200$  s deňdir.

## 6.4. Agram ölçýji gurluşlar

### 6.4.1. Awtomatik porsiyalaýyn terezileriň öndürijiligini kesgitlemek

Awtomatiki terezileriň öndürijiligi,  $G_{\text{ter}}$  (t/sut) şugundyryň mukdarynyň bir gije-gündizde zawod tarapyndan gaýtadan işlenilişi bilen kesgitlenilýär:

$$G_{\text{ter}} = \frac{24 \cdot 60qn}{1000}, \quad (6.4.1)$$

bu ýerde  $q$  – şugundyryň çekilýän paýynyň agramy, kg;  $n$  – bir minutda kowsyň terezä agdarýan predel sany.

Bir gezekki çekmäniň wagtyny  $T_{\text{ter}}$  (s) diýlip kabul edip, alarys:

$$G_{\text{ter}} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60q}{T_{\text{ter}} \cdot 1000} = \frac{86,4}{T_{\text{ter}}}. \quad (6.4.2)$$



Şugundyryň terezide çekilýän paýyny ýमितlendirijiniň işiniň sikline baglylykda aňladyp bolar.

$$q = G_{iým} T_{iým}, \quad (6.4.3)$$

bu ýerde  $G_{iým}$  – ýमितlendirijiniň öndürilijiligi, kg/s;  $T_{iým}$  – ýमितlendirijiniň işiniň sikli, s.

Porsion tereziniň öndürilijiligi ýमितlendirijiniň öndürilijiligi bilen kesgitlenilýär:

$$G_{ter} T_{ter} = G_{iým} T_{iým}, \quad (6.4.4)$$

bu ýerden

$$G_{ter} = G_{iým} \frac{T_{ter}}{T_{iým}}. \quad (6.4.5)$$

$T_{ter}$  tereziniň işiniň sikli  $T_{iým}$  ýमितlendirijiniň işiniň siklinden we awtomatikanyn we ýerine ýetiriji  $T_{meh}$  mehanizmleriň işleriniň siklinden durýar.

$$T_{ter} = T_{iým} + T_{meh} \quad (6.4.6)$$

Diýmek, tereziniň işiniň sikli ýमितlendirijiniň işiniň siklinden uludyr.

$$T_{ter} > T_{iým}. \quad (6.4.7)$$

Ýमितlendirijiniň öndürilijiligi, tersine, tereziniň öndürilijiligidin ýokarydyr.

$$G_{iým} > G_{ter}. \quad (6.4.8)$$

Ýमितlendirijiniň öndürilijiligin (6.4.5) deňlemeden kesgitläp we (6.4.6) deňlemeden  $T_{ter}$  bahasyny goýup alarys.

$$G_{iým} = G_{ter} \frac{T_{ter}}{T_{iým}} = G_{ter} \left( T_{iým} + \frac{T_{meh}}{T_{iým}} \right) \quad (6.4.9)$$

ýa-da

$$G_{iým} = G_{ter} \left( 1 + \frac{T_{meh}}{T_{iým}} \right).$$

Deňlemeden (6.4.9) görnüşi ýaly, ýमितlendirijiniň öndürilijiligi awtomatiki porsion tereziniň kesgitlenen öndürilijiligidin uly bolmaly

we ýerine ýetiriji elementleriň iýmitlendirijiniň işiniň sikline gatnaşygyna bolan ululuga deň bolmaly.

## **6.5. Şugundyry kesip gyryndylara öwürýän maşynlar**

### **6.5.1. Umumy maglumatlar**

Şugundyrdan diffuziýa usulda şeker almak üçin ony gyryndylara öwürmeli. Şugundyryň miwe kökünden gyryndylary şugundyr kesijilerde ýörite ramalarda ýerleşdirilen pyçaklaryň kömegi bilen kesilip alynýar. Kesilen şugundyr soňra ekstraktora berilýär. Diffuziýa prosesini ulanyp, ondan şeker bölünip alynýar. Şugundyr kesijileriň pyçaklary diffuziýa pyçaklary diýlip atlandyrylýar.

Diffuziýa enjamynyň öndüriligi we şekeri alnan şugundyr gyryndylaryndaky şekeriň düzümi onuň hiline baglydyr. Şugundyr kesijilerden alnan miwe gyryndylary ternaw ýa-da plastinka görnüşli bolup biler. Adaty gyryndylaryň galyňlygy 0,5... 1,0 mm. deň bolýar. Onuň üsti ýylmanak, jaýryksyz bolmalydyr. Juda ýuka gyryndylar bolmasa gowy, çünki olar deformirlenip tokgalanýarlar we diffuzion apparatda diffuziýa şiresiniň sirkulýasiýasyny peseldýärler.

Şugundyr gyryndylarynyň hilini onuň uzynlygy bilen kesgitlemek üçin 100 g gyryndynyň metrdäki uzynlygy kabul edilendir. Gyryndylar ýöriteleşdirilen ganawjykly tagta ýerleşdirilýär. Gyryndylaryň 1 sm-den kiçi bölekleri, darak şekilli plastinkalar we ýuka içinden ýagtylyk geçýän gyryndylaryň uzynlygyna garamazdan olar tagta ýerleşdirilmeyär we zaýa hasaplanylýar. Zaýa gyryndylar mümkin boldugyça az bolmaly. Oňat şugundyr gyryndylarynda zaýa gyryndylaryň agramy, şugundyryň agramyna görä 3 %-den geçmeli däldir.

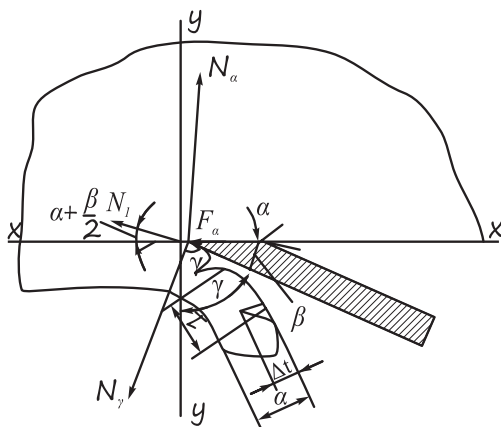
Şugundyr gyryndylarynyň we pyçaklaryň ramada ýerleşdirilişiniň hilini şeýle usulda kesgitlemek, olary doly häsiýetlendirmeýär. Gyryndylaryň hili onuň diňe uzynlygy we zaýalanýş derejesi bilen kesgitlenmän, eýsem galyňlyk derejesiniň birmeňzeşligi bilen hem häsiýetlendirilýär. Gyryndylaryň gatlagyna kesgitlenen temperaturada we basyşda onuň syzyjylygy oňat görkeziji bolup biler.

Şwesiýada gyryndylaryň hilini kesgitlemek üçin Swed faktory peýdalanylýar. 100 g gyryndynyň agramynda uzynlygy 5 sm-den ýokary bolanlarynyň 1 sm-den kiçileriniň massalaryna bolan gatnaşygy bilen aňladylýar. Swed faktory 10-dan ýokary bolsa, gyryndylar oňat hasaplanylýar. Merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän ýa-da diskli kesijilerde miwe gyryndylarynyň oňat hilini almak üçin, şugundyr kesilýän wagty ýeterlik derejede pyçaklaryň üstüne we barabanyň içki üstüne ýa-da şugundyr kesejiniň diskine gysylmalydyr.

Diametri 1200 mm bolan merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän şugundyr kesijileriň kesijilik tizligi 8,2 m/s, barabanyň içki tekizliginde 4,10 kPa basyş bolýar. Diskli şugundyr kesijilerde bunkerdäki şugundyryň beýikligi 3,0 m bolanda, basyş 30 kPa bolýar. Hakykatda, kök miwesi kesilende basyşy hemişlik bolmaýar. Sebäbi merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän şugundyr kesijiniň iş prosesinde kök miwesiniň daýanç tekizligi üýtgeýär.

Şugundyr kesilýän wagty pyçaklaryň üstüne ýeterlik derejede gysylmalary üçin, merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän şugundyr kesijilerde üç zolakly rotor, diskli şugundyr kesijilerde bolsa ýöriteleşdirilen gysyjy enjam ulanylýar.

Pyçagyň şugundyra çümmek güýji adaty ýagdaýdaky güýçleriň wektor jemi  $N_x$ ,  $N_y$ ,  $N_z$  we sürtülme güýji  $F_x$  we  $F_y$  (6.5.1-nji surat) bilen görkezmek bolar.



6.5.1-nji surat. Şugundyr kesilip gyryndylara öwrülende onuň materialyna täsir edýän güýç

Geçirilen barlaglaryň netijesinde şugundyry kesip gyrynda öwürmek üçin gerek bolan güýji kesgitlemek üçin şu formula teklipl edilýär:

$$R = bx \cdot \left[ \left( \frac{\sigma_{y.d} l}{\sin \gamma} + \sigma_{k.d} b \cdot \cos \alpha \right) \cdot (\cos \gamma + \mu \cdot \sin \gamma) \right] - \frac{\sigma_{y.d} l}{\cos \alpha} (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) + 2r\sigma_{gys} \cdot \cos(\alpha + \beta/2) \quad (6.5.1)$$

bu ýerde  $\sigma_{y.d}$  – şugundyryň öýjüklerini ýolmak üçin goýlan dartgynlyk, Pa;  $b$  – kesigiň ini, m;  $\gamma$  – pyçagyň ýiteldilen önki burçy, grad;  $\alpha$  – yzky ýiteldilen burçy, grad;  $l$  – jaýrygyň öňürdýän uzynlygy, m;  $\sigma_{k.d}$  – şugundyry kesmek üçin dartgynlyk, Pa;  $\mu$  – pyçagyň üstündäki sürtülme koeffisient;  $r$  – pyçagyň ujynyň aýlawynyň radiusy, m;  $\sigma_{gys}$  – şugundyryň materialynyň gysylanda dargamagy üçin goýlan güýç, Pa.

Deňlemeden (6.5.1) görnüşi ýaly, şugundyryň miwe köki näçe berk boldugyça ony gyryndylara öwürmek üçin şonça-da köp güýç talap edilýär. Onuň ýokarlanmagy gyryndylaryň hilini peseldýär.

Barlaglaryň netijesinde (6.5.1) deňlemä giren ululuklar şugundyryň hiline we onuň biologik häsiýetine bagly bolup, şu çäkde bolýarlar:

$$\sigma_{y.d} = 3,34 \cdot 10^2 \dots 11,25 \cdot 10^2 \text{ kPa};$$

$$\sigma_{gys} = 1,87 \cdot 10^3 \dots 3,63 \cdot 10^3 \text{ kPa};$$

$$\sigma_{k.d} = 8,82 \cdot 10^2 \dots 14,70 \cdot 10^2 \text{ kPa}.$$

Şugundyry kesmekligiň ortaça udel güýji 6,85...14,7 N/sm; şugundyryň pyçaklaryň üstüne bolan sürtülme koeffisient 0,25 deň; şugundyr kesilende korpusyň içki tekizligine (0,5...0,8) MPa basyş bolmaly.

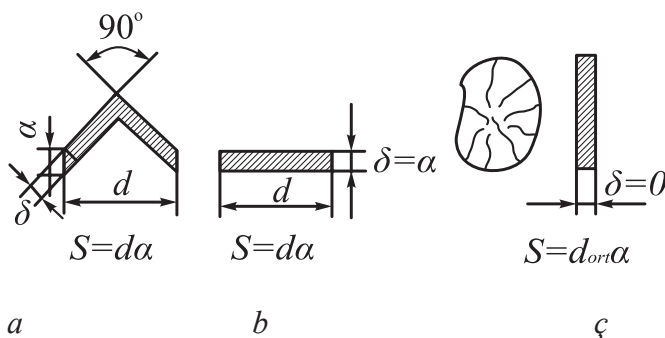
## 6.5.2. Şugundyr kesijiniň öndürililigi kesgitlemek

Şugundyr kesijiniň öndürililigi ramka ýerleşdirilen pyçaklaryň kesýän erňekleriniň umumy uzynlygyna, ortaça aýlanyp kesýän tizligine, kök miwesiniň kesilýän gatlaklarynyň (gyryndylaryň) galyňlygyna we dyklygyna, şugundyr kesijiniň konstruktiv we ulanylyş görkezijisine baglydyr.

Pyçaklaryň umumy uzynlygy bir pyçagyň kesýän erňeginiň uzynlygyny ähli ramalardaky pyçaklaryň sanyna köpeldilip kesgitlenilýär.

Disk şekilli şugundyr kesijileriň orta tizligi ramalaryň ortasyn-dan geçýän töweregiň ortaça bahasy, merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän şugundyr kesijilerde bolsa göwresiniň içki diametri boýunça hasaplanylýar.

Şugundyr gyryndylarynyň galyňlygy (gapdal tarapynyň beýikli-gi) onuň gapdaldan görnüşine, pyçagyň ädimine we ýokary göterilişine baglylykda kesgitlenilýär. Bu galyňlygy bilip, onuň pyçagynyň bir bölümüniň bölen meýdanyny ýeňil kesgitläp bolar. Eger şugundyr gyryndylarynyň dürli görnüşleriniň galyňlygyny pyçagyň ýokary galýanlygy bilen aňladylsa (6.5.2-nji surat), onda gyryndynyň kesilen ýeri ternaw görnüşli we plastinka şekilli bolanda  $S = d \cdot \alpha$ , eger gyryndylar tekiz pyçaklar bilen kesilende  $S = d_{ort} \cdot \alpha$  deňlemeler bilen kesgitlenilýär.



**6.5.2-nji surat. Pyçagyň bir bölümüniň kesen gyryndysynyň meýdanyny kesgitlemek.**

- a) ternaw görnüşli gyryndy; b) plastinka şekilli gyryndy;  
ç) gatlak görnüşli gyryndy

Şugundyr kesijileriň konstruktiv görkezijisi pyçaklaryň ulanyş derejesini nazara alýar we şugundyr kesijiniň gurluşyna bagly bolýar. Meselem, disk görnüşli şugundyr kesijiniň pyçaklary gapagyň düý-bünden geçen mahaly olar şugundyry kesmeýärler.

Merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän şugundyr kesiji-leriň pyçaklary ulitkalaryň garşylyklaýyn pyçaklary bilen ýapylsalar, pyçaklar şugundyr bilen galtaşmaýarlar we olar depregiň ýokarysyna baranlarynda şugundyry kesmeýärler.

Şugundyr kesijilerin öndürilijigi, esasan, şugundyrın pyçaklar bilen kesilen bölekleriniñ mukdaryny kesgitlemekden ybaratdyr.

Umumy görnüşde, şugundyr kesijilerin öndürilijigi  $G$  (t/sut), şeýle kesgitlenilýär:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 d \alpha m n \vartheta \rho K_g K_u}{1000}, \quad (6.5.2)$$

bu ýerde  $d$  – pyçagyň bölünmesi (6.5.2-nji surat), mm;  $\alpha$  – pyçagyň ýokary göteriliş beýikligi,  $m$ ;  $m$  – pyçagyň bölünme sany;  $n$  – şugundyr kesijidäki pyçaklaryň sany;  $\vartheta$  – şugundyrın kesiliş tizligi, m/s;  $\rho$  – şugundyrın dykzlygy, kg/m<sup>3</sup>;  $K_g$  – konstruktiv görkeziji,  $K_u$  – ulanylyş koeffisiýenti.

Ähli pyçaklaryň kesýän ernekleriniň uzynlygynyň jemini  $d m n = L$  bilen belläp, alarys:

$$G = 86,4 \alpha L \vartheta \rho K_g K_u. \quad (6.5.3)$$

Eger plastinka görnüşli gyryndylar Çižegiň pyçaklary bilen alynsa, onda şugundyr kesijilerin öndürilijigi 30% peselýär. Şonuň üçin hasaplamalara 0,7 düzediş görkezijisi girizilýär.

Pyçagyň kesiji erneginiň gerek bolan uzynlygy (6.5.3) deňlemeden tapylýar:

$$L = \frac{G}{86,4 \alpha \vartheta \rho K_g K_u}. \quad (6.5.4)$$

Deňlemelere (6.5.3) we (6.5.4) girýän  $\vartheta$ ,  $\rho$ ,  $K_g$ ,  $K_u$ , ululyklaryň bahalary 6.5.1-nji tablisada getirilendir.

6.5.1-nji tablisa

**Dürli görnüşli şugundyr kesijilerde  $\vartheta$ ,  $\rho$ ,  $K_g$ ,  $K_u$ , bahalary**

Şugundyr kesijiniň görnüşü	$\vartheta$ , m/s	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	$K_g$	$K_u$	
				ätiýaç şugundyr kesiji bar bolanda	ätiýaç şugundyr kesiji ýok bolanda
1	2	3	4	5	6
Merkezden daşlaşýan	6,7...9,65	600	0,90	0,90	0,85

(tablisanyň dowamy)

Disk görnüşli	8,0	550	0,85	0,90	0,80
Deprek görnüşli	7,4	550	0,50	0,90	0,80

### 6.5.3. Şugundyr kesijileri herekete getirijileriň kuwwatyny kesgitlemek

Şugundyr kesijileri herekete getirmek şugundyr kesijiniň gurluşyna, pyçaklaryň ramalarynyň sanyna, pyçaklaryň kesiji erňekleriniň uzynlygyna, kesýän tizligine, gyryndylaryň uzynlygyna we görnüşine hem-de şugundyryň kesijilere berlişiniň tizligine baglydyr. Şugundyr kesijilerde kuwwat şugundyr kesmäge, şugundyryň pyçaga we pyçaklaryň ramalaryna sürtülme güýjüni ýeňip geçmäge, şugundyryň badyny onuň kesme tizligine gabat getirijä we şugundyr kesijä düşýän hereketsiz we hereketli gatlaklaryň arasyndaky sürtülme güýji ýeňip geçmäge sarp edilýär. Soňky iki düzüm diňe merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän şugundyr kesijini herekete getirýän gurluşyň kuwwaty kesgitlenende hasaba alynýar.

#### 6.5.3.1. Şugundyry kesmek üçin zerur bolan kuwwaty kesgitlemek

Şugundyry kesmek üçin gerek bolan güýç  $F$  (N), şeýle hasaplanylýar:

$$F = 100 f \cdot 2Lm\eta_{otn}K_g, \quad (6.5.5)$$

bu ýerde  $f$  – kesmekligiň udel güýji, N/sm;  $L$  – pyçagyň uzynlygy, sm;  $m$  – iki pyçakly ramalaryň sany;  $\eta_{otn}$  – ölçegi bolmadyk ululyk, şugundyryň miwe kökleriniň arasyndaky boşlugy hasaba alýan ululyk;  $\eta_{otn} = \rho / \rho_1$  ( $\rho_1$  – şugundyryň ýumşak ýeriniň dykzylygy  $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho$  – şugundyr kesijiniň göwrümindäki üýşürilen şugundyryň dykzylygy,  $\text{kg/m}^3$ );  $K_g$  – şugundyr kesijiniň konstruktiv görkezijisi.

Kesijiniň udel güýji şugundyryň hiline, gyryndylaryň galyňlygyna we görnüşine, pyçaklaryň konstruksiýasyna we peýkamalarynyň kesijilik ýagdaýyna baglydyr. Şeker zawodlarynda, köplenç, sagdyn şugundyr gaýtadan işlenilýär. Ony kesmek üçin has köp güýç gerek, şonuň üçin 6.5.2-nji tablisada sagdyn şugundyry kesmek üçin pyçaklaryň uzynlygy



165 mm (5 mm bölümlü) we çäkleriniň aralygyndaky burç 90°, orta hilli ýiteldilen we ortaça kütelýän pyçaklar üçin udel güýjüniň bahalary getirilendir.

6.5.2-nji tablisa

**Ternaw we plastinka görnüşli şugundyr  
gyryndylaryny almak üçin gerek bolan udel güýç (N/sm)**

Gyryndylaryň görnüşü	Gyryndylaryň uzynlygy, m						
	7...8	9...10	11...13	14...16	17...21	22...27	28...34
Ternaw	17,7	15,7	14,2	13,3	12,3	—	—
Plastinka	—	—	—	10,8	9,82	8,82	7,84

Şugundyr kesilende öz okunuň daşynda aýlanan wagtyndaky aýlanma pursady  $M_1$  (N.m), deňleme bilen hasaplanylýar:

$$M_1 = 100 f \cdot 2Lm\eta_{\text{oth}} K_g R, \quad (6.5.6)$$

bu ýerde  $R$  – kesme radiusy, m; diskli şugundyr kesijilerde ortaça kesme radiusy alynýar.

Şugundyr kesilende sarp edilýän kuwwat  $N_1$  (kWt) şu deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$N_1 = \frac{M_1 n}{2\pi R}, \quad (6.5.7)$$

bu ýerde  $n$  – ulitkanyň ýa-da şugundyr kesijiniň diskiniň aýlanma ýygylgy,  $\text{min}^{-1}$ .

Eger aýlanma ýygylgy kesme tizlik bilen aňladylsa, onda:

$$n = \frac{60\vartheta}{2\pi R} = 9,55 \frac{\vartheta}{R}. \quad (6.5.8)$$

Deňlemä (6.5.7)  $M_1$  we  $n$  bahalaryny goýup, alarys:

$$N_1 = 1,96 f L m \eta_{\text{om}} \vartheta K_g. \quad (6.5.9)$$

### 6.5.3.2. Pyçaklaryň we olaryň ramalarynyň şugundyr bilen aralygyndaky sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin zerur bolan kuwwat

Bu kuwwat merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän-şugundyr kesijide ýerleşýän pyçaklara we pyçaklaryň ramalaryna şugundryň  $P_g(H)$  gysylyş güýjüne baglydyr. Ramalaryň beýikligini we şugundyr kesijileriň konstruktiv görkezijilerini hasaba alyp, gysylyş güýjüň deňlemesini şu görnüşde ýazýarys:

$$P_g = f_{ud} \cdot 2\pi R \cdot 2LK_g, \quad (6.5.10)$$

bu ýerde  $f_{ud}$  – şugundyr kesijiniň göwresiniň içki diwarlaryna bolan udel basyşy, Pa;

$$f_{ud} = \frac{C}{2\pi Rh} = \frac{2\pi h \rho \omega^2 R^3}{2\pi R \cdot 3h} = \frac{\rho \omega^2 R^2}{3}, \quad (6.5.11)$$

bu ýerde  $C$  – şugundyr kesijiniň göwresiniň içki diwaryna şugundyr gatlagynyň merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän güýjüniň täsiri,  $N$ ;  $R$  – şugundyr gatlagynyň daşky radiusy,  $m$ ;  $L$  – bir pyçagyň uzynlygy,  $m$ ;  $h$  – şugundyr gatlagynyň beýikligi,  $m$ ;  $\omega$  – burç tizligi,  $s^{-1}$ ;  $\rho$  – gapgarylýan şugundryň dykzlygy,  $kg/m^3$ .

Deňlemeden (6.5.11) udel basyşyň bahasyny (6.5.10) deňlemä goýup, alarys

$$P_{ud} = 0,66 \rho \omega^2 R^3 LK_g. \quad (6.5.12)$$

Şugundryň pyçaklara we pyçaklaryň ramalaryna sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin gerek bolan aýlanma pursady,  $M_2$  (N.m) şu deňlemeden tapylýar:

$$M_2 = P_{ud} \mu R, \quad (6.5.13)$$

bu ýerde  $\mu = 0,175 \dots 0,225$ . – şugundryň polada bolan sürtülme koeffisiýenti,

Burç tizligini  $\omega$ , çyzykly tizligi  $\omega = \vartheta/R$  bilen aňladyp, (6.5.12) deňlemeden  $P_{ud}$  bahasyny (6.5.13) deňlemä goýup hem-de  $\mu = 0,225$  diýip kabul edip, şu deňlemäni alarys:

$$M_2 = 0,1485 \rho \omega^2 R^4 LK_g. \quad (6.5.14)$$

Sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwat  $N_2$  (kWt)m, şeýle aňladylýar:

$$N_2 = \frac{M_2 \omega}{1000}. \quad (6.5.15)$$

Bu deňlemä  $M_2$  bahasyny (2.5.14) deňlemeden goýup, taparys:

$$N_2 = 0,1485 \rho \omega^3 R^4 L K_g. \quad (2.5.16)$$

Şugundyr bilen pyçaklaryň ramalarynyň arasyndaky sürtülme güýjüni ýeňip geçmäge sarp edilýän diskli şugundyr kesijileriň kuwwaty bunkerdäki şugundryň derejesi şugundyr kesijiniň diskinden 1,5 m ýokary we şugundryň polada sürtülme görkezijisi ortaça 0,2 deň bolan şertlerinde hasaplanylýar.

Şugundryň diske bolan sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin gerek bolan aýlanma pursady  $M_2^1$  (N.m) şu deňleme bilen hasaplanylýar:

$$M_2^1 = 2\pi R \cdot 2LH\rho g K_k \mu R, \quad (6.5.17)$$

bu ýerde  $H$  – şugundyr kesiji bunkerdäki şugundryň beýikligi, m;  $R$  – pyçagyň kesýän erňeginiň orta radiusy, m.

Şugundryň diske bolan sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwat  $N_2^1$  (kWt) , şeýle hasaplanylýar:

$$N_2^1 = 2,82 \cdot 10^{-3} \omega R^2 L H \rho g K_g. \quad (6.5.18)$$

### 6.5.3.3. Şugundryň tizligini kesijiniň tizligine ýetirmek üçin zerur bolan kuwwat

Şugundryň tizliginiň badyny artdyryp, kesijiniň tizligine ýetirmek üçin gerek bolan kuwwat  $N_3$  (kWt), şeýle aňladylýar:

$$N_3 = A/\tau. \quad (6.5.19)$$

bu ýerde  $A$  – kesijiniň göwresindäki şugundryň tizliginiň badyny kesijiniň tizligine ýetirmek üçin sarp edilýän iş, J;  $t$  – şugundyr kesijiniň bir sutkadaky işiniň dowamlylygy, s.

Şugundyry gaýtadan işleýän zawodyň öndürijiligine laýyklykda şugundyryň badyny artdyrmak üçin sarp edilýän iş,  $A$  (J) şu deňleme bilen hasaplanylýar:

$$A = \frac{G \cdot 10^3 \omega^2 R^2}{2}, \quad (6.5.20)$$

bu ýerde  $\omega$  – ulitkanyň burç tizligi,  $s^{-1}$ ;  $R$  – şugundyr kesijiniň göwresiniň içki radiusy, m.

Deňlemeden (6.5.20)  $A$  bahasyny (6.5.19) deňlemä goýup, alarys:

$$N_3 = \frac{G \cdot 10^3 \omega^2 R^2}{2 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1000} = \frac{G \omega^2 R^2}{1728 \cdot 100}. \quad (6.5.21)$$

#### **6.5.3.4. Şugundylaryň hereketli we hereketsiz gatlaklarynyň arasyndaky sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin sarp edilýän kuwwat**

Şugundyr kesijilere düşýän şugundyr ulitkanyň ýokarsynda aýlanyş hereketine getirilýär. Bu ýerde şugundyryň hereketsiz ýokarky gatlagy emele gelip aşakdaky hereketli gatlagy sürtülýär. Şugundyryň bu gatlarynyň arasyndaky sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin herekete getirijiniň kuwwatynyň belli bir bölegi sarp edilýär.

Şugundyryň gatlarynyň arasyndaky sürtülme güýji şugundyry kesijä beriji bunkeriniň kese ölçegine, onuň öndürijiligine we şugundyryň hiline baglydyr. Mysal üçin, doňan ýa-da çüýrän şugundyr gaýtadan işlenende sürtülme güýji azalýar.

Merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän, konus şekilli bunkeriniň aşakdan geçýän deşiginiň diametri 0,7...0,8 m bolan, gatlaklaryň arasyndaky sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin sarp edilýän  $N_i$  (kWt), kuwwatynyň bahalary 6.5.3-nji tablisada getirilendir.

**Sarp edilýän kuwwata baglylykda şugundyr kesijiniň öndüriligi**

<b>Şugundyr kesijiniň öndüriligi, t/sut</b>	1000 çenli	1100...2000	2100...3000	3100...4000
Kuwwaty, kWt	8	7	6	5

Şeýlelikde, herekete getirijiniň umumy kuwwaty,  $N_{m.d}$  (kWt) merkezden daşlaşýan güýçlere esaslanyp işleýän şugundyr kesijiler üçin şu görnüşde ýazylýar:

$$N_{m.d} = N_1 + N_2 + N_3 + N_r, \quad (6.5.22)$$

Diskli şugundyr kesijileriň kuwwaty şu deňleme bilen hasaplanylýar:

$$N_d = N_1 + N_2. \quad (6.5.23)$$

Şugundyr kesijiniň herekete getirijisiniň umumy kuwwatyna şugundyr kesijide we reduktorda mehaniki ýitgileri ýeňip geçmek üçin sarp edilýän ýitgileri goşmaly. Mehaniki sürtülmäni ýeňip geçmek üçin kuwwatyň artmasy umumy kuwwatyň takmynan 3%-ine deň bolýar.

**6.6. Diffuziýa enjamlary****6.6.1. Üznüksiz işleýän diffuziýa enjamlarynyň öndüriligi**

Üznüksiz işleýän diffuziýa enjamlarynyň öndüriligi şugundyr gyryndylaryny süýşürýän gurluşyň konstruksiýasyna, enjamyň peýdaly göwrümüne, göwrüm birligindäki şugundyr gyryndylarynyň mukdaryna we prosesiniň dowamlylygyna baglydyr.

Peýdaly göwrüm bu ekstragentiň guýulýan ýeri bilen enjamdan diffuziýa şiresiniň alynýan ýeriniň arasyndaky göwrüm hasaplanylýar. Öndüriligi boýunça sütünli diffuziýa enjamlary, iki şnekli ýapgyt enjamlara we rotasiýa enjamlaryna bölünýärler.



Enjamdaky massany  $h_1$  beýiklige galdyrmak üçin doly güýç  $F$  (N), şeýle hasaplanylýar:

$$F = F_1 + F_2 + F_3, \quad (6.6.2)$$

bu ýerde  $F_1 - A - A$  zolakdan ýokarda ýerleşýän şugundyr gyryndylarynyň we suwuklygyň agramy, N;  $F_2$  – tizlenme bilen hereket edýän massanyň inersiýa güýji, N;  $F_3$  enjamdaky massanyň hereketinde gidrawliki garşylygy ýeňip geçmek üçin gerek bolan güýç, N.

$$F_1 = (\rho_m g h_2 \varphi_m + \rho_s g h_2 \varphi_s) S, \quad (6.6.3)$$

bu ýerde  $\rho_m, \rho_s$  – materialyň we suwuklygyň dykzlygy,  $\text{kg/m}^3$ ; şugundyr gyryndylary üçin  $\rho_m \cdot \rho_s = 1060 \text{ kg/m}^3$ ;  $g$  – erkin gaçmanyň tizlenmesi;  $\text{m/s}^2$ ;  $h_2 - A - A$  zolakdan ýokardaky materialyň we suwuklygyň beýikligi, m;  $\varphi_m, \varphi_s$  – beýikligi  $h_2$  bolan göwrümi material we suwuklyk bilen doldyrylyş koeffisiýenti; şu konstruksiýaly enjam üçin  $\varphi_m = 0,35 - 0,40$ ;  $\varphi_s = 0,65 - 0,60$ ;  $S$  – enjamyň kese-kesiginiň meýdany,  $\text{m}^2$ .

Agramyň enjamdaky tizlenmesiniň inersiýa güýji  $F_2$  (N), Nýutonyň ikinji kanuny bilen kesgitlenilýär:

$$F_2 = Q \cdot a, \quad (6.6.4)$$

bu ýerde:  $Q$  – suwuklygyň we gaty fazalaryň agramy, kg;  $a$  – herekete getirijiler (porşenli ýa-da wakuumly) işledilende enjamdaky massanyň tizlenmesi,  $\text{m/s}^2$ .

Enjamda massa süýşürilende gidrawliki garşylygy ýeňip geçmek üçin gerek bolan güýç  $F_3$  (N), şeýle hasaplanylýar:

$$F_3 = (\Delta p_1 + \Delta p_2) S, \quad (6.6.5)$$

bu ýerde  $\Delta p_1$  – materialyň we suwuklygyň enjamyň diwarlaryna bolan sürtülmesi netijesinde basyşyň ýitgisi, Pa;  $\Delta p_2$  – materialyň enjamyň birikdiriji tirseginde emele gelýän sürtülme esasynda basyşyň ýitgisi, Pa.

Şireli gyryndylaryň goşundysynyň enjamyň diwarlaryna bolan sürtülmesi esasynda basyşyň ýitgisi  $\Delta p_1$  (Pa) Darsiniň deňlemesine esaslanyp kesgitlenilýär:

$$\Delta p_1 = \lambda \frac{L \rho v_{ort}^2}{2D}, \quad (6.6.6)$$

bu ýerde:  $\lambda$  – Darsiniň garşylyk görkezijisi;  $L$  – enjamyň uzynlygy, m;  $\rho$  – garyndynyň dykzlygy,  $\text{kg/m}^3$ ;  $v_{ort} = \square$  önümiň hereketiniň orta tizligi,  $\text{m/s}$ ;  $D$  enjamyň diametri, m.



Basyşyň birikdiriji tirsekdäki ýitgisi  $\Delta p_2$  (Pa), Weýsbahyň deňlemesi bilen kesgitlenilýär:

$$\Delta p_2 = \xi \frac{L \rho \mathcal{V}_{\text{ort}}^2}{2}, \quad (6.6.7)$$

bu ýerde:  $\xi$  – Weýsbahyň ýerli garşylyk koeffisiýenti.

Enjamyň göwrümindäki massany süýşürmek üçin onuň herekete getirijisine goýlan doly güýç porşeniň aşagyndaky basyş  $p'$  we porşeniň aşagynda süýşýän massa (onuň beýikligi  $h_2$ ) porşenli gurluş (6.6.1-nji “a” surat) ulanylanda kesgitlenilýär. Wakuum herekete getirijiler ulanylanda bolsa, absolýut basyş  $p'$  we  $h_2$  beýiklikdäki massa boýunça iki ýagdaý üçin hem birmeňzeş şertde kesgitlenilýär (6.6.1-nji “b” surat).

Barlaglaryň netijesinde porşen we wakuum görnüşli herekete getirijiler şu enjamlarda ulanylanda  $A - A$  tekizlikde absolýut basyşyň (6.6.1-nji “a” we “b” suratlar) 0,02...0,03 MPa bolýandygy anyklanyldy.

Enjamadaky massany süýşürýän güýç birinji sütündäki  $p$  we absolýut  $p'$  arasynda atmosfera basyşynyň dereje tapawudyny döretmegi, şonuň ýaly-da,  $A - A$  zolagyň ýokarsyndaky massany ýokary götermegi üpjün edýär.

Şonda hasaplama ep-esli ýeňilleşýär we enjamyň iki görnüşinde hem massany süýşürmek üçin gerek bolan güýç  $F$  (N), şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$F_1 = (\rho_m g h_2 \varphi_m + \rho_s h_2 \varphi_s) S + (p - p') S. \quad (6.6.8)$$

Wakuum – ýygnaýjy wakuumy gerek derejä ýetirmek üçin ulanylýan wakuum-nasosyň öndürijiligi enjamyň howa kamerasyňyň göwrüminiň esasynda kesgitlenilýär.

Diffuziýa enjamynyň howa kamerasyndan alynýan howanyň göwrümi  $V$  (m<sup>3</sup>), şeýle kesgitlenilýär:

$$V = V_a \ln \frac{p_1}{p_2}, \quad (6.6.9)$$

bu ýerde  $V_a$  – enjamyň howa kamerasyňyň göwrümi,  $m^3$ ;  $p_1$  enjamyň howa kamera-syndaky başlangyç basyş, MPa; (adaty atmosfera basyşyna deň);  $p_2$  – enjamyň howa kamerasyndaky ahyrky basyş, MPa ( $p_2 = 0,02...0,03$  MPa diýlip kabul edilýär).

Sorulyp alnan howanyň göwrümini bilip  $V_n$  ( $m^3/min$ ), wakuum-nasosyň öndürilijiligi kesgitleýäris:

$$V_n = \frac{V}{\tau} = \frac{V_a}{\tau} \left( 2,31g \frac{p_1}{p_2} \right), \quad (6.6.10)$$

bu ýerde  $\tau$  – ýygnaýjyda talap edilýän wakuumy döretmek üçin gerek bolan wagt, min.

Wagt ( $\tau$ ) wakuum – ýygnaýjy enjamyň bir sagadyň dowamynda howa kamerasyňa birikme sanyna we bir sapar birigende enjamdaky massanyň süýşýän aralygyna deňdir. Başgaça aýdylanda, enjamyň öndürilijiligine baglydyr.

Enjamyň howa kamerasyndaky ahyrky basyş  $0,02...0,03$  MPa ýokary bolmaly däl. Şonda enjamdaky şireli gyryndylaryň garyndysynyň deňölçepli süýşmesi amala aşyrylýar. Süýşmäniň tizligi bolsa  $0,3...0,4$  m/s deň bolýar.

### 6.6.1.2. Ýapgyt şnekli diffuziýa enjamlarynyň öndürilijiligi

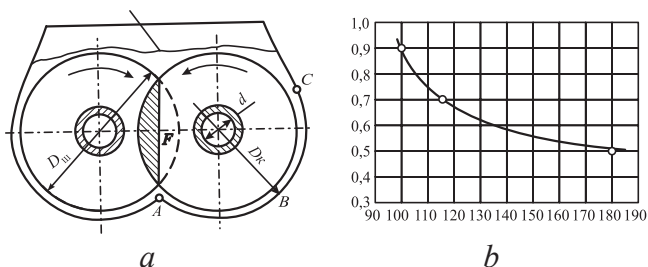
Bu enjamlarda şugundyr gyryndylary şnek burumlarynyň dürli konstruksiýalary bilen süýşürilýär, şonuň üçin şugundyr süýşürilende olaryň öndürilijiligi  $G$  (t/sut), şu deňleme bilen hasaplanylýar:

$$G = 1,13 (D_s^2 - d^2) \psi \eta s q \varphi n m \varepsilon k_b, \quad (6.6.11)$$

bu ýerde  $D_s^2$  – şnegiň daşky diametri, m;  $d$  okuň (walyň) diametri, m;  $\psi$  – şnegiň burum gaýtadan ýapma koeffisiýenti;  $\eta$  – enjamdaky gyryndylaryň kesimleriniň galňamagyny hasaba alyş koeffisiýenti;  $s$  – □ şnegiň burumlarynyň ädimi, m;  $q$  – enjamyň peýdaly göwrüm birligindäki gyryndylaryň massasy,  $kg/m^3$ ;  $\varphi$  – enjamyň gyryndylar bilen doldurylyş koeffisiýenti;  $n$  – şnegiň aýlaw ýygylgy,  $min^{-1}$ ;  $m$  – bir wagtda işleýän şnekleriň sany;  $\varepsilon$  – ekspluataşon koeffisiýenti;  $k_b$  – şugundyr gyryndylarynyň beriliş koeffisiýenti.

Enjamyň öndürilijiligi kesgitlemek üçin 6.6.11 deňlemä girýän  $\psi$ ,  $\eta$ ,  $\varphi$ ,  $q$ ,  $k_b$  ululyklaryň bahalaryny anyklamak zerurdyr.

C-17 enjamyň kese-kesiginiň meýdanynda şnegiň burumlary biri-birini ýapýarlar, diýmek, öndürjiligi kesgitlemek üçin burumlaryň özara ýapma koeffisiýenti  $\psi$ , deňlemä girizilýär (6.6.2-nji “a” surat).



**6.6.2-nji surat. C-17 enjamyň öndürjiligi kesgitlemek.**

$a$  – enjamyň kese kesigi;  $b$  – şugundyr gyryndylarynyň enjamdaky wagtyň şnekleriň aýlaw ýygylgyna baglylyk grafigi.

Bir girişli şnek üçin koeffisiýent  $\psi$ , şeýle hasaplanylýar:

$$\psi = 1 - \frac{F}{0,785(D_s^2 - d^2)}, \quad (6.6.12)$$

bu ýerde:  $F$  – segmentiň meýdany  $m^2$ .

Şnekler bilen şugundyr gyryndylary enjamda ABC dugany doldurýar. Bu hadysany hasaba almak üçin  $\eta$  koeffisiýent girizilýär:

$$\eta = 0,5 \left( 1 - \frac{D_g^2}{D_s^2} \right), \quad (6.6.13)$$

bu ýerde  $D_g$  – enjamyň göwrüminiň diametri, m;  $D_s$  – şnegiň diametri, m.

Enjam durnukly işlän mahaly ondaky gyryndylar uzynlygy we ini boýunça deň ýaýraýar. Enjamyň oňat işlemegi üçin gyryndylar şnegiň burumynyň ýokarsyny ýapmalydyr. Şu şertlerde enjamyň ýokary öndürjiligi we tehnologik görkezijileri gazanylýar. Kabul edilen şertlerde enjamyň gyryndylar bilen doldurylyş koeffisiýenti bilen dooldurylyş görkezijileri 1 deň diýlip alynýar.

Gyryndylaryň berliş koeffisiýenti  $K_b$ , şeýle hasaplanylýar:

$$K_b = \frac{60L}{Sn\tau}, \quad (6.6.14)$$

bu ýerde  $L$  – enjamdaky gyryndylar aktiw diffundirlenende geçen ýoly, m;  $S$  burumyň ädimi, m;  $n$  – şnegiň aýlaw ýygylgy,  $\text{min}^{-1}$ ; –  $\square$  diffundirlemegiň dowamlylygy, s.

Şugundyryň oňat hilindäki 100 g gyryndylaryň uzynlygy 10..12 m bolanda, şu görnüşli enjam üçin diffundirlemegiň dowamlylygy 6000 s diýlip alynýar. Eger şugundyryň hili we gyryndylaryň uzynlygy üýtgeşe, onda diffundirleme wagtyny zawodyň laborotoriýasy kesgitleýär. Soňra (6.6.2-nji “b” surat) grafik boýunça şnegiň aýlaw ýygylgy tapylýar. Deňlemä (6.6.14)  $\tau$  we  $n$  bahalaryny goýup,  $K_b$  koeffisiýent anyklanylýar.

Şugundyryň hiline we şugundyr gyryndylarynyň göwrüm birligindäki massasyna baglylykda enjamyň peýdaly göwrümi 580-den 600  $\text{kg/m}^3$  çenli üýtgäp biler.

### 6.6.1.3. Rotasiýa diffuziýa enjamlarynyň öndürijiligi

Bir akymly we iki akymly diffuziýa enjamlaryň öndürijilikleri tapawutlandyrylýar. Şugundyr enjamlarynyň öndürijiligi  $G$  (t/sut), şu umumy deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \pi D^2 L \varphi q}{4 \cdot 1000 \tau}, \quad (6.6.15)$$

bu ýerde  $D$  – göwräniň içki diametri m;  $L$  – göwräniň uzynlygy, m;  $\varphi$  – enjamyň gyryndylar bilen doldurylyş koeffisiýenti;  $q$  – peýdaly göwrüm birligindäki gyryndylaryň massasy,  $\text{kg/m}^3$ ; rotasiýa enjamlar üçin  $q = 400 \text{ kg/m}^3$ ;  $\tau$  – diffundirlemegiň dowamlylygy, s; rotasiýa enjamlary üçin  $\tau = 4000..4200$  s diýlip kabul edilýär.

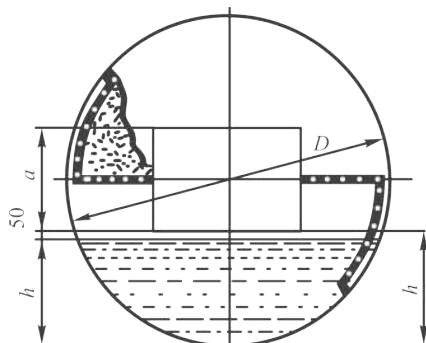
Enjamyň doldurylyş koeffisiýenti  $\varphi$ , şeýle hasaplanylýar:

$$\varphi = \frac{F_g}{F}, \quad (6.6.16)$$

bu ýerde  $F_g$  – enjamyň şugundyr gyryndylary bilen doldurylýan meýdany,  $\text{m}^2$ ;  $F$  – enjamyň göwre kesiginiň meýdany,  $\text{m}^2$ .

Segmentiň meýdany kesgitlenende  $h'$  beýikligi  $h$  beýiklikden 50 mm kiçi almaly,  $h$  – enjamyň göwresiniň içki tekizliginden ýapgyjyň kesilip alnan gyrasyna çenli bolan aralyk (6.6.3-nji surat). Bu peselt-

meklik aýratyn kameralaryň ýapgyçlarynyň gýralarynda şire dökülmezligi üçin zerurdyr.



**6.6.3-nji surat. Rotasiýa diffuziýa enjamyňyň kese-kesigi**

Enjamyň göwrüm birliginde bolan şugundyr gyryndylarynyň massasy şeýle tapylýar. Enjamyň  $1\text{m}^2$  göwrümünde bolan gyryndylar we şire goşundysynyň komponenti şeýle belenenilse:  $0,5q_1$  – gyryndylaryň massasy,  $\alpha q$  – enjamdan alynýan şiräniň massasy we  $g \cdot 0,5q$  – şugundyr gyryndylarynyň üstüni ölleýän, şire kamerasyna gaýdyp gelýän birakymly enjamlar üçin:

$$\frac{0,5q_1 + \alpha q_1 + 0,5gq_1}{\rho_{\text{dş}}} = 1,0\text{m}^3, \quad (6.6.17)$$

bu ýerde  $q_1$  –  $1\text{m}^3$  peýdaly göwrümdäki gyryndylaryň massasy, kg;  $\alpha$  – enjamdan alnan şiräniň mukdarynyň şugundyr gyryndylarynyň mukdaryna bolan gatnaşygy;  $g$  – şugundyr gyryndylarynyň üstünde galan şiräniň mukdarynyň şugundyr gyryndylarynyň mukdaryna bolan gatnaşygy;  $g = 0,25\%$ ;  $\rho_{\text{dş}}$  – şugundyr gyryndylarynyň we diffuziýa şiresiniň dykzlygy,  $\rho_{\text{dş}} = 1070 \text{ kg/m}^3$ .

Bu ýerden

$$q_1 = \frac{2\rho_{\text{dş}}}{2\alpha + 1,0 + g}. \quad (6.6.18)$$

Iki akymly enjam üçin

$$\frac{0,5q_2 + 0,5\alpha q_2 + 0,5gq_2}{\rho_{\text{dş}}} = 1,0\text{m}^3, \quad (6.6.19)$$

$$q_2 = \frac{2\rho_{d\dot{s}}}{\alpha + 1,0 + g}. \quad (6.6.20)$$

Deňlemä (6.6.15)  $q_1$  we  $q_2$  bahalaryny goýup, bir akymly we iki akymly rotasiýa enjamlaryň öndürijiligini kesgitleýäris.

Şugundyr üçin bir akymly enjamyň öndürijiligi  $G_1$  (t/sut), şeýle hasaplanylýar:

$$G_1 = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \pi D^2 L \varphi \rho_{d\dot{s}}}{1000 \cdot 2(\alpha + 1,0 + g)}. \quad (6.6.21)$$

Şugundyr üçin iki akymly enjamyň öndürijiligi  $G_2$  (t/sut), bolsa şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$G_2 = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \pi D^2 L \varphi \rho_{d\dot{s}}}{1000 \cdot 2(\alpha + 1,0 + g)}. \quad (6.6.22)$$

## 6.7. Diffuziýa şiresini we şerbedi fiziki-himiki usul bilen arassalaýjy enjamlar

### 6.7.1. Defekatorlary, saturatorlary we sulfikatorlary hasaplamak

Defekatorlary, saturatorlary we sulfikatorlary hasaplamak olaryň gerek bolan peýdaly göwrümini we paýlaýjy gurlyşlaryň goýlan enjamlarynyň herekete getirijileriniň kuwwatyny kesgitlemekden ybaratdyr.

#### 6.7.1.1. Enjamyň peýdaly göwrümini we öndürijiligini kesgitlemek

Öndürijiligi we enjamyň peýdaly göwrümini kesgitlemek şerbet arrasalaýan üznüksiz şugundyry gaýtadan işleýän enjamyň öndürijiligi gije-gündizde şugundyryň gaýtadan işlenilen mukdary bilen hasaplanylýar. Başgaça aýdylanda, ol şu enjam bilen işlenilip alnan şiräniň ýa-da şerbediň mukdary  $G$  (t/sut), bilen gabat gelýär:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 V \varphi \rho}{10 P \tau}, \quad (6.7.1)$$

bu ýerde  $V$  – enjamyň peýdaly göwrümi,  $m^3$ ;  $\varphi$  – enjamyň önüm bilen doldurylyş görkezijisi;  $\rho$  – önümiň dykzlygy,  $kg/m^3$  (şugundyrdä şekeriniň ortaça mukdary bar diýlip hasaplanylanda 8,0...17,5%)  $P$  – gaýtadan işlenilýän önümiň mukdary, şugundyryň massasy, %;  $\tau$  – önümiň işlenişiniň dowamlylygy, s.

Şeýlelikde enjamyň peýdaly göwrümi  $V$  ( $m^3$ ), şu aşakdaky deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$V = \frac{10GP\tau}{24 \cdot 60 \cdot 60\varphi\rho}. \quad (6.7.2)$$

Enjamda gaýtadan işlenilýän önümiň mukdary bu prosesiniň mas-sasynyň balansy bilen kesgitlenilýär. Onuň bahalary 6.7.1-nji tabli-sada getirilýär.

*6.7.1-nji tablisa*

**Önümi dykzlandyrmagyň we enjamy  
doldurmaklygyň dowamlylygy**

Enjamlar	$\tau, s$	$\rho, kg/m^3$	$\varphi$
Preddefektorlar	240	1070	0,8
Defektorlar	600	1080	0,7
I saturasiýanyň enjamlary	600	1090	0,3
II saturasiýanyň enjamlary	300	1060	0,4
Barboter görnüşli şire üçin sulfitorlar	300	1060	0,4
Barboter görnüşli şerbet üçin sulfitorlar	300	1320	0,75

Häzirki döwürde nusga hasap edilýän, çyglandyryjy görnüşli sulfitorlaryň hasaplamalary bir gije-gündizde 100  $t$  şugundyry gaýtadan işleýän sulfitoryň doly göwrümi hasaba alynýar. Bir gije-gündizde 100  $t$  şugundyr işlenende şire sulfitalary üçin bu möçber takmynan 1  $m^3$ , şerbet sulfitalary üçin bolsa – gije-gündizde 100  $t$  şugundyra 0,4  $m^3$  düşýär.

Preddefekasiýa gaýtarylyp getirilen şiräniň gaýtadan işlenen wagtyny hasaba almazdan, suwuklygyň gaýtadan işlenýän dowam-



lylygy 6.7.1-nji tablisada getirilendir. Şire gaýtarylanda wagt gysgalýar, preddefekasiýa üçin – 120 s, esasy defekasiýa üçin -300 s we I saturasiýa üçin – 300 s bolýar. Enjamlaryň göwrümi kesgitlenende  $P$  önümiň çykymyny gaýtarylýan şiräniň mukdaryny hasaba almak bilen tapmaly.

### 6.7.1.2. Enjamyň garyjy gurluşynyň herekete getirijisiniň kuwwatyny kesgitlemek

Şiräni we şerbedi arassalamak üçin enjamlarda goýulýan garyjylar himiki reaksiýalary çaltlandyrmak we göwrümiň içki üstündäki hem-de düýbündäki çökündileri aýyrmak üçin niýetlenendir. Munuň üçin köp ýagdaýlarda ýönekeý ganatly garyjynyň göni ganatlysy ýada ýokary netijeli garyjylar ulanylýar. Ganatly garyjylar has giňden ulanylýar.

Olaryň herekete getirijileriniň işçi kuwwaty  $N_{hg}$  (kWt), şu deňleme boýunça hasaplanýlar:

$$N_{hg} = \varphi R^4 n^3 h z \rho, \quad (6.7.3)$$

bu ýerde  $\varphi$  – garşylyk görkezijiligi; kontrganatly garyjylar üçin  $\varphi = 44 \cdot 10^{25}$ , kontrganatsyz garyjylar üçin  $\varphi = 30 \cdot 10^{-5}$ ;  $R$  – ganatlaryň gyra çetiniň çyzýan töweregininiň radiusy, m;  $n$  – ganatlaryň aýlaw ýygylgy,  $\text{min}^{-1}$ ;  $h$  – ganatlaryň beýikligi ýada onuň dikligine düşýän proyeksiýasy, m;  $z$  – ganatlaryň radial (radius boýunça gönükdirilen) ýerleşen sany;  $\rho$  – önümiň dykyzlygy,  $\text{kg/m}^3$ .

## 6.8. Hek süýdüni we saturasiýa gazyny almak

### 6.8.1. Hek daşlaryny ýakmak üçin pejiň hasaby

Hek daşy ýakylýan pejiň öndürjiligi  $G$  (t/sut), onuň göwrümine we onda hek daşynyň saklanýan wagtyna baglylykda kesgitlenilýär:

$$G = \frac{24V\rho g}{1000 \cdot 0,9 \cdot 100\tau}, \quad (6.8.1)$$

bu ýerde  $V$  – pejiň peýdaly göwrümi,  $\text{m}^3$ ;  $\rho$  – hek daşynyň gapgarylan dykyzlygy; ( $\rho = 1250 \text{ kg/m}^3$ );  $g$  – arassa hekiň çykymy, % (hek daşynyň düzümi boýunça

kesgitlenilýär); 0,9 – hek daşynyň peçdäki kiçelmesini hasaba alýan görkeziji;  $\tau$  – ýakmagyň dowamlylygy, sag.

Hekiň arassa çykymy,  $q$  (%) hek daşynyň düzümine bagly bolýar:

$$q = 100 - \left( \omega + \frac{G_{CaCO_3} \cdot 44}{100} + \frac{G_{MgCO_3} \cdot 44}{84} + \alpha \right), \quad (6.8.2)$$

bu ýerde  $\omega$  – hek daşynyň çyglylygy, %;  $G_{CaCO_3}$  hek daşynyň düzümindäki kalsiý karbonatynyň mukdary, %;  $\alpha$  – hek daşynyň düzümindäki beýleki goşundylar, %.

Pejiň peýdaly göwrüminiň her bir  $m^3$  sutkadaky öndürilijiligi hekiň udel alnyşy diýilýär we  $kg/m^3$  aňladylýar.

Deňlemä (6.8.1)  $V = 1 m^3$  bahany goýup, hekiň bir sutkadaky udel çykyşyny,  $G [t/(m^3 \cdot sut)]$  kesgitleýän şu deňlemäni alarys:

$$G = \frac{24\rho q}{0,9\tau \cdot 10^5}. \quad (6.8.3)$$

Şiräni arassalamk üçin sarp edilýän heki  $X$  (%) şugundyryň ähli sarp edilişine görä) belläp, ulanylýan hekiň mukdaryny  $G_m$  (kg/sut) kesgitleýän şu deňlemäni alarys:

$$G_m = \frac{GX}{100}. \quad (6.8.4)$$

Hekiň bir gije-gündizde udel alnyşy  $C(t/m^3)$  we pejiň peýdaly göwrümi  $V(m^3)$  deň bolanda pejiň öndürilijiligi şu deňlemä görä kesgitlenilýär:

$$G_m = VC. \quad (6.8.5)$$

Deňlemeleri (6.8.4) we (6.8.5) deňeşdirip alarys:

$$\frac{GX}{100} = VC. \quad (6.8.6)$$

Deňlemeden (6.8.6) hek daşyny ýakýan pejiň öndürilijiligi  $G$  (t/sut), kesgitleýäris:

$$G = \frac{100VC}{X}. \quad (6.8.7)$$

Şire arassalamak üçin hekiň sarp edilişi ortaça 3,3 %. Russiýanyň “Trubostroy” kysymly peçlerinde bir gije gündizde hekiň udel alnyşy 800 kg/m<sup>3</sup> diýlip kabul edilen.

Pejiň işiniň ýokary görkezijiligi köplenç onuň çig malynyň we ýangyjynyň taýýarlanyşyna bagly bolýar.

Köplenç pejiň beýikliginiň ýeterlik bolmanlygy ýa-da onuň hek daşy bilen dolgurylmanlygy, hek daşlarynyň tokgalarynyň ölçegleriniň bolmaly ulylygyndan ýokarylygy üçin temperaturany 1200...1300 °C-a çenli ýokarlandyrýarlar. Bu bolsa hekiň hiliniň ýaramaz bolmagyna, ýangyjyň köp ulanylmagyna, peçdäki CO<sub>2</sub> konsentrasiýanyň peselmegine we wagtyň köp sarp edilmegine getirýär.

## **6.9. Saturasiýa şirelerini, şerbetlerini süzmek we durlamak üçin enjamlar**

### **6.9.1. Süzmekligiň nazaryýet esaslary**

Süzmeklik diýlip, çökündileri suwuklykdan aýyrmak prosesine aýdylýar. Bu çökündileri saklaýan we suwuklygy geçirýän öýjükli germew arkaly amala aşyrylýar. Germew deregine nah mata ýa-da kapron we neýlon materiallar ulanylýar. Emme, germew doly süzmeği üpjün edip bilmeýär. Matanyň öýjügi çökündiniň kiçijik böleklerinden uly bolany üçin süzmekligiň başynda suwuklyk bulanyk bolýar. Haçanda germewde çökündiniň belli bir gatlagy emele gelende, suwuklyk durlanýar. Soňra suwuklyk çökündiniň egrem-bugram ýollardan durýan öýjüklerinden süzülip geçýär. Olaryň öýjükleri çökündilerdäki gaty bölejiklerinde has kiçi bolýar.

Süzmekligiň hereketlendiriji güýji hökmünde çökündi gatlagyndadan we germewden durýan süzüjiniň öýjüklerine girýän we ondan çykýan suwuklygyň basyşynyň tapawudy gulluk edýär. Basyşyň tapawudyny emele getirmek üçin süzüji gatlagyň bir tarapynda artykmaç basyş ýa-da wakuum bolmaly. Iki ýagdaýda hem suwuklyk basyşyň pes tarapyna akýar.

Süzmekligiň tizligi çökündiniň düzümine, basyşyň üýtgäp durmak derejesine, çökündi gatlagynyň galyňlygyna we süzgüjiň şep-

beşikligine baglydyr. Çökündiniň dykyzlanmak ukyby ýok bolsa, onda süzmekligiň tizligi basyşyň tapawudyna göni proporsionaldyr. Eger çökündi dykyzlanýan bolsa, onda basyşyň ýokarlanmagy bilen onuň öýjükleriniň ölçegi kiçelýär we süzmekligiň tizligi peselýär. Diýmek, dykyzlanmaýan çökündi bolsa, süzmegiň tizligi basyşyň tapawudyna proporsional artmaýar, onuň uýtgemegi 1-den pes derejede bolýar. Basyşyň tapawudynyň käbir bahalarynda onuň ýokarlanmagy bilen süzmegiň tizligi ýokarlanmaýar, tersine çökündileriň dykyzlanmagy bilen peselýär. Çökmekligiň belli bir maksimal tizligini upjün edýän basyşa kritiki basyş diýilýär.

Süzmekligiň öndürilijiligi onuň tizligine baglydyr. Bu süzmekligiň kadasy, süzýän germewiň parametrleri we süzülýän erginiň fiziki-himiki häsiýeti bilen kesgitlenilýär.

Öýjükleriň ölçegleriniň kiçiligi we çökündiniň öýjüklerinde suwuklygyň uly bolmadyk tizligi Reýnoldsyň sanynyň örän kiçi bahasy häsiýetlendirilýär. Bu suwuklygyň laminar akymyna dogry gelýär. Şunuň esasynda süzmekligiň deňlemesi laminar akymyň (Puazeýliň deňlemesi) belli kanunyna esaslanýar.

$$\Delta \bar{p} = \frac{32\mu L \vartheta}{d^2}, \quad (6.9.1)$$

bu ýerde  $\Delta \bar{p}$  – süzgüçdäki basyşyň tapawudy, Pa;  $\mu$  – suwuklygyň şepbeşikligi,  $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ;  $L$  – öýjükleriň uzynlygy, m;  $\vartheta$  – çökündiniň öýjüklerinden geçýän suwuklygyň tizligi, m/s;  $d$  – öýjükleriň diametri, m.

Çökündileriň öýjüklerinde suwuklygyň hereket tizligini ( $m/s$ ), (6.9.1) deňlemeden taparys:

$$\vartheta = \frac{\Delta \bar{p} \cdot d^2}{32\mu L}, \quad (6.9.2)$$

bu ýerde  $\frac{32\mu L}{d^2}$  gatnaşyk süzmekligiň garşylygyny  $R_s$  ( $N \cdot s/m^3$ ) häsiýetlendirýän ululykdyr.

Onuň bahasyny (6.9.2) deňlemä goýup, alýarys:

$$\vartheta = \frac{\Delta \bar{p}}{R_s}, \quad (6.9.3)$$

Süzmecligiň garşylygyny bilip,  $\tau$  wagtda süzüjidäki çökündiniň göwrümini  $V$  ( $m^3$ ), kesgitläp bolar:

$$V = \frac{\Delta \bar{p}}{R_s} F \tau, \quad (6.9.4)$$

bu ýerde  $F$  – çökündiniň öýjükleriniň kese-kesiginiň meýdany,  $m^2$ ;  $\tau$  – wagt, s.

Süzmecligiň deňlemesi adaty süzüjiniň  $1m^2$  meýdanyny ( $F = 1m^2$ ) üçin tapylýar:

$$\frac{V}{\tau} = \frac{\Delta \bar{p}}{R_{ort}}. \quad (6.9.5)$$

Süzmeclik wagtynda süzüjidäki çökündiniň galyňlygy gitdigiçe galňayar. Hemişelik basyşda suwuklygyň tizligi üznüksiz peselýär. Şonuň üçin (6.9.5) deňleme differensial görnüşde ýazylýar we  $\Delta \bar{p}$  häsiýetiniň üýtgeýşine baglylykda iki ýagdaý üçin çözülýär.

Haçanda  $\Delta \bar{p} = const$  bolanda çökündiniň galyňlygy ulaldygyça süzüjiligiň tizligi peselýär.  $\tau$  wagtda süzüjiniň meýdan birliginden süzülen suwuklygyň göwrümi  $V(m^3 / m^2 \cdot s)$ , şu aşakdaky deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$V = -\frac{R_m}{\epsilon r_m \mu G_s} + \left( \frac{R_m}{\epsilon r_m \mu G_s} \right) 2 + \sqrt{\frac{2\tau \Delta \bar{p}}{r_m \mu G_s}}. \quad (6.9.6)$$

Süzmecligiň dowamlylygy,  $\tau$  (s) şu deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$\tau = bV^2 + \frac{R_m}{\Delta \bar{p}} V. \quad (6.9.7)$$

Üýtgäp durýan basyşda we süzmekligiň hemişelik tizliginde:

$$\tau = \frac{r_{u,m} \mu G_{g,\zeta}}{\Delta \bar{p}} V^2 + \frac{R_m}{\Delta \bar{P}_i} V, \quad (6.9.8)$$

$$V = \frac{R_m}{2r_{u,m} \mu G_s} + \sqrt{\left( \frac{R_m}{2r_{u,m} \mu G_s} \right)^2 + \frac{\tau \cdot \Delta \bar{p}_i}{2r_{u,m} \mu G_{g,\zeta}}}, \quad (6.9.9)$$

bu ýerde  $r_m, r_{u,m}$  – hemişelik basyşda we süzmekligiň hemişelik tizliginde çökündi gatlagynyň köpçülikleýin udel massasynyň garşylygy,  $m/N$ ;  $R_m$  – süzüji germewiň garşylygy,  $N \cdot s/m^3$ ;  $\mu$  – dinamiki şepbeşiklik,  $Pa \cdot s$ ;  $G_{g,\zeta}$  – süzülen suwuklygyň göwrüm birliginiň süzüji germewden geçende emele gelen gury çökündiniň agramy,

$N/m^3$ ;  $\Delta\bar{p}$ ,  $\Delta\bar{p}_i$ , – süzülen suwuklygyň belli bir mukdaryny almak üçin süzmekligiň basyşy, Pa;  $b$  – koeffisiýent,  $b = \frac{r_m \mu \cdot G_{g,\zeta}}{2\Delta\bar{p}}$ .

Deňlemeleri (6.9.6), (6.9.7), (6.9.8) we (6.9.9) ulanmak üçin çökündiniň süzüjilik udel garşylygyny  $r_k$  we süzüýän germewiň udel garşylygyny kesgitlemeli ýa-da olaryň bahalaryny degişli edebiýatlardan alyp ulanmaly.

Çökündini ýuwup arassalamagyň dowamlylygy we ýuwujy suwuklygyň mukdary, ýuwlanda germewdäky çökündiniň hemişelik galyňlygynda we ýuwujynyň hemişelik galyňlygynda hem-de ýuwujynyň hemişelik basyşynda amala aşyrylýar. Başgaça aýdanymyzda, süzmekligiň tizligi hemişelik bolmalydyr.

Tejribe arkaly alnan maglumatlara esaslanyp, çygly çökündiniň massa birligine ýuwujy suwuklygyň udel sarp edilişi  $X_\zeta$ , süzüji germewiň meýdany  $1 \text{ m}^3$  bolanda ýuwujy suwuklygyň mukdary  $V_{y.s.} [m^3(m^2 \cdot s)]$ , deň diýip kesgitlenilýär:

$$V_{y.s.} = X_\zeta h \rho_\zeta, \quad (6.9.10)$$

bu ýerde:  $\rho_\zeta$  – çygly çökündiniň dykzlygy,  $(\text{kg}/\text{m}^3)$ .

Ol şeýle kesgitlenilýär:

$$\rho_\zeta = \frac{1}{\frac{C_2}{\rho_{g,\zeta}} - \frac{1 - C_2}{\rho_s}}, \quad (6.9.11)$$

bu ýerde  $\rho_{g,\zeta}$  – absolyt gury çökündiniň dykzlygy,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $C_2$  – çökündilerdäki gury maddalaryň konsentrasiýasy,  $\text{kg}/\text{kg}$ ;  $\rho_s$  – süzülýän suwuklygyň dykzlygy,  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

Deňlemäniň (6.9.8) esasynda ýuwmaklygyň dowamlylygy  $\tau$  (s), şeýle hasaplanylýar:

$$\tau_{y.s.} = \frac{V_{y.s.}}{V_{y.s.}/\tau_{y.s.}} = \frac{X_\zeta h \rho_\zeta}{\Delta\bar{p}_{y.s.}} (r_{u.m} \mu_{y.s} G_{g,\zeta} V + R_m), \quad (6.9.12)$$

bu ýerde  $\Delta\bar{p}_{y.s.}$  – ýuwlандaky basyş, Pa;  $r_{u.m}$  – süzmekligiň ahyryndaky çökündileriň udel garşylygy,  $\text{m}/\text{N}$ ;  $\mu_{y.s.}$  – ýuwujy suwuklygyň şepbeşikligi,  $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ;  $\frac{V_{y.s.}}{\tau_{y.s.}}$  – ýuwulyş tizligi,  $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ .

### 6.9.2. Süzgüçleriň hasaby

Döwürleýin hereket edýän süzgüçler hasaplanylanda süzmekligiň wagty, ýagny, onuň doly döwürleýin dowamlylygy, süzgüçleriň umumy meýdany we belli bir zawodyň öndürilgi üçin süzgüçleriň sany kesgitlenýär.

Süzmekligiň iş wagty süzülýän suspenziýadaky çökündiniň düzümine, süzgüçden geçen şiräniň mukdaryna we süzgüjiň üstündäki çökündiniň galyňlygyna baglydyr.

Çygly çökündiniň mukdary,  $G_{\text{çyg}}$  (%) şu deňleme bilen hasaplanylýar:

$$G_{\text{çyg}} = 4 \cdot (C_0 + C_1), \quad (6.9.13)$$

bu ýerde  $C_0$  we  $C_1$  – şugundyryň massasyna görä önürti defekasiýa we esasy defekasiýa üçin hekiň mukdary, %.

Arassa süzgüjiň çykymynyň prosesiniň ahyryndaky süzgüjiň işine bolan gatnaşygy,  $G_s$  (%) şeýle kesgitlenilýär:

$$G_s = P - 4(C_0 + C_1) \quad (6.9.14)$$

bu ýerde  $P$  – şugundyryň massasyna görä I saturasiýadaky süzülmedik şiräniň mukdary, %.

Arassa 1 kg şirä düşýän çökündiniň mukdary  $\frac{G_{\text{çyg}}}{G_s}$  (%), şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$\frac{G_{\text{yg}}}{G_s} = \frac{4(C_0 - C_1)}{P - 4(C_0 - C_1)}. \quad (6.9.15)$$

Süzgüçde çökündileriň emele gelen mahaly arassa şiräniň alnan mukdary  $G_s$  (kg/m<sup>2</sup>), şeýle hasaplanylýar:

$$G_s = \bar{c}_1 \tau_1 \rho, \quad (6.9.16)$$

bu ýerde  $\bar{c}_1$  – şiräni süzmekligiň I saturasiýadaky göwrüm tizligi,  $\bar{c}_1 = 7 \cdot 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> · s);  $\tau_1$  – süzmekligiň aktiw wagty, s.  $\rho$  – şiräniň dykzlygy, 1060 kg/m<sup>3</sup>.

Deňlemelerden (6.9.15) we (6.9.16)  $\tau$  wagtda çökündiniň ýyg-nanan mukdary  $G_{\text{çyg}}$  (kg/m<sup>2</sup>), şeýle kesgitlenilýär:

$$G_{\text{çyg}} = \frac{\bar{c}_1 \tau_1 \rho \cdot 4(\bar{c}_0 + \bar{c}_1)}{P - 4(\bar{c}_0 + \bar{c}_1)}. \quad (6.9.17)$$



Süzgüjiň 1 m<sup>2</sup> üstündäki çökündiniň galyňlygy  $b$  (m) bolanda ýyganan çökündiniň mukdary  $G_{\text{çyg}}$  (kg/m<sup>2</sup>), aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$G_{\text{çyg}} = 1b\rho_{\text{çyg}}, \quad (6.9.18)$$

bu ýerde  $\rho_{\text{çyg}}$  – çygly çökündiniň dykzlygy,  $\rho_{\text{çyg}} = 1250 \text{ kg/m}^3$ .

Deňlemelerden (6.9.17) we (6.9.18) aktiw süzmekligiň wagty  $\tau_1(s)$ , aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$\tau_1 = \frac{[P - 4(C_0 + C_1)] \cdot b\rho_{\text{çyg}}}{4(C_0 + C_1) \cdot \bar{c}_1\rho}. \quad (6.9.19)$$

Süzmekligiň doly döwri patron süzgüçleriň goşmaça iş wagtlaryny 2100 s hem öz içine alýar.

Süzgüjiň ulanylyş koeffisiýenti,  $\varepsilon$  şeýle hasaplanylýar:

$$\varepsilon = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2}. \quad (6.9.20)$$

Zawodyň öndürjiligi  $G$  (kg/s), üçin süzüjiniň umumy meýdany şu deňleme bilen kesgitlenýär:

$$G = \frac{100F_1\bar{c}_1\rho\varepsilon}{[P - (C_0 + C_1)]}. \quad (6.9.21)$$

Süzüji süzgüçleriň I saturasiýasynyň meýdany  $F_1$  (m<sup>2</sup>), şeýle aňladylyr:

$$F_1 = \frac{G[P - (C_0 + C_1)]}{100\bar{c}_1\rho\varepsilon}. \quad (6.9.22)$$

Süzmeklikde bir süzgüjiň meýdany  $F$  (m<sup>2</sup>) bolanda, süzgüçleriň sany  $n$  şeýle aňladylyr:

$$n = \frac{F_1}{F}. \quad (6.9.23)$$

Şire süzmekligiň II saturasiýasy üçin aktiw süzüjileriň wagty,  $\tau_{II}$  (s) we saturasiýanyň meýdany,  $F_{II}$  (m<sup>2</sup>) şu deňlemeler boýunça hasaplanylýar:

$$\tau_{II} = \frac{(P - 4C_2)b\rho_{\text{çyg}}}{8\bar{c}_{II}\rho\varepsilon}; \quad (6.9.24)$$

$$F_{II} = \frac{G(P - 4C_2)}{100\bar{c}_{II}\rho\varepsilon}, \quad (6.9.25)$$

bu ýerde  $\rho_{\text{çyg}}$  – çökündiniň II saturasiýadaky dyklyzlygy;  $\rho_{\text{çyg}} = 1200 \text{ kg/m}^3$ ;  $C_2$  – şugundyryň massasyna görä, II saturasiýa goşulýan hekin mukdary;  $\bar{c}_{II} = 13,10^{-5} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;  $\rho$  – şiräniň II saturasiýadaky dyklyzlygy  $\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$ .

### 6.9.3. Diskli süzgüçleriň süzüji meýdanyny we öndürjiligin kesgitlemek

Zawodyň öndürjiligine gabat gelyän diskli süzgüçleriň öndürjiligi  $G$  ( $\tau/\text{sut}$ ), şu aşadaky deňleme boýunça tapylýar:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 F \bar{c} \rho \tau_1}{10P(\tau_1 + \tau_2)}. \quad (6.9.26)$$

Zawodyň öndürjiligine laýyklykda süzgüçleriň süzüji meýdany  $F$  ( $\text{m}^2$ ), şeýle kesgitlenilýär:

$$F = \frac{10GP(\tau_1 + \tau_2)}{24 \cdot 60 \cdot 60 \bar{c} \rho \tau_1}. \quad (6.9.27)$$

bu ýerde  $\rho$  – şugundyryň agramyna görä goşundyny hasaba almazdan süzülen şiräniň mukdary, %;  $\tau_1$  – bir tapgyrda şire süzmegiň aktiw wagty, s;  $\tau_2$  – bir tapgyrda goşmaça işleriň wagty, s;  $\tau$  – şiräni süzmegiň orta tizligi,  $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;  $\rho$  – şiräniň dyklyzlygy,  $\text{kg/m}^3$ .

Aktiw wagty  $\tau_1$  (s), şeýle hasaplanylýar:

$$\tau_1 = \frac{b\rho_{\text{çök}}P}{2\bar{c}\rho P_{\text{çök}}}, \quad (6.9.28)$$

bu ýerde  $b$  – elementlerdäki çökündileriň galyňlygy, m;  $\rho$ ,  $\rho_{\text{çök}}$  – şiräniň we çökündiniň dyklyzlygy  $\text{kg/m}^3$ ;  $P$ ,  $P_{\text{çök}}$  – şugundyryň agramyna görä süzülen şiräniň we çökündiniň mukdary, %.

Çökündiniň mukdary  $P_{\text{çök}}$  (%), şeýle kesgitlenilýär:

$$P_{\text{çök}} = 4(C_0 + C_1), \quad (6.9.29)$$

Süzülen şiräniň mukdary  $P$  (%), şu aşadaky deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$P = P_1 - 4(C_0 + C_1), \quad (6.9.30)$$

bu ýerde  $C_0$  – şugundyryň agramyna görä öňünçä defekasiýada goşulýan hekiň mukdary, %;  $C_1$  – şugundyryň agramyna görä esasy defekasiýada goşulýan hekiň mukdary, %;  $P_1$  – şugundyryň agramyna görä süzülmedik şiräniň mukdary, %.

Diskli goýaldyjjynyň öndürüjiligi  $G$  (t/sut), şeýle hasaplanylýar:

$$G = \frac{864 \cdot 10^3 FK \bar{c} \rho}{P \mu}. \quad (6.9.31)$$

$\bar{c}, \rho, \rho_{\text{çök}}, b$  we  $\tau_2$  bahalary aşakda getirilýär

6.9.1-nji tablisa

	Birligi	Şiräniň I saturasiýasy üçin	Şiräniň II saturasiýasy üçin
Süzmekligiň tizligi	$m^3/(m^2 \cdot s)$	$0,63 \cdot 10^{-3}$	$1,410^{-3}$
Şiräniň dykzlygy	$kg/m^3$	1060	1060
Çökündiniň göwrüm massasy	$kg/m^3$	1250	1200
Çökündiniň galyňlygy	$m$	0,08	0,06
Goşmaça işleriň wagty	$s$	1800	1800

#### 6.9.4. Durlaýjy howzuň öndürilijiligi kesgitlemek

Durlaýjy howuzuň öndürilijiligi onuň üstüniň meýdanyna we suspenziýanyň gaty maddalarynyň çöküşine baglydyr.

Ýagtylandyrylan şire we goýy suspenziýanyň araçägininiň meýdany aşaklamak tizligi çökdürilende üýtgeýär. Ilki tizlik ulalýar, soňra belli bir derejä ýetende peselýär.

Stoksyň deňlemesine görä, uly göwrümde şar şekilli maddalaryň çöküş tizligi  $\bar{\vartheta}_{\text{çök}}$  (m/s), şu deňleme boýunça tapylýar:

$$\bar{\vartheta}_{\text{çök}} = \frac{d^2(\rho_1 - \rho_2)g}{18\mu}, \quad (6.9.32)$$

bu ýerde:  $d$  – maddanyň diametri;  $m$ ;  $\rho_1, \rho_2$  – maddanyň we suwuklygyň dykzlygy,  $kg/m^3$ ;  $g$  – erkin gaçmanyň tizlenmesi,  $m/s^2$ ;  $\mu$  – suwuklygyň dinamiki şepbeşikligi,  $Pa \cdot s$ .

Maddalaryň dogry bolmadyk görnüşlerinde saturasiýa çökündile-riniň aşak çöküş tizligi kiçi bolar. Başgaça aýdanymyzda, şeýle şertler

(6.9.32) deňleme san hasaplamalaryny geçirmekde ulanylyp bolunmaýar. Ýöne bu prosesin hil häsýetnamasyny berip biler.

Temperaturanyň ýokary galmagy bilen erginiň şepbeşikligi peselýär, şiräniň dykzlygy  $\rho_2$  aşaklaýar we maddalaryň ölçeginiň ulalmagy prosese oňaýly täsir edýär.

Şugundyr şiresini durlaýjy howzyň öndüriliji  $G$  (t/sut), şeýle hasaplanylýar:

$$G = \frac{864 \cdot 10^3 F \bar{\vartheta} \rho}{P \mu}, \quad (6.9.33)$$

bu ýerde  $F$  – durlaýjy howzuň çökdürme üstüniň umumy meýdany,  $m^2$ ;  $\bar{\vartheta}$  – çökdürme tizligi,  $1,5 \cdot 10^{-3} m^3/(m^2 \cdot s)$ ;  $\rho$  – süzülen şiräniň I saturasiýadaky dykzlygy,  $\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$ ;  $P$  – şugundyrnyň massasyna görä süzülen şiräniň I saturasiýadaky mukdary, %;  $\mu$  – durlaýjy howuzda durlanan şiräniň otnasitel mukdarynyň şiräniň suwuk döwrüniň umumy mukdaryna bolan gatnaşygy,  $\mu = 0,8$ .

Zawodyň öndürililigine gabat gelýän durlaýjy howzuň üstüniň gerek bolan meýdany,  $F$  ( $m^2$ ) (6.9.33) deňlemeden tapylýar:

$$F = \frac{GP\mu}{864 \cdot 10^3 \bar{\vartheta} \rho}. \quad (6.9.34)$$

### 6.9.5. Wakuum-süzgüçleriň hasaby

Şugundyr babatda wakuum-süzgüçleriň öndürililigi  $G$  (t/sut), şu deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$G = \frac{864 \cdot 10^3 F k \bar{\vartheta} \rho}{P_{\text{sat}} (100 - \mu)}. \quad (6.9.35)$$

bu ýerde  $F$  – wakuum süzgüçleriň (bir ätiýaç süzgüçden başgasy) süzýän umumy meýdany,  $m^2$ ;  $k$  – süzgüjiň süzýän meýdanynyň peýdalanylş koeffisiýenti, süzüjilik zolagyň burçunyň  $360^\circ$  bolan gatnaşygyna deňdir; az çümýän süzgüçler üçin  $k = 0,3$  çuň çümýän süzgüçler üçin  $k = 0,5$ ;  $\bar{\vartheta}$  – süzmekligiň tizligi,  $\bar{\vartheta} = 0,2 \cdot 10^{-3} m^3/(m^2 \cdot s)$  diýlip kabul edilýär;  $\rho$  – süzülen şiräniň dykzlygy  $\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$ ;  $P_{\text{sat}}$  – I saturasiýadaky süzülmedik şiräniň suwuk böleginiň mukdary, % ( $P_{\text{sat}} = P - 4(\vartheta_0 - \vartheta_1)$ );  $\mu$  – diskli goýaldygyda süzülen şiräniň mukdarynyň ýa-da durlaýjy howuzda durlandyrylan şiräniň mukdarynyň I saturasiýada süzülmedik şiräniň suwuk böleginiň umumy mukdaryna bolan gatnaşygy, normatiw boýunça  $\mu = 0,8$  alynýar.

Şugundyryň massasyna görä, wakuum-süzgüçlerde süzülen şiräniň massasy  $P_{w.s}$  (%), şeýle hasaplanylýar:

$$P_{w.s} = \frac{P_{sat} \cdot (100 - \mu)}{100}. \quad (6.9.36)$$

Wakuum-süzgüçleriň gerek bolan süzüji meýdany  $F$  (m<sup>2</sup>), şu deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$F = \frac{GP_{sat} \cdot (100 - \mu)}{864 \cdot 10^3 k \vartheta \rho}. \quad (6.9.37)$$

Çökündileriň wakuum-süzgüçleriň  $M_1$  depreginde durnuksyz çökündileriň netijesinde ýüze çykýan garşylygyň pursatyny ýeňip geçmek üçin wakuum-süzgüçleri herekete getirijiniň kuwwaty ýeterlik bolmalydyr. Çökündiniň pyçak bilen kesilen kesimi  $M_2$ , diskiň könelişen üstüne  $M_2$  hereketsiz uýyň tekizliginiň sürtülmesi esasynda ýüze çykýan garşylyk we süzgüjiň okunyň podşipniklere bolan sürtülmesi.

Elektrodwigateliň gerek bolan kuwwaty  $N$  (kWt), şeýle hasaplanylýar:

$$N = \frac{\sum_i M_i n}{974 \eta}, \quad (6.9.38)$$

bu ýerde  $\sum_i M_i$  – garşylyklaryň jeminiň momenti,  $N \cdot m$ ;  $n$  – depregiň aýlaw ýygylgy, min<sup>-1</sup>;  $\eta$  – herekete getirijiniň peýdaly täsir koeffisiýenti.

Garşylygyň jeminiň momenti:  $\sum M_i = M_1 + M_2 + M_3 + M_4$

Eger depregiň  $1/4$  bölegi çökündi bilen örtülmedik hasap edilse, onda çökündileriň durnuksyzlygy esasynda garşylyk momenti  $\sum_i M_i$  (N. m), şu aşakdaky deňlemeden tapylýar:

$$\sum_i M_i = G_1 g r \sin \frac{\lambda}{2}, \quad (6.9.39)$$

bu ýerde:  $G_1$  – durnuksyz çökündileriň agramy, N;  $r$  – durnuksyz bölegiň agyrylyk güýjüniň merkezinden depregiň okuna çenli aralyk ( $r = \frac{D}{2}$ );  $m$ ;  $\lambda$  – deprekdäki çökündileriň durnuksyz böleginiň sektorynyň burçy;  $g$  – erkin gaçmanyň tizlenmesi. m/s<sup>2</sup>.

Durnuksyz çökündileriň massasy  $G_1$  (kg), şeýle hasaplanylýar:

$$G_1 = \pi D \delta L \rho.$$

bu ýerde:  $\delta$  – çökündi gatlagynyň galyňlygy, m;  $L$  – depregiň uzynlygy, m.

### **6.9.6. Wakuum-süzgüçleriň konstruksiýalaryny kämilleşdirmegiň ýollary**

Öňden bar bolan enjamlary ulanmak bilen I saturasiýada şire süzmeklik prosesini güýçlendirmegiň iň arzan we ýönekeý usuly bu durlaýjy howuzlarda we goýaldyjylarda durulaman wakuum-süzgüçleri şire süzmek üçin ulanmakdyr. Munuň üçin süzgüçleriň üstüne çökündileriň talap edilýän galyňlygyny almakdyr. Ony az mukdardaky suw bilen ýuwup, süzüji materialy ygtybarly, yzygiderli dikeltmekdir.

Belli bolşy ýaly, bu ýerde iň çylşyrymly zat – çökündiniň ýeterlik galyňlygyny almakdyr, bu öz gezeginde süzülýän suwuklygyň süzüji gatlagyň düzümi gaty jisimleriň owunjak we ýuwaş-ýuwaşdan çökýän suwuklyk bölekleri bolup hyzmat edýär. Bu meseläni dürli flokulýantlaryň kömegi bilen çözüp bolýar. Şiräni arassalamagyň şu shemasy çökündileriň belli bir ululygyny almaga mümkinçilik berýär.

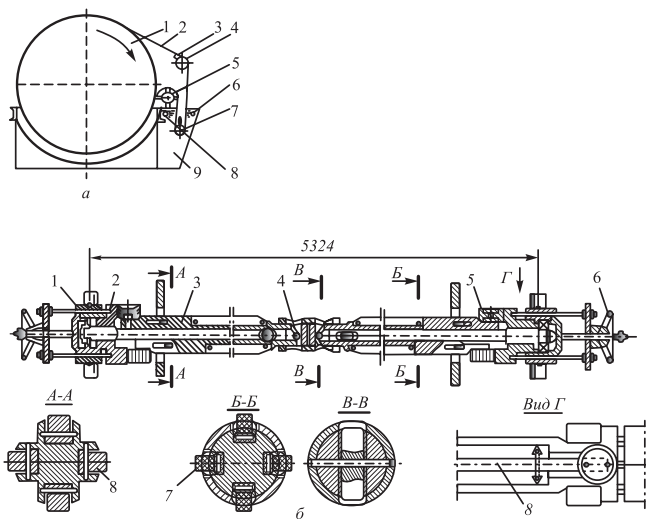
Süzüji materialyň yzygider dikeldilmegini gazanmaly. Bu birnäçe şeker zawodlarynda ulanylýar. Material ýörite goşmaça enjam bilen dikeldilýär. (6.9.1-nji “a” surat). Süzüji material 2 süzgüjiň depregine 1 we oklaryna 4,5,7 geýdirilýär. Şeýlelikde süzüji material 2 tükensiz lentany emele getirýär. Ol depregiň aýlaw ýygylgyna deň bolan çyzykly tizlik bilen aýlawly hereketini oklara 4, 5, 7 geçirýär.

Ok 4 ýük düşürijidir. Material şu okdan geçýär we çökündileri bunkere 9 oklaýar. Ok 5 düzleýji we göneldiji bolup hyzmat edýär. Ok 7 materialy dartmak üçin ulanylýar.

Düzleýji we göneldiji ok (6.9.1-nji b surat) yrgyldadyjy podşipniklerde 1 goýulýar. Okuň jaýryklarynda reýka 3 ýerleşdirilendir. Reýkada hem jaýryklar bolup, olarda rezinadan ýasalan planka 7 oturdylandyr. Reýkalar dartgyçlar 8 gyraň edilen ýumrujak oky 2 we iki eginli leňner 4 bilen kinematiki özara baglynyşyklydyr. Şunlukda,

okdaky reýkalar oýnanda material bilen kontaktda bolup, okuň daşynda yza gaýdyjy güýjeýän hereket edýär.

Ýumrujagyň gyraň üsti hyr görnüşinde ýerine ýetirilendir. Reýkalar tigirçekler 5 arkaly ýumrujaklar bilen aragatnaşykdadyr. Süzgüjiň depregindäki materialy sentrowka okunyň her tarapyndaky reýkalaryň hereketi esasynda amala aşyrylýar. Reýkalaryň hereketi uly çarh 6 bilen sazlanýlýar.



#### 6.9.1-nji surat. Wakuum-süzgüçler üçin goşmaça enjamlar

*A* – enjamyň shemasy: 1 – süzgüjiň depregi; 2 – mata; 3 – waly saklaýjy; 4 – çökündini aşak taşlaýjy wal; 5 – ýygrydyny ýazyjy we düzleýji wallar; 6, 8 – forsunkalar; 7 – dartyp geýdiriji wal; 9 – bunker; *b* – ýygryt ýazyjy we düzleýji wal; 1 – yrgyldatma podşipnikleri; 2 – ýumrujak gyraňy; 3 – reýkalar; 4 – leňnerler (ryçaglar); 5 – tigirçekler; 6 – uly çarh; 8 – dartgyçlar.

Wakuum-süzgüçlerde goşmaça enjamyň ulanylmagy üfläp, üýşüriji zolagy aýyrmaga mümkinçilik döredýär, depregiň süzüji zolagyny köpeldýär we süzgüjiň öndürijiligini artdyrýar.

Deňlemä (6.9.39)  $G_l$  we  $r = \frac{D}{2}$  bahalaryny goýup, alarys:

$$M_1 = 1,57 D^2 \delta L \rho g \sin \frac{\lambda}{2}, \quad (6.9.40)$$



bu ýerde  $D$ ,  $L$  – süzgüji depregiň diametri we uzynlygy, m;  $\rho$  – çökündiniň dykzlygy, kg/m<sup>3</sup>.

Çökündiniň kesimindäki garşylyk momenti:

$$M_2 = 0,5fqD\delta L, \quad (6.9.41)$$

bu ýerde  $f$  – sürtülme koeffisiýenti,  $f = 0,2 \dots 0,3$ ;  $q$  – çökündiniň kesimindäki udel garşylyk, N/m;  $q = 700 \dots 300$  N/m<sup>2</sup>.

Paýlaýjy ujyň tekizliginiň ýanaşyk sürtülme garşylyk momenti,  $M_3$  şeýle kesgitlenilýär:

$$M_3 = zf_1 P_0 F_{z'_g} \quad (6.9.42)$$

bu ýerde  $z$  – wakuum-süzgüjiň ujynyň paýlaýjy sany;  $f_1$  – paýlaýjy usjagazlar (golowkalar) bilen hereketsiz we hereketli tekizlikleriň arasyndaky sürtülme koeffisiýenti;  $P_0$  – usjagazyň walyň gyraňyna edýän gysma güýji; N/m<sup>2</sup>;  $F$  – walyň gyraňynyň sürtülýän meýdany, m<sup>2</sup>;  $\bar{r}_g$  – walyň gyraňynyň sürtülýän radiusy, m;

$$M_4 = f_2 G_b \frac{d_s}{2}, \quad (6.9.43)$$

bu ýerde  $f_2$  – walyň podşipniginiň sürtülme görkezijisi,  $G_b$  – barabanyň walynyň podşipniklere bolan basyş güýji, N;  $d_s$  – walyň sapfalarynyň (walyň ýa-da okuň podşipnigine daýanýan bölegi) radiusy, m.

## 6.10. Şugundyr şekeri önümçiliginde şireleri we rafinad şirelerini düýpli arassalamak üçin taýýarlaýjy enjamlar

### 6.10.1. Klerowka edýän enjamlaryň göwrümini kesgitlemek

Şiräniň her bir görnüşi üçin klereowka edýän enjamyň gerek bolan sygymy,  $V$  (m<sup>3</sup>) şeýle hasaplanylýar:

$$V = \frac{10GP\tau}{24 \cdot 60\rho\varphi}, \quad (6.10.1)$$

bu ýerde  $G$  – zawodyň bir gije-gündizdäki rafinad öndürilijligi, t;  $P$  – rafinadyň agramyna göre şerbediň klerowkalanýan mukdary, %;  $\tau$  – klerowkaly enjamyň

işiniň döwürleýin doly dowamlylygy, s;  $\rho$  – şerbediň dykzlylygy,  $\text{kg/m}^3$ ;  $\varphi$  – enjamyň doldurylyş koeffisiýenti;  $\varphi = 0,75$  diýlip kabul edilýär.

Enjamyň doly sikldäki işiniň dowamlylygy  $\tau$  – onuň aktiw iş wagty  $\tau_a$  we goşmaça işiniň dowamlylygy  $\tau_g$  bilen kesgitlenilýär. Başgaça aýdanymyzda, olaryň jemine deňdir. Goşmaça işiniň dowamlylygy ýerleşdirilen enjamlaryň sanyna bagly bolup, olaryň ulanyş şertleri bilen kesgitlenilýär.

Enjamyň doly sikldäki işiniň dowamlylygy önümiň görnüşine we klerowka edýän enjamyň görnüşine baglydyr.

6.10.1-nji tablisa

### Enjamyň döwürleýin işiniň doly wagty, s

Önümiň görnüşü	Enjamlar	
	wagtal-wagtal işi	üznüksiz işi
Şekerden taýýarlanylýan rafinad şerbedi	900	420
Şekerden we gaýtadan işlenilýän önümlerden taýýarlanylýan şerbet	600	240

### 6.10.2. Rafinad şerbediniň ionitler arkaly arassalanyşy

Rafinad şerbedini arassalamakda süňkli-kömürli ýarmany we külkelenen kömürleri ulanmak äpet enjamlar we olaryň adsorbsiýa ukyplylygyny dikeltmegiň çylşyrymly prosesi bilen baglanyşyklydyr. Şerbedi süňkli-kömürli ýarmany ulanyp reňksizlendirme effekti 30...45%-e ýetýär. Şonuň ýaly-da şerbedi reňksizlendirmek üçin ionitler ulanylýar. Olaryň reňksizlendirmek effekti 85...90%-e ýetýär. Ionitleri dikeltmek prosesi örän ýönekeýdir. Galyberse-de ýarma we külkedilen kömürler bilen işlenilendäkä garanyňda olaryň ulanylyş çýkdajylary azdyr.

Şerbetler ionit arkaly arassalananda şu enjamlaryň önümçilik meýdany güýçli derejede peselýär. Arassalamak prosesini doly meha-

nizasiýalaşdyryp we awtomatlaşdyryp bolýar. Netijede, iş şertleri ep-esli ýeňilleşýär.

Ionitler – bu polýar adsorbentlerdir, olar ergindäki kationlary we anionlaryň çalyşma adsorbsiýasyny amala aşyryp bilýär. Ionitler iki topara bölünýärler:

1. Kationitler. Olar islendik kationy wodorodyň ionyna çalyşmaga ukyplydyr.

2. Anionitler. Bular erginden kislotalary, başgaça aýdylanda, wodorodyň ionlaryny aýyrmaga ukyplydyr. Kationlar hökmünde fenollardan we formaldegidden alnan bakelit görnüşli sintetiki smolalar ulanylýar.

Ionitler – ak, gara goňur ýa-da sary reňkli, zire-zire, gaty, suwda, şerbetde gowşak çişýän we olarda eremeýän materiallardyr. Ionitleriň ölçegi 0,75...1,5 mm deňdir. Ionitleriň has uşak bölekleri ulanylanda şerbedi olardan süzüp almaklygy kynlaşdyrýar. Ionit bölekleriniň dykyzlygy  $1300 \text{ kg/m}^3$ , guýlan dykyzlygy –  $500..700 \text{ kg/m}^3$ . Kationitlere garanynda anionit smolalarynyň dykyzlygy 15% pesdir. Islendik ionitler ýeňil regenerirlenýäler: Kationitler – kislotalaryň we duzlaryň erginleri bilen, anionitler bolsa aşgarlaryň iýiji erginleri we ammiagyň egrini bilen regenerirlenýärler.

Gantly erginleri arassalamk üçin ulanylýan maddalar erginlerde gowşak çişýän, kislotaly we aşgarly sredalarda durnukly, suwda we şeker erginlerinde eremeýän, reňkleýji maddalary oňat adsorbirleýän, gantlara degişli bolmadyk maddalary ýuwudyjylyk sygymy ýokary we ýeterlik mehaniki berklige eýe bolan, maddalarynyň formasy we ölçegi ionitiň 2,5 m-inden az bolmadyk gatlagyndan şerbedi oňat süzmegi üpjün edýän häsiýetlere eýe bolan ionitler bolmalydyr.

Gant önümçiliginde ionitleri ulanmaklygyň iň wajyp görkezijisi olaryň ýuwdyлма sygymydyr. Ýuwudyлма sygymy näçe köp bolsa, iş wagtynyň bir aýlawynda şonça-da köp şerbedi arassalap bolýar we ýuwundy (promoy) az alynýar hem-de ionitleriň regenerasiýasy üçin reaktiwler az harçlanýar. Ionitiň doly ýuwudýan göwrümi diýlip, 1 g ionitiň ýuwudýan kationlarynyň we anionlarynyň mukdaryna aý-

dylýar. Ýuwudylma sygy my ionitiň 1 g absolýut gury agramyna görä, milligram-ekwiwalentlerde aňladylýar.

Ionitiň işlenilýän ergin bilen galtaşma dowamlylygy adaty ionitiň udel işi (nagruzkasy)  $S$  [ $\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{sag})$ ] süzmekligiň tizligine ters bolan ululyk bilen aňladylýar:

$$S = \frac{V_{s.e}}{V_i \tau}, \quad (6.10.2)$$

bu ýerde  $V_{s.e}$  – süzülen erginiň göwrümi;  $\text{m}^3$ ;  $V_i$  – ionitiň göwrümi,  $\text{m}^3$ ;  $\tau$  – süzmekligiň dowamlylygy, sag.

Erginiň reaktoryň erkin kese kesigine degişli edilen akys tizligi ( $\text{m/sag}$ ),  $W = H \cdot S$  ( $H$ - reaktorda ionitiň gatlagynyň beýikligi, m) ýa-da

$$W = \frac{H V_{s.e}}{\tau V_i}. \quad (6.10.3)$$

Deňlemeden (6.10.3) görnüşi ýaly, ionit arassalaýyş adsorbsiýa efektine süzgüçdäki ionitiň gatlagynyň beýikligi we ionitiň gatlagyndan geçýän erginiň akys tizligini kesgitleýän onuň geometriki çäkleri täsir edýärler. Erginiň akys tizligine bolsa, öz gezeginde, işlenilýän önümdäki gury maddalaryň konsentraiýasy täsir edýär. Önümiň konsentراسiýasynyň peselmegi bilen onuň reňksizlendirme effekti güýçlenýär.

Ionitiň udel ýüküniň we gant-rafinad önümçiliginiň önüminiň konsentراسiýasynyň tehniki kadalary 2.10.2-nji tablisada getirilendir.

Şeker-rafinad önümçiliginde ionitiň udel ýüküniň (nagruzka) kadalary we önümiň konsentراسiýasy

6.10.2-nji tablisa

Görkeziji	Klers	1-nji rafinad şerbedi	2-nji rafinad şerbedi	1-nji önüm şerbedi
Ionitiň udel ýüki, $\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{sag.})$	1	1	1	1
Reňksizlendirilýän önümdäki gury maddalaryň konsentراسiýasy, %	62	65	65	61
Arassalamagyň ähtimal effekti	80	60	85	40

Şeker zawodlarynda ion çalşyjy smolalar ammaryň aýratyn yzgarly materiallary saklanylmaýan jaýlarynyň gury gatlarynda ýerleşdirilýär. Ionitler saklanylanda olara ýokary we aşak temperaturalar täsir etmeli däl, jaýyň temperaturasy 5...8 °C aralagynda bolmalydyr. Ionitleriň saklanylýan jaýy elektrik gyzdryjy enjamlar ýa-da gyzgyn howa bilen ýyladylsa, oňat bolýar.

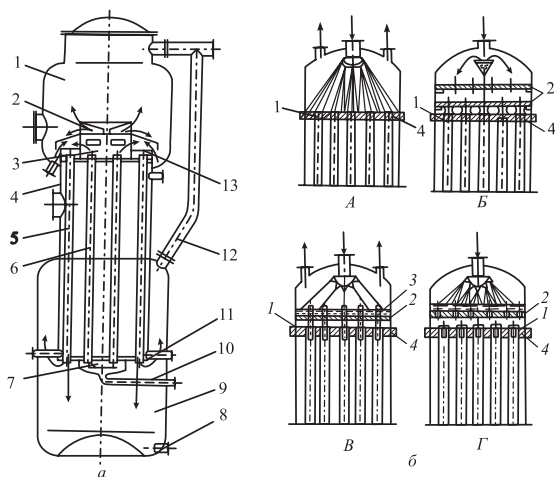
## **6.11. Utfeli gaýnatmak we şiräni bugartmak üçin enjamlar**

### **6.11.1. Göni akyma esaslanan ýorkaly enjam**

Bugartma prosesiniň öndürijiligini artdyrmak ýylylyk bilen işlenilýän wagty azaltmak we üýtgemeyän temperaturada bugardyýan erginiň hilini saklamak bilen baglydyr. Onuň üçin bugartmagyň dowamlylygyny ep-esli gysgaltmaga mümkinçilik berýän ýuka ýorkaly bugardyjy enjamlary ulanýarlar.

Göni akyma esaslanan ýorkaly bugardyjy enjam БАПП – 1250 (6.11.1-nji “a” surat) gyzdryjy kameradan (4), gaýnadyjy turbajyklardan (6), göni akyma esaslanan ýokary göteriji gaýnadyjy turbajykly bölümden (5), aşak goýberiji bölümden (8), ýokarky (1) we aşaky (9) buguň ikilenji separatoryndan, kabul ediji kameradan (7), sapma (3), separirleýän gurluşdan (2), ikinji gezekki buglary aýyryjy turbadan (12), bugartmak üçin şire berijiden (10), kondensaty we ştuseri sowujydan (11), goýalan şiräni sowujydan (8) durýar.

Enjam şeýle işleýär. Gaýnama temperaturasyna çenli gyzdrylan şire kabul ediji kamera 7 düşýär, soňra ol 6 turba geçip, şol ýerde gaýnap başlaýar we bug bilen bilelikde ýokary çykarylýar. Separirleýji gurluşa 2 geçip, şire bugdan bölünip aýrylýar we paýlaýjy gurluşyň 13 üsti bilen enjamyň ýorkaly bölümindäki turbalara 5 düşýär, ondan bolsa, ýuka plynka görnüşinde aşak akýar.



**6.11.1-nji surat. BAIII-1250 bugardyjy enjam**

**a** – enjamyň shemasy; 1, 9 – ikinji bugyň ýokarky we aşakdaky separatorlary; 2 – separirleýji gurluş; 3 – urnama (nadstawka); 4 – gyzdyryjy kamera; 5 – goýberilýän ýorkaly bölegiň gaýnadyjy turbalary; 6 – göteriji göni akýan bölegiň gaýnadyjy turbajyklary; 7 – kabul ediji kamera; 8 – guradylan şiräni sowujy stuser; 10 – şiräni getiriji turba; 11 – kondensaty sowujy turba; 12 – ikinji bugy aýyrmak üçin turba ulgamy; 13 – paýlaýjy gurluş; **b** – bugardyjy enjamlaryň suwaryş gurluşynyň shemasy: **A** – suw halka usuly bilen akdyrylyp, suwaryş amala aşyrylýar; **B** – suwy halka usuly bilen akdyrmaklyk paýlaýjy diskleriň üsti bilen üpjün edilýär; **Ç** – suwy halka usuly bilen akdyrmak paýlaýjy diskleriň we silindrik wstawkalaryň üsti bilen üpjün edilýär; **D** – suwaryş suwuklygynyň sütüni paýlaýjy diskde bolan mahaly amala aşýar; 1 – suwy halka usuly bilen akdyryjy; 2 – paýlaýjy diskler; 3 – silindrik wstawkalar; 4 – turba gözenekleri

Emele gelen bug goýadylan bug bilen birlikde aşaky separatora 9 düşýär. Ikinji gezek bug turbalar toplумы 12 we separatorlar indiki korpusa sowulýar. Enjamyň şu konstruksiýasy synalyp göründe, ol bugardyjy enjamlara tehnologik we ýylylyk tehnologiýalaryna bildirilýän talaplara gabat gelýändigini görkezdi. Köp sirkulýarly bugardyjy enjamlara garanynda, bu enjamda şiräniň buglardylýan wagty ep-esli azdyr. Enjam temperaturanyň peýdaly tapawudynyň pes bahalarynda netijeli işläp bilýär.

Ýorkaly bugardyjy enjamlaryň ulanyş tejribesiniň görkezişi ýaly olaryň durnukly işlemegi gaýnadyjy turbalaryň ýylylyk çalyşma üstiniň birmеңzeş suwlaýjylygyna baglydyr.

Dürli konstruksiýaly suwaryş gurluşlarynyň shemasy 6.11.1-nji b suratda getirilendir. Suwaryş A we B halka esasynda guýma görnüşinde işleýän gurluşlaryň işiniň analizi olaryň enjamlarynyň ýylylyk çalyşma üstüniň endigan suwarmany üpjün edip bilmeýändigini görkezdi. Aýratyn ýagdaýlarda suwaryşyň endigan dälligi 20 – 40 % ýetýär.

Şeýle suwaryş gurluşlary ulanylýan bugardyjy enjamlaryň öndürilijili  $G_b$  ( $m^3/s$ ), aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$G_b = \mu \cdot f \sqrt{2g(H - h)}, \quad (6.11.1)$$

bu ýerde  $\mu$  – sarp ediliş koeffisiýenti,  $f$  – halka görnüşli çüwdirilip guýulýan meýdany,  $m^2$ ;  $H$  – turba gözenegindäki suwuklygyň derejesi, m;  $h$  – ikenji buguň diregi, m.

Ýorkaly bugardyjy enjamlarda suwarma dykzlygy adatça  $0,2 \cdot 10^{-3} m^3/(m \cdot s)$ -dan geçmeýär. Şeýle suwarylanda erginiň beýikligi bugardyjy turbanyň erneginden 2,3 mm ýokarda bolýar. Onuň derejesiniň baryýogy 0,5 mm-e peselmegi erginiň  $0,14 \cdot 10^{-3} m^3/(m \cdot s)$  sarp edilmegine getirer, başgaça aýdanymyzda, onuň göwrümi 1,43 esse azalar.

Has ygtybarly suwaryş B we G paýlaýjy diskleriň kömegi bilen amala aşyrylan suwaryş hasap edilýär (6.11.1-nji b surat). Bugardyjy enjamyň turbasyna düşýän suwuklyk ýaýradyjy diskiň deşiginden guýmak arkaly ýaýradylýar.

Ýorkaly bugardyjy, ýaýradyjy diskli we ikinji gezek bugy ýokary aýryjy enjamyň öndürilijili  $G_{\text{ond}}$  (t/sut) , şeýle hasaplanylýar:

$$G_p = \mu f \sqrt{2gH}, \quad (6.11.2)$$

bu ýerde  $\mu$  – sarp ediliş koeffisiýenti;  $f$  – akym meýdany,  $m^2$ ;  $H$  – turba gözenegiň ýokarysyndaky suwuklygyň beýikligi, m.

Deňlemelerdäki (6.11.1 we 6.11.2)  $\mu$  sarp ediliş koeffisiýenti temperatura we erginiň dykzlygyna, oturtmanyň (nasadkanyň) konfigurasiýasyna baglydyr. Şeker ergini üçin halka we hyrly nasadkalar ulanylanda sarp ediliş koeffisiýenti Reýnoldsyň kriterisine (ölçüdi, Re) bagly bolýar we 6.11.1-nji tablisa boýunça kesgitlenýär.



**Sarp ediliş koeffisiýentiniň  
Reýnoldsyň kriterisine (Re) baglylygy**

Re	Sarp ediliş koeffisiýenti	
	halka nasadkaly	hyr nasadkaly
5...60	$0,242 \cdot \text{Re}^{0,173}$	$0,234 \cdot \text{Re}^{0,154}$
60...800	$0,368 \cdot \text{Re}^{0,082}$	$0,290 \cdot \text{Re}^{0,103}$

**Ýorkaly BAIII-1250 bugardyjy enjamyň  
tehniki häsiýetnamasy**

Gyzdyrýan üstüň meýdany, m <sup>2</sup>	1250
Gyzdyrýan üstüň turbasynyň doly uzynlygy, m	7000
Bugardyjy turbanyň diametri, mm	30/33
<b>Işçi basyşy, MPa:</b>	
bug kamerasynda	0,3
bug giňişliginde	0,3
<b>Gabarasy, mm:</b>	
beýikligi	14120
korpusyň diametri	3110

**6.11.2. Buga öwürýän enjamlaryň gyzdyrýan üstüniň  
meýdanyny we öndüriligin kesgitlemek**

Bugardyjy enjamlaryň aýry-aýry korpuslaryny buga öwürýän enjamlaryň her korpusynyň gyzdyryjy kamerasyň buga öwürýän enjamlarynyň berýän ýylylyk mukdarynyň we şiräniň üstündäki giňişligiň naprýaženiýesini birinji bina üçin  $1500 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{sag})$ , soňky binalar üçin bolsa  $140 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{sag})$  diýip kabul etmek esasynda hasaplaýarlar.

Buga öwürýän enjamyň şiräniň üstündäki giňişlikdäki minimal beýikligi 0,8 – 1,0 m bolmaly. Bu beýiklikdäki we adaty temperaturada

buglanýan önümiň damjalary alnyp gidilmeýär. Bugardyjy temperatura ýokarlandyrylsa, önümiň damjalarynyň alnyp gidilmesi ep-esli ýokarlanýar we hiç bir separirleýji enjam ikilenji bugdan damjalary aýyrmagy üpjün edip bilmeýär.

Tejribeleriň görkezişine görä, buga öwürýän enjamlaryň iş kadasy mümkin bolan çäklerde üýtgedilende, şire üsti giňişligiň beýikligi 1,5 – 2,0 m bolan ýagdaýynda kanagatlanarly işleýär.

Zawodyň şugundyr boýunça gije-gündizde görkezilen öndürijiligini buga öwürýän enjamyň üpjün etmegi üçin her bir binanyň gyzdyryjy kamerasynda ýylylyk hasaplamalary boýunça kesgitlenen gyzdyryjy bugyň mukdary kondensirlemäge hökman ýetmelidir. Buga öwürýän enjamyň her bir binadaky gyzdyrýan giňişliginde gaýnaýan şirä buguň kondensirlenmeginde bölünip çykýan ýylylyk hökman berilmelidir.

Buga öwürýän enjamyň durnukly iş kadasynda her bir binada ýylylyk deňagramlylygy saklanylmalydyr. Bu deňleme şu görnüşde aňladylýar:

$$1,03 \cdot 10GD_b(i_b - ct_k) = 24 \cdot 60 \cdot 60F_{g.m}k_{y.b}\Delta t_p. \quad (6.11.3)$$

Buga öwürýän enjamyň her bir binasynda gyzdyrýan üstüň meýdany  $F_{g.m}$  (m<sup>2</sup>), şu deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$F_{g.m} = \frac{1,03 \cdot 10GD_b(i_b - ct_k)}{24 \cdot 60 \cdot 60k_{y.b}\Delta t_p}, \quad (6.11.4)$$

bu ýerde 1,03 – ýylylygyň töwerekdäki gurşawda ýitgisini hasaba alyş koeffisiýenti;  $G$  – bir gije-gündizde gaýtadan işlenilýän şugundyrýň massasy, kg;  $D_b$  – berlen binada kondensirlemek üçin gerek bolan buguň mukdary, kg; 100 kg şugundyr üçin hasaplanylýar;  $i_b$  – bugardyjy bina gelýän gyzdyryjy buguň entalpiýasy, J/kg;  $c$  – kondensatyň udel ýylylyk sygymy, J/kg·K;  $t_k$  – bugardyjy binadan çykýan kondensatyň temperaturasy, °C;  $k_{y.b}$  – korpusdaky buga öwürýän enjamyň ýylylyk berijilik koeffisiýenti, Wt/(m<sup>2</sup>·K);  $\Delta t_p$  – berlen binada temperaturanyň peýdaly tapawudy, °C.

Enjamyň islendik binasyndaky buga öwürjüniň köpçülikleýin öndürijiligi,  $G$  (t/sut) zawodyň öndürijiligine gabat gelýär:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 F_{g.m} k_{y.b} \Delta t_p}{1,03 \cdot 10 D_b (i_b - ct_k)}, \quad (6.11.5)$$

$i_b - ct_k$  ululyk şertli, ýagny 1 kg bugda 2261 kJ energiýa bar diýlip kabul edilendir.

Buga öwrüji enjamlaryň gyzdyrýan üstleriniň berlen meýdanlaryna görä öndürjiligi kesgitlenilýär. Deňlemeden (6.11.5) islendik korpus üçin buga öwrüji enjamyň öndürjiligini şeýle aňladyp bolar:

$$\frac{GD_b}{F_{g.m} k_{y.b}} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60}{1,03 \cdot 10 \cdot 540 \cdot 4186,8} \Delta t_p. \quad (6.11.6)$$

Enjamlaryň aýratyn korpuslary üçin bu deňlemeler şeýle görnüşde ýazylýar.

$$\frac{GD_1}{F_1 k_1} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60}{1,03 \cdot 10 \cdot 540 \cdot 4186,8} \Delta t_1. \quad (6.11.7)$$

$$\frac{GD_2}{F_2 k_2} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60}{1,03 \cdot 10 \cdot 540 \cdot 4186,8} \Delta t_2. \quad (6.11.8)$$

$$\frac{GD_b}{F_{g.m} k_{y.b}} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60}{1,03 \cdot 10 \cdot 540 \cdot 4186,8} \Delta t_p. \quad (6.11.9)$$

Deňlemeleri (6.11.7), (6.11.8) we (6.11.9) goşup we degişli özgerdiş girizip, bugardyjy enjamyň öndürjiligini tapýarys:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60}{1,03 \cdot 10 \cdot 540 \cdot 4186,8} \Delta t \cdot \left( \frac{F_1 k_1 + F_2 k_2 + \dots + F_{g.m} k_{y.b}}{D_1 + D_2 + \dots + D_b} \right), \quad (6.11.10)$$

bu ýerde  $\Delta t$  – ähli bugardyjy enjamyň umumy peýdaly temperaturasynyň tapawudy,  $\Delta t = (\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_p)$ .

Bugardyjy enjamyň deslapky hasaplamalarynda ýylylyk berijilik koeffisiýentiniň bahalary aýratyn korpuslar üçin 6.11.3-nji tablisadan alynýar.

## Aýratyn korpuslaryň ýylylyk berijilik koeffisiýenti

Bugardyjy enjamyň görnüşi	Bugardyjy enjamyň göwrümi					Konden-sator
	0	1	2	3	4	350
	-	2880	1700	910	480	
Üç korpusly, konsentratorly basyşyň aşagynda işleýän wagty	-	2380	1570	698	-	-
Dört korpusly, dykzylygy peseldilip işleýän nol korpusly wagty	2440	1890	1260	665	350	-

## 6.11.3. Wakuum-enjamlaryň öndürjiligin kesgitlemek

Wakuum-enjamlaryň öndürjiligi – bu olaryň bir gije-gündizde gaýtadan işläp çykarýan şugundyrynyň, başgaça aýdylanda, şu enjamyň bir gije-gündizde gaýnadyp taýynlaýan utfeliniň mukdarydyr.

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 V_{\text{syg}} m \rho}{10 P \tau}, \quad (6.11.11)$$

bu ýerde  $V_{\text{syg}}$  – wakuum-enjamyň sygymlylygy,  $\text{m}^3$ ;  $m$  – şu önüm üçin wakuum-enjamlaryň sany;  $\rho$  – gaýnadylan utfeliň akdyрма temperaturasyndaky dykzylygy,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $P$  – şugundyryň ýa-da rafinadyň massasyna görä, şu önümiň utfeliniň mukdary, %;  $\tau$  – wakuum-enjamyň bir sapar gaýnatmak üçin zerur bolan wagty, s.

Wakuum-enjamyň bir sikliň dowamynda doly işiniň wagty şekerin kristallaşmak tizligine baglydyr, bu  $\tau$  (s) şeýle kesgitlenilýär:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2, \quad (6.11.12)$$

bu ýerde  $\tau_1$  – wakuum-enjamyň aktiw işiniň dowamlylygy, ýagny şekerin kristallaryny işläp öndürmegiň wagty, s (hasaplanylýp çykarylýar);  $\tau_2$  – goşmaça işleriň dowamlylygy, s.

Kristallarynyň görkezilen çykyşyna çenli kristallaşmak wagty  $\tau_1$  kinetik deňleme boýunça tapylýar:

$$\tau_1 = 60 \cdot \left[ 50 + \frac{745(100 - r)}{r - 38,5} \right], \quad (6.11.13)$$

bu ýerde  $r$  – şerbediň ýa-da toşabyň başdaky arassalygy, %.

Wakuum enjamlaryň işiniň dowamlylygy şu wakuum-enjamyň ýylylygyny önümi gyzdýryp gaýnatmagy üçin gerek bolan wagty daşky gurşawa ýylylygyň ýitgisi hasaba alnan suwuň bugarmasy bilen kesgitlenilýär.

Şundan ugur alyp, wakuum-enjamyň aktiw işiniň dowamlylygy,  $\tau_1^I(s)$  şeýle kesgitlenilýär:

$$\tau_1^I = \frac{1,05 V_{\text{syg}} \rho}{F k (T - t)} \left[ \overline{c_u} t_u + \frac{(B_u - B_{o.d}) \cdot (i - \overline{c} t) - B_u \overline{c_o} t_o}{B_o} \right], \quad (6.11.14)$$

bu ýerde 1,05 – ýylylygyň daşky gurşawa ýitgisini hasaba alyş koeffisiýenti;  $\overline{c_u}$  – gaýnadylan utfeliň ýylylyk sygymy,  $J/(kg \cdot K)$ ;  $t_u$  – akdýrmazdan öň utfeliň temperaturasy,  $^{\circ}C$ ;  $B_u$  – gaýnadylan utfeliň konsentrasiýasy, gury maddalar %;  $B_{o.d}$  – gaýnadylan önümiň ortaça dinamiki konsentrasiýasy, gury maddalar %;  $i$  – utfel bugunyň umumy ýylylyk saklaýjylygy,  $J/kg$ ;  $c$  – gyzdýrýan buguň kondensatynyň ýylylyk sygymy,  $J/(kg \cdot K)$ ;  $\overline{c_o}$  – gaýnadylan önümiň orta ýylylyk sygymy,  $J/(kg \cdot K)$ ;  $t$  – gaýnadylan üşmegiň ortaça gaýnama temperaturasy,  $^{\circ}C$ ;  $t_o$  – enjama düşen önümiň ortaça gaýnama temperaturasy,  $^{\circ}C$ ;  $\overline{c_u} t_u$  – 1 kg gaýnadylan utfeldäki ýylylyk mukdary,  $J$ ;  $(B_u - B_{o.d})(i - \overline{c} t)/B_o$  – gaýnadylýan önümden suwy bugartmak üçin gerek bolan ýylylyk mukdary, 1 kg gaýnadylan utfel üçin  $J$ ;  $B_u \overline{c_o} t_o/B_o$  – gaýnadylmaga getirilip enjama düşýän önümleriň girizen ýylylyk mukdary, 1 kg gaýnadylýan utfel üçin  $J$ ;  $F$  – wakuum enjamyň gyzýan üstüniň meýdany,  $m^2$ ;  $k$  – ýylylyk berijilik koeffisiýenti,  $Wt/(m^2 K)$ ;  $T$  – gyzdýryjy bugyň temperaturasy,  $^{\circ}C$ .

Wakuum-enjamlaryň I kristallaşdyrma wagty gaýnadylýan önümdäki suwuň bugarmasynyň tizliginden utfeldäki şekerini kristallasmak tizligi yza galýar, ýagny şonda  $\tau_1 < \tau_1^I$  üçin (6.11.12) deňlemde kristallaryň dowamlylygyny ýokarlandyrmak zerurlygy ýüze çykyar.

Deňlemä (6.11.11)  $\tau_1^I$  tapylan bahasyny goýup we degerli gysgaltnalary geçirip, alarys:

$$F = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 m F k (T - t)}{10 \cdot 1,05 \{ \overline{c_u} t_u + [(B_u - B_o)(i - \overline{c} t) - B_u \overline{c_o} t_o] / B_o \} \cdot P}. \quad (6.11.15)$$

Berlen önüm üçin wakuum-enjamyň üstüniň gerek meýdany,  $F$  ( $m^2$ ) şeýle hasaplanylýar:

$$F = \frac{10 \cdot 1,05 \{c_u t_u + [(B_u - B_o)(i - \bar{c}t) - B_u \bar{c}_o t_o] / B_o \cdot P\}}{24 \cdot 60 \cdot 60 k(T - t)m} \quad (6.11.16)$$

Deňlemelere (6.11.14), (6.11.15) we (6.11.16) girýän normatiw ululyklaryň bahalary maglumatlar kitabyndan (sprawoçnikden) alynýar.

Wakuum-enjamlarda utfeli gaýnatmak üçin sarp edilýän buguň mukdary gaýtadan işlenilýän şugundyryň 100 kg hasap edilen ýylylyk balansyndan kesgitlenilýär.

#### 6.11.4-nji tablisa

#### Ýylylygyň gelşi we onuň sarp edilişi

Ýylylygyň gelşi		Ýylylygyň sarp edilişi	
Şerbet bilen	$G_c \bar{c}_c t_c$	Kondensatora	$W i_2$
Ak toşap bilen	$G_c \bar{c}_a t_a$	Uftele	$G_u \bar{c}_u t_u$
Ýaşyl toşap bilen	$G \bar{c} t$	Kondensata	$D \bar{c} t_k$
Gyzdyrjy bug bilen	$D i_1$	Ýylyk ýitgisi	$0,05 D i_1$
Jemi: $G_c \bar{c}_c t_c + G_a \bar{c}_a t_a + G \bar{c} t + D i_1$		Jemi: $W i_2 + G_u \bar{c}_u t_u + D \bar{c} t_k + 0,05 D i_1$	

Ýylylygyň gelşi bilen onuň sarp edilişiniň deň bolmalydygy üçin, gaýtadan işlenilýän şugundyryň 100 kg hasabynda utfeli gaýnatmak üçin gerek bolan buguň mukdary  $D$  (kg), şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$D = \frac{W i_2 + G_u \bar{c}_u t_u - G_s \bar{c}_s t_s - G_a \bar{c}_a t_a - G_y \bar{c}_y t_y}{0,95 i - \bar{c} t_k}, \quad (6.11.17)$$

bu ýerde  $t_k$  – kondensatyň temperaturasy,  $t_k = (t_b - 3)^\circ \text{C}$ ;  $t_b$  – gyzdyrjy buguň temperaturasy,  $^\circ \text{C}$ ;  $\bar{c}$  – kondensatyň ýylylyk sygymy,  $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

Deňlemä (6.11.17) girýän gaýry ululyklaryň ählisi maglumatlar kitabyndan (sprawoçnikden) alynýar.

Utfeliň ýylylyk sygymy  $c_u$  [ $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ], şeýle hasaplanylýar:

$$\bar{c}_u = \frac{P}{100} \bar{c} + \frac{100 - \bar{P}}{100} \bar{c}_i \quad (6.11.18)$$

bu ýerde  $P$  – utfeldäki şekerin mukdary, %;  $\bar{c}_s$  – şekerin ýylylyk sygymy,  $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ;  $\bar{P}$  – toşapdaky şekerin mukdary, %;  $c_i$  – utfeliň temperaturasyndaky toşabyň ýylylyk sygymy,  $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

Şerbediň we toşabyň ýylylyk sygymy –  $\bar{c}$  [J/(kg·K)], W.W.Ýanowskiň deňlemesi boýunça kesgitlenilýär:

$$\bar{c} = 1 - (0,71 - 0,0018t + 0,0011r) \frac{B_{g,m}}{100}, \quad (6.11.19)$$

bu ýerde  $t$  – önümiň temperaturasy, °C;  $r$  – önümiň arassalygy, %;  $B_{g,m}$  – önümdäki gury maddalaryň mukdary, %.

## 6.12. Gyzdryjy gurallar

### 6.12.1. Gyzdryjy gurallaryň gyzdyrýan üstüniň meýdanyny kesgitlemek

Ýylylyk çalşyjy enjamlarda taslama we barlag hasaplamalaryny geçirýärler. Ýylylyk hasaplamalarynda ýylylyk çalşyjy konstruksiýalar öňünden saýlanyp alnandan soň, gyzyň üstüň umumy meýdany kesgitlenilýär. Taslama hasaplamalary şu yzygiderlikde ýerine ýetirilýär: prosesiniň temperatura kadasy kesgitlenilýär, ýylylyk çalşyjy enjamyň ýylylyk işi we ýylylyk berijilik koeffisiýenti, temperaturanyň orta tapawudy we iş ýagdaýyndaky ortaça temperaturasy anyklanylýar.

Barlag hasaplamalary berlen gyzdryjynyň hasaplamalara görä işini üpjün ediji ýylylyk ýaýradyjynyň görkezijilerini kesgitlemekden ybaratdyr.

Häzirki wagta çenli bug kontaktly gyzdryjylaryň ylmy esasy usuly hasaplamalary ýok, ýöne oňat işlenip düzülen usuly ýylylyk hasaplamalary rekuperatiw gyzdryjylar üçin bardyr.

Ýylylyk çalşyjy üstüň meýdanynyň hasaby  $F$  (m<sup>2</sup>), şeýle çykarylýar:

$$F = \frac{Q}{k \Delta t_{\text{ort}}}, \quad (6.12.1)$$

bu ýerde  $Q$  – gyzdryjydan geçirilýän ýylylyk, Wt;  $k$  – ýylylyk berijilik koeffisiýenti, Wt/(m<sup>2</sup> · K);  $\Delta t_{\text{ort}}$  – ortaça temperaturanyň logarifmiki tapawudy, °C.

Ýylylyk berijilik koeffisiýenti we temperatura tapawudynyň ortaça logarifmiki tapawudy enjamlaryň işiniň netijeliligini häsiýetlendirýän esasy ululyklardyr. Enjamyň işinde ýylylyk berijilik koeffisiýentiniň ýokarlanmagy  $k$  ýylylyk çalşygyny güýçlendirýär.

Şeker erginlerini gyzdyryjylaryň ählisinde turbulent hereketiň durnukly tertibi emele gelýär ( $Re > 10.000$ ). Erginler  $Re > 1$  baha bilen gyzdyryjylar - turbajyklaryň uzynlygynyň diametrine bolan gatnaşygy  $L/d > 50$  bilen häsiýetlendirilýär. Şonuň üçin gyzdyryjylarda diwardan ergine ýylylyk berijilik koeffisiýentini kesgitlemekde ölçütlü (kriterial) deňleme ulanylýar:

$$Nu = 0,209 \cdot Re^{0,8} Pr^{0,45}. \quad (6.12.2)$$

Gyzdyryjy bug we gyzdyrylýan suwuklygyň arasyndaky temperatura tapawudy  $\Delta t_{\text{ort}}$  ýylylyk çalşyjynyň üstüniň uzaboýuna üýtgeşikligi logarifmik kanun boýunça üýtgeýänligi teoretiki kesgitlenipdir.

$$\Delta t_{\text{ort}} = \frac{(T - t_1) - (T - t_2)}{\ln[(T - t_1)/(T - t_2)]} = \frac{t_2 - t_1}{\ln[(T - t_1)/(T - t_2)]}, \quad (6.12.3)$$

bu ýerde  $T$  – gyzdyryjy buguň temperaturasy, °C;  $t_1$  – gyzdyrylýan suwuklygyň başlangyç temperaturasy, °C;  $t_2$  – gyzdyrylýan suwuklygyň ahyrky temperaturasy, °C.

Gyzdyryjynyň gyzdyrýan üstüniň meýdany  $F$  ( $m_2$ ) we ýylylyk berijilik koeffisiýenti  $k$  [ $Wt/m^2 \cdot K$ ], 1 sag. dowamynda gyzdyrýan üst bilen berilýän ýylylyk  $Q$  (Wt), şeýle hasaplanylýar:

$$Q = Fk\Delta t_{\text{ort}} = \frac{Fk(t_2 - t_1)}{\ln[(T - t_1)/(T - t_2)]}. \quad (6.12.4)$$

Eger şugundyr zawodynyň bir gije-gündizdäki öndürilijligi  $G$  (t/sut), şugundyryň massasyna görä gyzdyrylýan suwuklygyň massasy  $m$  we udel ýylylyk sygymy  $C$  [ $J/(kg \cdot K)$ ] belli bolsa, onda önümi  $t_1$  – den  $t_2$  – çenli gyzdirmek üçin gerek bolan ýylylyk  $Q$  (Wt), şeýle hasaplanylýar:

$$Q = \frac{1000Gmc}{24 \cdot 60 \cdot 3600}(t_2 - t_1). \quad (6.12.5)$$

Gyzdyryjynyň ýylylyk çalşyjynyň üsti bilen geçirilýän ýylylyk mukdary suwuklygy gyzdirmek üçin gerek bolan ýylylyk mukdaryna deň bolmaly, onda:



$$\frac{Fk(t_2 - t_1)}{\ln[(T - t_1)/(T - t_2)]} = \frac{1000Gmc}{24 \cdot 60 \cdot 3600}(t_2 - t_1). \quad (6.12.6)$$

Deňligiň iki tarapyny hem  $(t_2 - t_1)$  gysgaldyp, alarys:

$$\frac{Fk}{\ln[(T - t_1)/(T - t_2)]} = \frac{1000Gmc}{24 \cdot 60 \cdot 3600}. \quad (6.12.7)$$

Umumy sarp edilýän ýylylygyň adaty 3%-i ýitirilýär, ýylylyk çalşygy enjamyň gyzdyryjy üstüniň meýdany  $F$  ( $m^2$ ), şu deňleme boýunça tapylýar:

$$F = \frac{1,03 \cdot 1000Gmc \cdot \ln[(T - t_1)/(T - t_2)]}{24 \cdot 60 \cdot 3600k}. \quad (6.12.8)$$

K bahasy tablisadan alynýar. Ol gyzdyryjynyň turbajyklaryndaky şiräniň hereketiniň tizligine, temperaturanyň tapawudynyň ortaça – logarifmik bahasyna, önümiň konsentrasiýasyna we häsiýetine baglydyr (Prandtlýanyň ölçedi (kriteriýsi).

Önümi gyzdyryjynyň turbajygyndaky hereketiniň tizligi, şire üçin 1,5...1,9 m/s, şerbet üçin bolsa 0,3 – 0,5 m/s deň diýlip kabul edilýär. Hakykatda, önümiň tizligi – 9 (m/s) şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$\vartheta = \frac{10Gm}{68 \cdot 10^6 \cdot \rho \cdot d^2 \cdot n}, \quad (6.12.9)$$

bu ýerde  $\rho$  – önümiň dykzlygy,  $t/m^3$ ;  $d$  – turbajyknyň içki diametri, m;  $n$  – gyzdyryjynyň bir hereketindäki turbajyklaryň sany.

Birnäçe gyzdyryjylar parallel birikdirilende, önümiň tizligini 9(m/s), şu deňlemä esaslanyp hasaplaýarlar:

$$\vartheta = \frac{Gm}{68 \cdot 10^5 \rho (d_1^2 n_1 + d_2^2 n_2 + \dots + d_n^2 n_n)}, \quad (6.12.10)$$

bu ýerde  $d$  – her bir gyzdyryjynyň turbajyklarynyň içki diametri, m;  $n$  – gyzdyryjynyň her bir hereketindäki turbajyklaryň sany.

## 6.13. Kondensasiýa desgalary

### 6.13.1. Kondensatorlaryň hasaby

Kondensatorlar taslanylanda ýylylyk we konstruktiw hasaplamlary ýerine ýetirýärler. Hasaplamlaryň maksady, olaryň işiniň berlen şertlerinde wakuumyň ýeterlik çuňlugynda we barometrik suwuň ýokary temperaturasynda optimal ölçegli kondensatorlary almakdyr.

Kondensatora düşýän sowadyjy suwuň mukdary; kondensatoryň diametri; tarelkalaryň sany; barometrik turbajyklaryň ölçegi; kondensatoryň howany çykaryjy nasosyň herekete getirijisiniň kuwwaty hasaplanylmaga degişlidir.

#### 6.13.1.1. Sowadyjy suwuň sarp edilişini kesgitlemek

Sowadyjy suwuň sarp edilişi  $G$  (kg/sag), ýylylyk balansynyň esasynda şeýle kesgitlenilýär:

$$W_b \cdot i_s + Gct_s^1 = (W_b + G)ct_s^2. \quad (6.13.1)$$

$$G = W_b(i_b - \bar{c}t_s^2)/(\bar{c}t_s^2 - \bar{c}t_s^1), \quad (6.13.2)$$

bu ýerde  $W_b$  – kondensirlenýän buguň sarp edilişi, kg/sag;  $i_b$  – buguň entalpiýasy, J/kg;  $i_s$  – suwuň ýylylyk sygymy, J/(kg·K);  $t_s^1, t_s^2$ , – sowadyjy suwuň başlangyç we ahyrky temperaturalary, °C.

Tejribeleriň görkezişine görä, suwuň barometrik kondensatordan çykýan ýerindäki temperaturasy buguň doýma temperaturasyndan 2 – 3 °C pesdir, ýagny

$$t_s^2 = t_{\text{doý}} - (2...3)^\circ\text{C}. \quad (6.13.3)$$

#### 6.13.1.2. Kondensatoryň diametrini kesgitlemek

Kondensatoryň diametri  $d_k$  (m), şu deňlemenden tapylýar:

$$\frac{\pi d_k^2}{4} \omega = \frac{W_b}{\rho_b}, \quad (6.13.4)$$

ýagny

$$d_k = \sqrt{4W_b / (\pi 3600 \rho_b \vartheta)} = 0,0188 \sqrt{W_b / (\rho_b \vartheta)}, \quad (6.13.5)$$

bu ýerde  $\vartheta$  – kondensatoryň tarelkalar bilen ýapylmadyk baş kesigindäki buguň tizligi, m/s (kondensatoryň 0,012...0,020 MPa basyşynda  $\vartheta = 10...15$  m/s diýlip kabul edilýär);  $W_b$  – kondensirleýji buguň sarp edilişi, kg/sag;  $\rho$  – buguň dykzlygy, kg/m<sup>3</sup>.

### 6.13.1.3. Tarelkalaryň sanyny kesgitlemek

Tarelkalaryň sanyny hasaplamak akymyň akysşynyň ýylylyk balansynyň differensial deňlemesini çözmäge esaslanandyr. Ýöne bu ýol örän çylşyrymlydyr. Şonuň üçin tarelkalaryň hasaplamlarynyň ýönekeý görnüşi ulanylýar. Bu ýerde akymyň garşysyndaky kondensatoryň aşaky (buguň ugrundaky ilkinji) basgançagyň beýikligi  $h_1$  (m), kabul edilýär:

$$h_1 \geq D_p + (0,1...0,3), \quad (6.13.6)$$

bu ýerde  $D_p$  – kondensatora düşýän buguň akyp gelýän sowma turbajyklarynyň (paturbkajyklarynyň) diametri, m.

Indiki basgançaklaryň beýikligi kesgitlenende bug-howa basgançaklar boýunça üýşmekleriň tizliginiň özara deň şerti kabul edilýär:

$$\vartheta_1 \rho_1 = \vartheta_2 \rho_2 = \vartheta_3 \rho_3 \text{ we ş.m.}, \quad (6.13.7)$$

bu ýerde  $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \dots, \vartheta_n$  – aýratyn basgançaklardaky buguň tizligi, m/s;  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_n$  – aýratyn basgançaklardaky buguň dykzlygy, kg/m<sup>3</sup>.

Emma buguň kondensirlenmegi bilen bug-howa garyndysynyň göwrümi tiz kiçelýär we ýokarda getirilen şertiň saklanylmaly ýokarky basgançaklaryň beýikliginiň örän pes bolmagyna getirýär.

Bulary hasaba alyp, indiki basgançaklaryň beýiklikleri –  $h_2, h_3$  (m) şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$\begin{aligned} h_2 &= (0,4...0,7)h_1; \\ h_3 &= (0,4...0,7)h_2 \text{ we ş.m} \end{aligned} \quad (6.13.8)$$

Ahyrky basgançağyň beýikligi 0,2 m-den az bolmaly däl, aşaky basgançağyň beýikligi bolsa 1,2 m-den ýokary bolmaly. Başgançaklaryň ýokary beýikliginde şaglawuklaryň ýa-da suw çüwdüriminiň dar-gamagy ýüze çykýar, bu bolsa ýylylyk çalşyjyny ýaramazlaşdyrýar.

#### 6.13.1.4. Barometrik turbalaryň ölçeglerini kesgitlemek

Barometrik turbajyklaryň diametri  $D_{\text{tur}}$  (m), şeýle kesgitlenilýär:

$$D_{\text{tur}} = 0,0188 \sqrt{(G_{s.s} + W_b) / (\rho_b \cdot \vartheta)}, \quad (6.13.9)$$

bu ýerde  $G_{s.s}$ ,  $W_b$  – sowuk suwuň we buguň sarp edilişi, kg/s;  $\vartheta$  – turbadaky suwuň tizligi, m/s;  $\vartheta = 0,5 \dots 1,0$  m/s.

Turbanyň beýikligi  $H$  (m), kondensatoryň gidrozatworyny ygty-barly üpjün etmelidir:

$$H = 10,33 \frac{B}{760} + \frac{\vartheta^2}{2g} \left( 2,5 + \lambda \frac{H_o}{d_{\text{tur}}} \right) + 0,5, \quad (6.13.10)$$

bu ýerde 10,33 m – 760 mm simap sütünine gabat gelýän suw sütüniniň beýikligi (0,1 MPa);  $B$  – kondensatordaky basyşyň peselmesi, Pa;  $\lambda$  – turbadaky sürtülme garşylyk koeffisiýenti; 2,5 we 0,5 – ýerli garşylyk sebäpli akymyň ýit-gisini we kondensatoryň wakuumynyň mümkin bolan yranmasyny hasaba alýan koeffisiýent;  $H_o = 10,33 \frac{B}{760}$  atmosfera basyşyny sazlamak üçin gerek bolan  $_{\text{tur}}$ badaky suwuň sütüniniň beýikligi, m.

#### 6.13.1.5. Howa aýryjy nasosyň herekete getirijisiniň kuwwatyny kesgitlemek

Bugly we sowadyjy suwly kondensatora howa we kondensirlen-meýän gazlar gelip girýärler. Howanyň we gazyň sarp edilişi bug emele gelen suwuklygyň häsiýetine, şonuň ýaly-da howanyň dykzy-lygyna we armaturadaky hem-de turba geçirijilerdäki gazlaryň dykzy-lygyna baglydyr.

Kondensatora düşýän howa we kondensirlenmeýän gazlar buguň parsial basyşynyň we onuň garyndydaky düzüminiň azalmagyna ge-tirýär. Bu kondensasiýa wagtynda ýylylyk berijilik koeffisiýentiniň ep – esli azalmagy bolup geçýär, şonuň üçin kondensatordan howany we kondensirlenmeýän gazlary üznüksiz aýyrmak hökmandyr. 0 °C

temperaturada we 760 mm (0,1 MPa) basyşda 1kg suw (göwrümine görä) 2,0 % atmosfera howasyny saklaýar, ýagny bu erginde eredijiniň (suw) 1 kg dykzlygy  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$  howanyň hem-de sowadyjy suwuň 1000 kg-yna 0,025 kg howa girizilýär. Tejribeden belli bolşuna görä, podsosyň ululygy 1000 kg kondensat 10 kg düşýär. Şundan gelip çykyşyna görä, kondensatordan alynýan howanyň sarp ediliş hasaby şu empiriki deňleme boýunça tapylýar:

$$L = [0,25(G_{s.s} + W_b) + 100W_b] \cdot 10^{-4}. \quad (6.13.11)$$

Aýrylýan howanyň temperaturasy,  $t_{\text{howa}}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) şu deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$t_{\text{howa}} = t_s^1 + 4 + 0,1(t_s^2 - t_s^1), \quad (6.13.12)$$

bu ýerde  $t_s^1, t_s^2$  – suwuň kondensatora girýän we ondan çykýan temperaturasy,  $^{\circ}\text{C}$ .

Howanyň göwrümi,  $V_h$  ( $\text{m}^3$ ) şeýle tapylýar:

$$V_h = \frac{29,27L(273 + t_{\text{howa}})}{P_{\text{howa}}}, \quad (6.13.13)$$

bu ýerde  $P_{\text{howa}} = P_a - P_p$ ,  $P_{\text{howa}}$  we  $P_p$  – we howanyň we buguň parsial basyşy,  $\text{kg/m}^2$ ;  $P_a$  – kondensatordaky absolýut basyş,  $\text{kg/m}^2$ .

Buguň parsial basyşyny kesgitlemek üçin howanyň temperaturasy  $t_{\text{howa}}$  – suwuň bugunyň tablisalaryndan alynýar. Kondensatorlarda gaz-howa garyndylaryny aýyrmak üçin porşenli we suwhalkaly wakuum – nasoslar ulanylýar.

Eger ulanylmadyk giňişlik hasaba alynmasa, onda porşenli nasosyň kuwwaty,  $N$  (Wt) şu deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$N = \frac{1}{3600\eta_{w.n} \cdot 102} \cdot \frac{k}{k-1} P_{\text{howa}} V_h \left[ \left( \frac{10^5}{P_{\text{howa}}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right], \quad (6.13.14)$$

bu ýerde  $\eta_n$  – wakuum nasosyň p.t.k;  $\eta_n = 0,60 \dots 0,65$ ;  $k$  – howanyň giňelme görkezijisi,  $k=1,2 \dots 1,25$ ;  $P_{\text{howa}}$  – howanyň parsial basyşy, Pa.

## 6.14. Utfelleri bölmek üçin enjamlar

### 6.14.1. Sentrifugalaryň öndürilijiligi kesgitlemek

Aýratyn alnan sentrifuganyň öndürilijiligi bir wagtyň özünde roto-  
ra ýerleşýän utfeliň mukdaryna we sentrifuganyň doly sikli döwründe  
doly işiniň dowamlylygyna baglydyr. Döwürleýin hereket edýän si-  
lindr we konus görnüşli silindrli rotor arkaly işleýän sentrifugalaryň  
öndürilijiligi tapawutlandyrylýar.

Silindrli rotor arkaly işleýän sentrifuganyň öndürilijiligi  $G$  (kg/s),  
şeýle hasaplanylýar:

$$G = \frac{q}{\tau}, \quad (6.14.1)$$

bu ýerde  $q$  – utfeliň sentrifuganyň rotoryn birwagtda guýulan mukdary, kg;  
 $\tau$  – sentrifuganyň döwürleýin doly işiniň dowamlylygy, s.

Utfeliň maksimal massasy  $q_{\max}$  (kg), şeýle kesgitlenilýär:

$$q_{\max} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} h \rho, \quad (6.14.2)$$

bu ýerde  $D$  – sentrifuganyň rotorynyň içki diametri, m;  $d$  – rotoryň ýokarky  
çäklendiriji halkasynyň diametri, m;  $h$  – rotoryň beýikligi, m;  $\rho$  – utfeliň dykzlygy,  
kg/m<sup>3</sup> ( $\rho=1400$  kg/m<sup>3</sup> diýlip kabul edilýär).

Rotordaky utfeliň gatlagynyň galyňlygy  $b_{\max}$  (m), aşakdaky deň-  
leme boýunça hasaplanylýar:

$$b_{\max} = \frac{D - d}{2}. \quad (6.14.3)$$

Tejribede  $q = 0,95q_{\max}$  diýlip kabul edilýär.

Utfeliň şugundyr hasabynda sarp edilişini kesgitlemek üçin ähli  
sentrifugalaryň bir gije gündizdäki öndürilijiligi  $G_{\text{sut}}$  (t), şeýle hasapla-  
nylýar:

$$G_{\text{sut}} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,95\pi(D^2 - d^2)h\rho\varphi\varepsilon m}{4 \cdot 10\tau P}. \quad (6.14.4)$$

Utfeli bölüp almak üçin gerek bolan sentrifugalaryň sany:

$$m = \frac{4 \cdot 10G_{sut} \tau P}{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,95\pi(D^2 - d^2)h\rho\varphi\varepsilon}, \quad (6.14.5)$$

Gant-rafinad önümçiliginde sentrifugalaryň öndürilijiligi gant-rafinadyň öndürilişiniň mukdary  $G_{r.sut}$  (t/sut), bilen kesgitlenilýär:

$$G_{r.sut} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,95\pi(D^2 - d^2)h\rho\varphi\varepsilon m}{4 \cdot 10\tau P}, \quad (6.14.6)$$

bu ýerde  $D$  – sentrifuganyň rotorynyň içki diametri, m;  $d$  – rotoryň önüm bilen doldurylýan deşiginiň diametri, m;  $h$  – rotoryň beýikligi, m;  $\rho$  – utfeliň dykzlygy, kg/m<sup>3</sup>; ( $\rho = 1450$  kg/m<sup>3</sup> diýlip kabul edilýär);  $\varphi$  – rotoryň adaty aýlaw ýyglygyndan gyşarmasyny hasaba alyş koeffisiýenti;  $\varepsilon$  – ulanylyş koeffisiýenti ( $\varepsilon = 0,9$  diýlip kabul edilýär);  $\tau$  – sentrifuganyň bir sikldäki işiniň dowamlylygy, s;  $P$  – utfeliň bölünip alynýan önüminiň çykymy, % şugundyryň ýa-da rafinadyň üýsmegi;  $m$  – şu maksat üçin niýetlenen sentrifugalaryň sany.

Konus görnüşli silindr arkaly işleýän rotorly sentrifuganyň hasabynyň tekiz düýpli sentrifuganyň hasabyndan tapawudy, ol rotorynyň konus böleginde ýerleşýän utfeliň mukdaryny hasaba alýar.

Şu görnüşli sentrifuganyň öndürilijiligi  $G_{r.sut}$  (t/sut), şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$G_{r.sut} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,95\pi[3(D^2 - d^2)h + (D^2 + Dd - 2d^2)h]\rho\varphi\varepsilon m}{12 \cdot 10\tau P}. \quad (6.14.7)$$

Bu ýerden sentrifugalaryň sany:

$$m = \frac{12 \cdot 10G_{r.sut} \tau P}{24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 0,95\pi[3D^2 - d^2]h + (D^2 + Dd - 2d^2)h_1]\rho\varphi\varepsilon}. \quad (6.14.8)$$

Deňlemelerdäki (6.14.7), (6.14.8) aňlatmalar silindrli rotor arkaly işleýän sentrifuganyň öndürilijiligi kegitlenilýän deňlemelerdäki ýalydyr. Rotoryň doldurylýan deşiginiň diametri rotoryň konus böleginiň aşak deşiginiň diametrine deňdir.

Deňlemeler ulanylanda  $P$  we  $\tau$  ululyklaryň bahalaryny bilmek zerurdyr. Şugundyryň ýa-da rafinadyň agramyna göre utfeliň %

mukdary önümçiligiň önümi hasabynda kesgitlenilýär. Sentrifuganyň sikliniň işiniň dowamlylygy maglumatlar kitabyndan (sprawochnikden) tapylýar.

### 6.14.2. Sentrifuganyň rotoryny aýlaýjy herekete getirijiniň kuwwatyny kesgitlemek

Sentrifuganyň rotoryny aýlamak üçin elektrodwigateliň zerur bolan kuwwaty sentrifuganyň dürli döwürdäki işinde birmeňzeş dälendir. Iň uly kuwwat iş döwürüň başynda, guýlan utfeli we rotoryň massalaryny belli bir aýlaw tizligine ýetirmek üçin gerek bolýar. Bady ýetirilenden soň energiýanyň sarp edilişi ep-esli azalýar. Sentrifuganyň işini ahyr-laýan wagty energiýa barabanyň howa sürtülme güýjüni we rotoryň hem-de elektrodwigateliň daýançlaryndaky mehaniki sürtülmäni ýeňmäge sarp edilýär.

Sentrifuganyň işleýän döwründe energiýanyň birmeňzeş sarp edilmeyändigini herekete getirijiniň konstruksiýasyny çylşyrymlaşdyrýar. Herekete getiriji hökmünde köp basgançakly gymmat bahaly elektrodwigateller ulanylýar.

Aýlanýan jisime burç tizligini  $\omega$  – bermek üçin sarp edilýän iş, –  $A$  şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$A = \frac{I\omega^2}{2} + \frac{I\omega_0^2}{2}. \quad (6.14.9)$$

Şoňa görä sikliniň başynda  $\omega_0 = 0$  bolanda:

$$A = \frac{I\omega^2}{2}, \quad (6.14.10)$$

bu ýerde  $I$  – jisimiň inersiýasynyň ekwatorial momenti,  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ .

Diametrine garanyňda diwarynyň uly bolmadyk galyňlygynda rotoryň inersiýa momenti silindriň gapdal üstüniň momentini  $I_r$  ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ), hökmünde kesgitläp bolar.

$$I_r = m_r \frac{D^2}{4}, \quad (6.14.11)$$

bu ýerde  $m_r$  – rotoryň agramy,  $\text{kg}$ ;  $D$  – rotoryň diametri,  $\text{m}$ .

Rotoryň badyny artdyrmak üçin sarp edilen iş  $A_r$  (J), şeýle kesgitlenilýär:



$$A_r = \frac{m_r D^2 \omega^2}{2}. \quad (6.14.12)$$

Bu işi yerine ýetirmek üçin zerur bolan kuwwat  $N_A$  (kWt), şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$N_A = \frac{m_r R^2 \omega^2}{2 \cdot 10^3 \tau_0}, \quad (6.14.13)$$

bu ýerde  $\tau_0$  – sentrifuganyň badyny artdyrmagyň dowamlylygy, s.

Sentrifuganyň rotoryndaky utfel halkasynyň badyny artdyrmak üçin gerek bolan kuwwat öňki ýaly kesgitlenilýär. Bu ýagdaý üçin içi boş silindriň inersiýa momentini ulanyp, alarys:

$$I = \frac{m_u (R^2 + r^2)}{2}, \quad (6.14.14)$$

bu ýerde  $m_u$  – sentrifugadaky utfeliň massasy, m;  $R$  – rotoryň radiusy, m;  $r$  – utfeliň içki halkasynyň radiusy, m.

Utfel halkasynyň badyny artdyrmak üçin gerek bolan kuwwaty  $N_u$  (kWt), şeýle kesgitlenilýär:

$$N_u = \frac{m_u (R^2 + r^2) \omega^2}{4 \cdot 10^3 \tau_1 \eta}, \quad (6.14.15)$$

bu ýerde  $\tau_1$  – utfeli bat aldyrmagyň dowamlylygy, s;  $\eta$  – rotordaky utfeliň we toşabyň ýeri üýtgedilende gidrawliki garşylygy hasaba alýan koeffisiýent ( $\eta = 0,8$  diýlip alynýar).

Sentrifuganyň roforynyň howa sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwat  $N_h$  (kWt), turbina gurluşygynda ulanylýan deňleme boýunça tapylyp bilner.

$$N_h = 1,36 \beta H D^4 n^3, \quad (6.14.16)$$

bu ýerde  $\beta$  –  $1,8 \cdot 10^{-9}$  deň bolan koeffisient;  $H$  – beýiklik, m;  $D$  – rotoryň diametri, m;  $n$  – rotoryň aýlaw ýygyllygy,  $\text{min}^{-1}$ .

Podşipniklerdäki sürtülme güýjini ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwatyň  $N_{\text{pod}}$  (kWt), hasaplanylýşy:

$$N_{\text{pod}} = \frac{\mu m_r g \vartheta}{1000}, \quad (6.14.17)$$

bu ýerde  $\mu$  – sürtülme koeffisiýenti ( $\mu = 0,3$  diýlip alynýar);  $m_r$  – sentrifuganyň rotorynyň agramy, kg;  $\vartheta$  – podşipnigiň walyndaky inçe ýeriniň üstündäki aýlaw tizligi, m/s.

Sentrifuganyň bady nominal aýlaw ýygylgyna çenli ýetirilýän döwürde herekete getirijiniň kuwwaty  $N_1$  (kWt), şeýle kesgitlenilýär:

$$N_1 = N_A + N_u + N_h + N_{\text{pod}}. \quad (6.14.18)$$

Rotoryň bady artdyrylandan soňky döwür üçin iş kuwwaty  $N_2$  (kWt), şeýle hasaplanylýar:

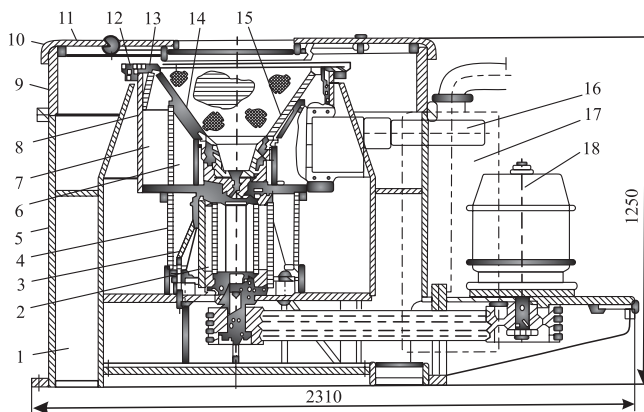
$$N_2 = N_h + N_{\text{pod}}. \quad (6.14.19)$$

### 6.14.3. Inersiýa arkaly çökündileri aýryjy wakuum-sentrifuga

Rotoryň süzüji üstüniň ähli uzynlygynda basyşyň üýtgäp durmaklygy esasynda utfeli sentrifugirlemegiň usuly rus alymlary tараpyndan tekliр edildi. Bu usul rotoryň süzüji üstünde çökündileriň derwaýys wagtyňy sazlamaga mümkinçilik döredýär we ozaldan bar bolan setrifugalarda önümiň hilini gowulandyrmaga, öndürijiligini ep-esli ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Inersiýa arkaly çökündileri aýryjy wakuum-sentrifugalaryň konstruksiýalary (6.14.1-nji surat) we häzirki bar bolan sentrifugalaryň konstruksiýalaryndan birmeňzeş maksat üçin ulanylanda, onda jebis ýapylýan wakuum – gaby 6 we 7 çäklendirilen hereketsiz korpus 8 we gidrozatwor 12 bilen tapawutlanýar. Olar toşap gaby we wakuum- kameranyň ornuny tutýarlar. Kameralar turba geçirijiler arkaly wakuum gaba 17 seplenilýär.

Süzüji üstde howa basyşy üýtgedilse, onda işlenilýän materialyň eleге bolan sürtülme güýji ulalýar, onuň hereket tizligi peselýär, çökündileriň galyňlygy artýar we süzüji üstde bolýan wagty uzaklaşýar. Basyşy üýtgetmek bilen sentrifuganyň öndürijiligini we alynýan önümiň hilini sazlap bolýar.



**6.14.1 - nji surat. Çökündileri inersiýa arkaly düşürýän wakuum-sentrifuga.**

1 – halkaly kanal; 2 – daýanç merkezi; 3 – ýag ulgamy; 4, 5 – gutular; 6, 7 – wakuum-gaplar; 8 – wakuum-kameranyň korpusy; 9 – daşky gabyň ýokarky bölegi; 10 – amortizasiýa gatlagy; 11 – gapak; 12 – gidrozatwor; 13, 14 – toşap guýulýan gutular; 15 – rotor; 16 – turba geçiriji; 17 – wakuum-gaplar; 18 - elektrodwigatel.

Häzirki döwürde inersiýa arkaly çökündileri aýryjy sentrifugalaryň öndürijiligini kesgitleýän takyk usul ýokdur. Şular ýaly sentrifugalary hasaplamak üçin norma görkeziji bolup, rotoryň üst birli-gine utfeliň udel doldurylyşy hyzmat edip biler. Utfeliň soňky önümi üçin bu norma görkeziji  $1\text{m}^2$  takmynan  $4\text{ t/sag}$  deň bolýar.

Ýokarda getirileni hasaba alyp, şugundyr üçin sentrifuganyň öndürijiligini  $G(t)$ , hasaplaýarys:

$$G = \frac{24 \cdot 100nfq}{P}, \quad (6.14.20)$$

bu ýerde  $n$  – topar üçin ätiýaç saklanylýan bir sentrifuga bilen birlikde, işleýän sentrifuganyň sany;  $f$  – bir sentrifuganyň rotorynyň üstüniň meýdany,  $\text{m}^2$ ;  $q$  – rotoryň üstüniň  $1\text{m}^2$  düşýän utfeliň agramy,  $\text{t/sag}$ ;  $P$  – şugundyrýň agramyna görä utfeliň çykymy, %.

Bir sentrifuganyň rotorynyň üstüniň zerur bolan meýdany  $f(\text{m}^2)$ , (6.14.20) deňlemeden tapylýar:

$$f = \frac{GP}{24 \cdot 100nq}. \quad (6.14.21)$$

Şu sentrifugalar üçin maddalaryň rotoryň aýlanýan diwarlaryndaky hereketine täsir edýän merkezden daşlaşýan inersiýa rotoryň konus şekilligine, aýlaw ýygylgyna, sürtülme koeffisiýentine we maddalaryň hereketiniň başlangyç şertlerine baglylygy anyklanypdyr.

Sentrifuganyň öndüriligi  $G$  (t/sag), ýük ýüklenýän gurluşyň geçirijiligi we akdyryjy tarelkanyň öndüriligi bilen kesgitlenilýär:

$$G = 6 \cdot [\pi(r_{\max}^2 - r_{\min}^2) - S] h_c n \eta \cdot \rho, \quad (6.14.22)$$

bu ýerde  $r_{\max}$  – ýük ýüklenýän deşigiň maksimal radiusy, m;  $r_{\min}$  – ýük ýüklenýän deşigiň minimal radiusy, m;  $s$  – tarelkanyň üstüni ulanylmaýan meýdany,  $m^2$ ;  $h_c$  – çökündi gatlagynyň galyňlygy, m;  $n$  – rotoryň aýlaw ýygylgy,  $min^{-1}$ ;  $\eta$  – tarelkanyň göwrüminiň doldurylyş koeffisiýenti;  $\rho$  – utfeliň dykzlygy,  $kg/m^3$ .

#### 6.14.4. HBI-JI-1000-03 kysymly inersiýa ganatly sentrifuga

Inersiýa sentrifuganyň işi gözden geçirilende, onuň içki üsti oňat hilli işlenilse-de önüm bölünende hasaplamalardan uly bomadyk gyşarmada hem bölüp almak wagtyň azalmagyna getirýändigini görkezýär. Kähalatlarda bolsa bölünmedik utfelleriň taşlanmagyna getirýär. HBI-JI görnüşli sentrifugalarda bellenilen ýetmezçilikleri aradan aýyrmak üçin süzüji üstün has kämil görnüşi ulanylýar. Onuň formasy önümiň häsiýetiniň üýtgemegi rotorda edýän hereketinde hasaba alynýar. Sentrifuganyň rotory ganatly disk görnüşlidir. Şeker utfelleriniň bölüniş prosesi rotoryň merkezinden hemişe üýtgäp durýan radiusynyň galyňlygy 1 – 8 mm ýuka gatlakda bolup geçýär.

Inersiýa esaslanan sentrifuga korpusdan 1, rotordan 2, ganatlar-dan 10, şarnir arkaly wal bilen birikdirilen çaltlaşdyryjy okaradan 12, çökündini kabul edijiden 4, herekete getirijiden 3, daýanç düwnünden 7, toşap gabyndan 5 we 6, ýuwmak we buglamak üçin gurluşdan 11, guýguç 13, toşaby sowmak üçin turbalardan 8 we staninadan 9 durýar (6.14.2-nji a surat).

Guýguç 13 arkaly utfel çaltlaşdyryjy okara 12 düşýär we merkezden daşlaşýan güýjüň täsiri astynda rotoryň aýratyn alnan ganatlarynyň üstünde birmeňzeş ýerleşdirilýär. Her bir toşap ganat-

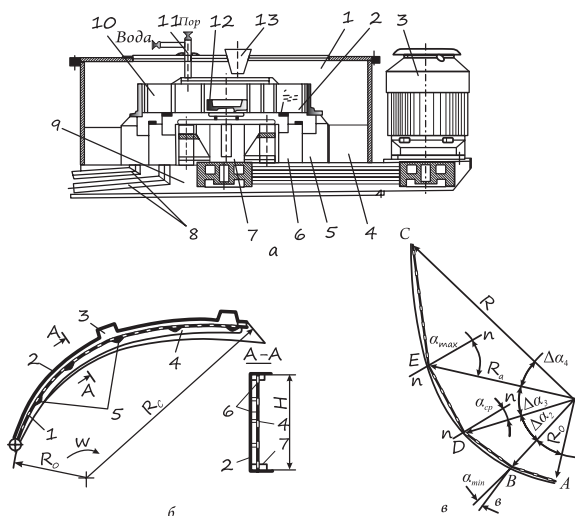
laryna şekerin kristallary bölünýär we gaba akýar, şeker bolsa şeker ýygnaýan gaba gönükdirilýär.

#### 6.14.1-nji tablisa

#### НБИ-Л-1000-03 görnüşli sentrifuganyň tehniki häsiýetnamasy

Utfel II boýunça öndürililigi	t/sag	15
Rotoryň diametri	mm	1000
Rotoryň aýlaw ýygylgy	min <sup>-1</sup>	1460
Bölünme faktory		1260
Rotoryň ganatlarynyň sany		24
Süzüji elegiň üst meýdany	m <sup>2</sup>	2,8
Elegiň deşiginiň ini	mm	0,06
Elektrodwigateliň kuwwaty	kWt	40
Göwrüm ölçegi:	mm	
uzynlygy		2500
ini		1800
beýikligi		1400
Agramy	kg	2733

6.14.2-nji b we ç suratlarda aýratyn ganatlaryň süzüji elekleriniň gapdaldan görnüşleri görkezilendir. 6.14.2-nji *b* suratda burum-burum çyzygyň (spiral) gapdaldan görnüşi görkezilendir. Ganata düşýän önüm onuň üsti bilen beriş radiusyndan  $R_0$  inelge radiusyna tarap süýşýär. Süzüji elek boýunça önümiň öňe gidýän hereketiniň görnüşi iki güýjüň, ýagny  $F_\tau$  güýjüň we  $T$  sürtülme güýjüniň gatnaşygy boýunça kesgitlenilýär, galyberse-de, başga ganatyň ähli uzynlygynda  $F\tau \geq T$  gatnaşyk berjaý edilmelidir. Durnukly hereketiň hökmany şerti – süzüji elegiň ýapgyt burçy  $\alpha$  önümiň elege bolan sürtülme güýjüne deň bolmalydyr ( $\alpha = \alpha_{\text{sur}}$ ). Bu şertiň bozulmagy  $\alpha > \alpha_t$  bolanda süzüji elekde şekerin bökdenmegine ýa-da  $\alpha = \alpha_t$  bolanda işine zyýan ýetirmegi mümkindir.



**6.14.2-nji surat. HBH-J-1000-03 görnüşli inersiya ganatly sentrifuga**

**a** – sentrifuganyň umumy görnüşü; 1 – göwresi (korpus); 2 – rotor; 3 – herekete getiriji; 4 – çökündini kabul ediji; 5, 6 – toşap gaby; 7 – daýanyç merkezi; 8 – toşaby sowujy turba; 9 – stanina (gymyldamaz ýaly berkidilýän esas); 10 – ganat; 11 – ýuwujy we buglaýjy gurluş; 12 – çaltlaşdyryjy jam; 13 – guýguç; **b** – burum-burum ganatly profil; 1- süzüji elek; 2 – göwresi; 3 - yzyna syrykdyryjy kanal; 4 – planka; 5 – böwet; 6 – dik kanal; **c** – köpburçly ganatly profil.

Ganatlaryň süzüji üsti togalak bolmadyk silindrik üstüň bir bölegi bolup, rotoryň aýlanýan okuna parallel beýiklik emele getirýän çyzykdyr. Ol burum-burum görnüşli suratlandyrylýar, utfeli berme zolagynda ýapgytlyk burçy  $\alpha_0 = 22^\circ$ , şekeriniň kristallarynyň düşme zolagy  $\alpha_d = 36^\circ$ .

Utfeliň elege bolan sürtülme burçyny hasaba alyp, birsydyrgyn burum-burum görnüşli ganatlaryň süzüji üsti  $R$  ( $m^2$ ), şeýle deňleme bilen aňladylýar:

$$R = R_0 \exp \cdot [(f_0 \varphi + \delta/2) \varphi^2], \quad (6.14.23)$$

bu ýerde  $\varphi$  – wektor  $R$  radiusynyň aýlaw burçy, grad;  $f_0$  – başdaky  $R_0$  we häzirkiki  $R$  radiuslardaky utfeliň elege sürtülme koeffisiýenti;  $\delta$  – hereket wagtynda sürtülme koeffisiýentiniň özgeriş gradiýenti.

$$\delta = \frac{f^2 - f_0^2}{1n \frac{R}{R_0}}.$$

Eksperimental barlaglaryň görkezişi ýaly, ganatlaryň beýikligi boýunça utfel gatlagynyň birmeňzeş bolmagy we süzüji elekde önümiň güýjeýän hereketinde birmeňzeş köp sapar garylmagy sebäpli, munuň öň ýany süzüji elekleriň ulanylmagy maksada laýyk hasap edilýär.

6.14.2-nji “ç” suratda ganatnyň köpburçly görnüşini getirilendir. Ol deňtaraply köpburçlukdyr. Onuň her bir çägi  $\alpha_{\min}$ ,  $\alpha_{\text{ort}}$ ,  $\alpha_{\text{maks}}$  burçlar radius wektor bilen normal aralygynda geçirilen başlangyç, orta we ahyrky zolaklarda utfeliň süýşme ugry boýunça, deňşililikde:  $\alpha_{\min} < \alpha_{\text{sür}}$ ,  $\alpha_{\min} = \alpha_{\min}$ ,  $\alpha_{\min} > \alpha_{\min}$  bolýar.

Ganatlaryň burum-burum görnüşini bilen deňeşdirilende ganatlaryň köpburçly görnüşleriniň ýasalyş tehnologiýasy ýokary we süzüji elegiň doly ulanylmasydyr.

Ganatly sentrifugalaryň öndüriligi  $G$  (kg/s), şeýle kesgitlenilýär

$$G = CC_1 \frac{100}{k} \rho_u g \xi q^2 \frac{d^2}{v}, \quad (6.14.24)$$

bu ýerde  $C$  – süzüji elegiň formasyna we ölçegine bagly bolan sentrifuganyň hemişeligi;  $C_1$  – merkezden daşlaşýan meýdanyň dartgynlylygynyň utfeliň güýçli depginli bölünmesine täsirini hasaba alýan koeffisiýent;  $\rho_u$  – utfeliň dykzlygy, kg/m<sup>3</sup>;  $\xi$  – bölünme faktorynyň süzüji elegiň meýdanyna köpeldilmegine deň bolan sentrifuganyň öndüriligiň indeksi, m<sup>2</sup>;  $q$  – şekerin göwrüm birliginde erginiň kristalara göwrümi;  $d$  – utfeldäki kristallaryň ortaça ölçegi;  $k$  – utfeldäki şekerin kristallarynyň konsentrasiýasyny hasaba alyş koeffisiýenti;  $v$  – erginiň kristalara kinematik şepbeşikligi, m<sup>2</sup>/s.

Köp başgançakly yzyna syrygdyryp, ugry üýtgedilýän üýşmegiň badyny artdyrmak üçin zerur bolan kuwwat  $N_{\text{b.a}}$  (kWt), şeýle aňladylýar:

$$N_{\text{b.a}} = G \frac{\omega^2}{\eta} (k_1 R_1^2 + k_2 R_2^2 + \dots + k_0 R_1^2), \quad (6.14.25)$$

bu ýerde  $G$  – sentrifuganyň öndüriligi, kg/s;  $\omega$  – rotoryň aýlanma burç tizligi, rad/s;  $\eta$  – herekete getirijiniň p.t.k.;  $k_1, k_2, \dots, k_0$  degişli  $R_1, R_2, \dots, R_r$  radiuslarda rotordan yzyna gaýtarylan suwuklyk fazasynyň we çökündiniň massasynyň bölekleri.

Bir tonna utfeli gaýtadan işlemek üçin sarp edilýän orta udel energiýa, takmynan, 2,5 kWt-sag deň bolýar. Bu bolsa inersiýaly sentrifugalaryň beýleki görnüşlerinden 2–3 esse pesdir.

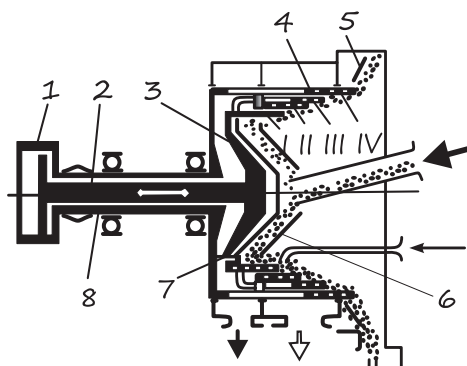
Sentrifugalaryň ganatlarynyň deşikleriniň ini 0,06 mm bolan nikel elekler bilen örtülýär. Elekleriň işçi üstleriniň arassalygy  $1,25 - 0,32 R_a$  bolmalydyr.

#### **6.14.5. НГП-4К-860 görnüşli çökündini pulsirleme esasynda düşürýän üznüksiz işleýän sentrifuga**

Pulsirleýji sentrifugalarda bölüp almak prosesi üznüksiz amala aşyrylýar: sentrifuganyň rotory hemişe utfel bilen doldurylýar, çökündi bolsa rotoryň hemişelik aýlaw ýygylgynda wagtal-wagtal aýrylyp durýar. Rotoryň basgançagyndan basgançagyna süýşen mahaly çökündi ýumşadylýar, bu bolsa yzyna syrykmaklygy ýokary derejede üpjün edýär.

Sentrifuga (6.14.3-nji surat) şeýle işleýär. Utfel iýmitlendiriji turba arkaly iki diwary 6, 7 bolan ýük ýüklenilýän guýgujyň üsti bilen hemişelik tizlik bilen aýlanýan rotora 4 üznüksiz geçip durýar. Guýguç rotoryň I basgançagyň ähli töweregi boýunça utfeli birmeňzeş paýlaşdyrmak üçin hyzmat edýär. Ähli basgançaklar, itekleýji 3 we guýguç hemişelik tizlik bilen sinhron aýlanýarlar. Mundan başga-da, itekleýji 3 we rotoryň özara gaty baglanyşykly iki I we III basgançagy okuň ugry boýunça güýjeýän-yza gaýdyş hereket edýär. Merkezden daşlaşýan güýjüň täsiri esasynda rotoryň I basgançagyna gelýän utfelden toşap bölünüp aýrylýar. Toşap elegiň üsti bilen rotoryň basgançaklarynyň karkasyndan gaba geçirilýar we basgançaklarda şeker gatlagy emele gelýär. Şeker itekleýjiniň okunyň hereketi, sonuň ýaly-da I basgançaga düşýän utfeliň direlmeği esasynda basgançaklardan rotoryň ahyryna yzygiderli itilýär. Şeker forsunkalaryň kömegi bilen ýuwulýar. Forsunkalara suw maýyşgak şlangalar arkaly ge-tirilýär. Maýyşgak şlangalar forsunkalaryň ugruny okuň ugry boýunça üýtgetmäge mümkinçilik döredýär.

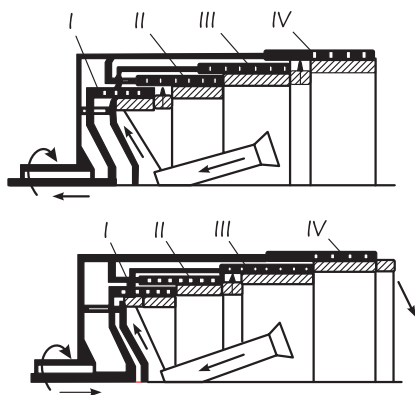




**6.14.3-nji surat. HGП-4K-860 sentrifuganyň esasy (prinsipial) shemasy.**

1 – porşen; 2 – ştok; 3 – itekleýji; 4 – rotor; 5 – aýlanýan disk; 6, 7 – ýükleýän guýgujyň diwary; 8 – içi boş wal; I, III – rotoryň okuň ugruna hereket edýän basgançaklary; II, IV – rotoryň okuň ugruna hereketsiz basgançaklary.

Itekleýjiniň çep tarap hereketinde (6.14.4-nji surat) utfelň mas-sasy ýük ýükleýän guýgujyň hereket etmeýän bölegine direlýär we rotoryň I basgançagy bilen eýelenen II basgançagyň boňan giňişligine oklanylýar. Şeýlelikde, şeker III basgançakdan IV basgançaga okla-nylýar. Itekleýjiniň saga tarap hereketinde utfel I basgançaga düşýär, şeker bolsa sentrifuganyň II basgançagyndan III we IV basgançak-laryna oklanylýar.



**6.14.4-nji surat. Hidropriwodyň bir işçi döwri üçin HGП-4K-860 sentrifuganyň rotorynyň aýratyn alnan basgançaklarynda şekerin süýşme shemasy**

Diýmek, sentrifuganyň gidropriwodynyň porşeninden bir iş döw-  
ründe bölünip alnan şekerini belli bir mukdary aýrylýar.

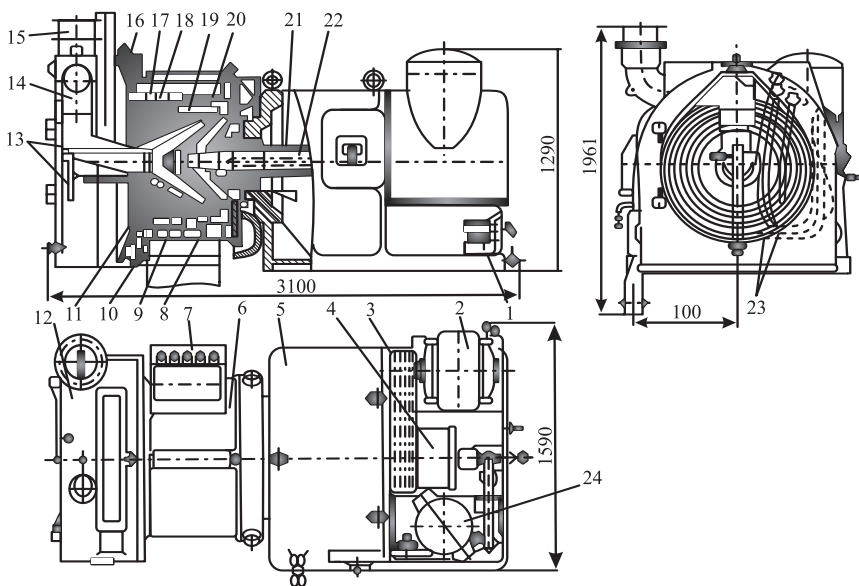
Elegiň üsti boýunça şekerini hereketini üpjün etmek üçin rotoryň  
aýratyn alnan basgançaklarynda şeker gatlagynyň kesgitli gatylyga  
eýe bolmagy gerek. Ol diňe şekerini galyňlygyna bagly bolman, onuň  
hereket edýän ugrunyň uzynlygyna, şeker gatlagynyň häsiýetine, gat-  
lak bilen elegiň üstüniň sürtülme koeffisiýentine we çökündä täsir  
edýän merkezden daşlaşýan güýje baglydyr.

Şeker gatlagy bilen elegiň üstüniň sürtülme koeffisiýenti elegiň  
ýagdaýy, kristallaryň ölçegi we sürtülýän üstde bolan toşabyň mukdary  
boýunça kesgitlenilýär. Şeker gatlagyna täsir edýän merkezden  
daşlaşýan güýç näçe az bolsa, şonça-da şeker gatlagy uzyn we inçe  
bolýar. Gatlakda suwuklyk sürtülme güýji näçe köp bolsa, şonça-da  
gatlagyň gatylyk derejesi pes bolýar. Bu sebäplere görä, gerek bolan  
gatylygy alyp bolmasa, onda çökündiniň süýşmesi mümkin bolmaýar.

Köp basgançakly sentrifuganyň artykmaçlygy: her basgançak-  
da itekleýji güýjüň azlygy we bir basgançakdan beýleki basgançaga  
süýşürilende şeker çökündisiniň gatlagynyň ýumşadylmagy. Bu bolsa  
rotoryň ähli uzynlygynda şeker gatlagynyň süzüjilik ukybynyň gowu-  
lanmagyna ýardam edýär.

Sentrifuganyň esasy bölekleri (*6.14.5-nji surat*): stanina 5; dört  
basgançakly rotor; içi boş esasy wal 21; esasy waly herekete getiriji  
2; ýag silindri 4; ýag nasosy elektrodwigatel 24 we ýylylyk alyşma 1  
bilen; ýük ýükleýän turba 14 we ýük düşürýän konus 16.

Içi boş walyň ön tarapynda rotoryň iki basgançagy, garşy tara-  
pynyň ahyrynda ýag silindriň korpusy, onuň daşky üstünde pahna  
görnüşli kemer hereketi geçiriji şkiw 3 ýerleşýär. Silindriň içinde  
ýerleşen porşen ştok bilen birikdirilendir. Rotoryň içinde itekleýjiniň  
9 düýbi ýerleşýär. Ol bolsa ştok 22 we içki 10 we daşky 11 konus-



**6.14.5-nji surat. Çökündini pulsirleme esasynda düşürýän  
üznüksiz işleýän HFII-4K-860 sentrifuganyň konstruksiýasy**

1 – ýylylyk tabşyryjy; 2 – rotoryň herekete getirijisi; 3 – pahna görnüşli kemer geçiriji; 4 – ýag silindri; 5 – stanina; 6 – rotoryň gaby; 7 – segregator; 8 – rotoryň düýbi; 9 – itekleýjiniň düýbi; 10 – içki konus; 11 – daşky konus; 12 – öňdäki guty; 13 – bugartmak üçin turbalar; 14 – ýük ýüklenilýän turba; 15 – sorup çykarýan turba; 16 – ýük düşürilýän konus; 17, 18, 19, 20 – rotoryň basgançaklary; 21 – içi boş wal; 22 – ştok; 23 – ýuwmak üçin turbalar; 24 – ýag nasosynyň herekete getirijisi.

dan durýan iýmitlendiriji guýguç bilen birikdirilendir. Konuslaryň aralygyna ýük ýükleýji turbadan utfel düşýär. Iýmitlendiriji turbanyň daşky konusa birikdirilen ýerinde syzýan ýitgileri sowmak üçin sorujy konus berkidilýär. Ähli konuslar diňe aýlanma hereket edýärler.

Sentrifuganyň öňki gabynda 12 iýmitlendiriji turba, ýuwujy kommunikasiýa 23 we sentrifuganyň iň soňky basgançagyndan gaba düşýän kristallaryň urgusyny ýumşatmak üçin ýerleşdirilen ýük düşürýän konus 16 ýerleşýär.

**HFII-4K-860 görnüşli sentrifuganyň tehniki häsiýetnamasy**

Rafinad bulamagy boýunça öndüriligi, kg/sag	5000...6000
Rotoryň <i>I, II, III</i> we <i>IV</i> basgançaklarynyň diametri, mm	670, 720, 790 we 860
<i>I, II, III</i> we <i>IV</i> basgançaklaryň uzynlygy, mm	230, 230, 90 we 100
Rotoryň aýlaw ýygylgy, min <sup>-1</sup>	855, 1025
<b>Aýlaw ýygylgynda iň uly bölünme ýagdaýy:</b>	
855 min <sup>-1</sup>	350
1025 min <sup>-1</sup>	500
Itekleýjiniň işçi hereketiniň sany, min	46 çenli
Itekleýjiniň hereketiniň ululygy, mm	50
<b>Gidroulgam:</b>	
ulgamdaky ýagyň mukdary, l	700
silindrdäki basyş, MPa	0,8...1,0
hyr şekilli nasosyň öndüriligi, l/min	378
<b>Elektrodwigateliň kuwwaty, kWt:</b>	
sentrifuganyň herekete getirijisi	20
ýag nasosy	14
<b>Ölçepleri, mm:</b>	
uzynlygy	3100
ini	1700
beýikligi	1490
<b>Agramy, kg</b>	7700

Sentrifuganyň staninasynda ýag üçin wanna, ýylylyk tabşyryjy *I*, süzgüç ýerleşýär. Onda rotoryň herekete getirijisi we hyr şekilli ýag nasosy berkidilen. Ýag nasos ulgamy ýag silindrine basyş astynda ýag bermek, ulgamda basyşy hemişelik saklamak we ýag silindrine düşýän ýagyň mukdaryny üýtgetmek üçin gulluk edýär. Şeýlelik-de, rotoryň basgançaklarynyň güýjeýän-yza gaýdyş hereketiniň ýygylgy sazlanýar.

Utfel iýmitlendiriji turba we guýguç arkaly rotoryň *I* basgançagy-na üznüksiz barýar, şol ýerde toşap utfelden bölünip aýrylýar we şeker

gatlagy emele gelýär. Pulsirlenme esasynda rotoryň *I* we *III* basgançaklarynda şeker onuň ugry boýunça süşýär we iň soňky basgançakdan ýük düşürilýän konusa geçirilýär. Ondan bolsa kabul edijä taşlanýar. Zerurlyk ýüze çykan mahaly sentrifuga bug, gyzgyn we sowuk suw çekilýär.

Sentrifuganyň şekerlenmezligi üçin *I3* turbalar arkaly bug geçirilýär. Bug ýük ýüklenilýän turbalaryň gabyna, turba bilen aýlanýan guýgujyň arasynda ýerleşýän tyrpma halkalaryna, ýük düşürýän diskiň daýanç üstüne we rotor bilen daşynyň dykyzlandyrylan ýerlerine ýaýradylýar.

Üznüksiz işleýän pulsirleýji sentrifuganyň (gije – gündizde *t* rafinad) öndürilijiliği onuň iň soňky basgançagy üçin şeýle kesgitlenilýär

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60 \pi (R_n^2 - r_n^2) L n \rho k \varphi}{10^5 \psi}, \quad (6.14.26)$$

bu ýerde  $R_n$  – rotoryň ahyrky basgançagyň içki radiusy, m;  $r_n$  – ahyrky basgançakda şeker gatlagynyň içki radiusy, m;  $L$  – porşeniň itekleyjisiniň hereketiniň uzynlygy, m;  $n$  – pulsirleme ýygylgy,  $s^{-1}$ ;  $\rho$  – rafinad bulamagyň dykyzlygy,  $kg/m^3$ ;  $k$  – rotoryň basgançagynda şeker gatlagynyň hakyky galyňlygyny hasaba alýan doldurma koeffisiýenti ( $k = 0,8$  diýlip kabul edilýär);  $\varphi$  – rafinad bulamagyň massasyna görä rafinadyň çykymy, % ( $\varphi = 92\%$  diýlip kabul edilýär);  $\psi = 0,1$  we  $II$  rafinad utfelleriniň mukdarynyň rafinad utfelleriniň umumy mukdaryna bolan gatnaşygy.

Sentrifugany herekete getirijisiniň gerek bolan kuwwaty: sentrifuganyň rotoryndan çökündini aýyrmak üçin sarp edilýän energiýasy boýunça; sentrifuga düşýän utfeliň aýlaw tizliginiň rotoryň tizligine deň bolmagy üçin berilýän kuwwat boýunça; barabanyň howa bolan we podşipniklerdäki sürtülme güýçlerini ýeňip geçmek üçin sarp edilýän energiýa boýunça kesgitlenilýär.

Utfele nominal aýlaw tizligini bermek üçin zerur bolan kuwwat  $N_1$  (kWt), şeýle aňladylýar:

$$N_1 = \frac{m_u (\omega r)^2}{2 \cdot 1000} = \frac{m_u F_0 r g}{2 \cdot 10^3}, \quad (6.14.27)$$

bu ýerde  $m_u$  – sentrifuga düşýän utfeliň massasy, kg/s;  $\omega$  – rotoryň aýlawynyň burç tizligi, rad/s;  $F_0$  – Frudyň ölçegi  $F_0 = \frac{v}{rg}$ ;  $r$  – utfeliň düşýän basgançagyň içki radiusy, m.

Porşeniň itekleýjisiniň hereketinde bir basgançakdaky çökündini süýşürmek üçin herekete getirijiniň kuwwaty şu düşünjeler bilen kesgitlenilýär.

Çökündini basgançaklaryň diwaryna gysýan güýç  $F_g$  (N), şeýle kesgitlenilýär:  $F_g = m_{\text{çök}} \omega^2 r_n$ ,

bu ýerde  $m$  – degişli basgançagyň radiusy, m;  $m_{\text{çök}}$  – çökündiniň massasy, kg.

Basgançaga görä çökündini süýşürmek üçin gerek bolan güýç,  $F_{\text{ç.s}}$  (N) şeýle kesgitlenilýär

$$F_{\text{ç.s}} = m_{\text{çök}} \omega^2 r_n f,$$

bu ýerde  $\omega$  – rotoryň aýlawynyň burç tizligi, rad/s;  $r_n$  – degişli basgançagyň radiusy, m;  $f$  – rotoryň dürli basgançaklarynda şekeriniň sürtülme koeffisiýenti,  $f = 0,35 - 0,55$ .

Itekleýjiniň bir işçi hereketinde bir basgançakdaky iş  $A$  (J) şeýle aňladylýar:

$$A = m_{\text{çök}} \omega^2 r_n f L$$

Işçi hereketiň bir minutdaky sany  $N$  bolanda bir basgançakdaky çökündini süýşürmek üçin gerek bolan kuwwat  $N$  (kWt), şu görnüşde ýazylýar:

$$N = \frac{m_{\text{çök}} \omega^2 r_n f L n}{60 \cdot 1000} = \frac{m_{\text{çök}} F_r f L n}{60 \cdot 10^4}. \quad (6.14.28)$$

Eger çökündi bir wagtyň özünde rotoryň birnäçe basgançagy boýunça süýşýän bolsa, onda çökündini süýşürmek üçin herekete getirijiniň gerek bolan umumy kuwwaty aýratyn alnan basgançaklaryň kuwwatlarynyň jemine deňdir.

Rotoryň howa we herekete getirijiniň podşipnikleriniň sürtülme garşylyklaryny hasaba alyp, aýratyn basgançagyň herekete getirijisiniň kuwwaty  $N_{\text{h.g}}$  (kWt), aşakdaky görnüşde kesgitlenilýär:

$$N_{\text{h.g}} = N_1 + N_2 + N_h + N_{\text{pod}},$$

bu ýerde  $N_h$  – rotoryň howa bolan sürtülme garşylygyny ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwat;  $N_1$  – herekete getirijiniň podşipnikleriniň sürtülme garşylygyny ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwat.

## 6.15. Guradyjy desgalar

### 6.15.1. Şeker guradyjy enjamyň hasaplamalary

Adaty guradyjy – sowadyjy enjamyň hasabynda guradyjydaky bugaran çygyň mukdary, guradyja berilýän gyzgyn howanyň mukdary, çygyň bugarmagy üçin gerek bolan ýylylygy we guradyjy hem-de sowadyjy kameralaryň esasy ölçegleri kesgitlenilýär. Hasaplamalar üçin guradylýan materialyň mukdaryny we onuň başdaky we ahyrky çyglylygyny hem-de guradyjy agentleriň parametrlerini bilmek gerek.

Çygly şekerden aýrylan çygyň mukdary maddy balans boýunça kesgitlenilýär. Parametrleriň kabul edilen bellikleri 6.15.1-nji tablisada getirilendir.

6.15.1-nji tablisa

**Guradyjynyň maddy balansy**

Girdeji, kg/s	Bellik	Çykdaýy kg/s	Bellik
Çygly şeker	$G_1$	Guradylan şeker	$G_2$
Girýän howa	$L_1$	Çykýan howa	$L_2$
Maddanyň umumy gelşi	$G_1+L_1$	Maddanyň umumy sarp edilişi	$G_2+L_2$

Çyg şekeriniň sarp edilişi önümiň maddy balansy boýunça kesgitlenilýär. Guradylan şekeriniň sarp edilişi çyg we guradylan şekerdäki absolýut gury maddalaryň düzümi boýunça maddy balansdan kesgitlenilýär.

Gury maddanyň düzümi  $G$  (kg/s), şeýle hasaplanylýar: çygly şekerde –

$$G = G_1 \frac{100 - w_1}{100}; \quad (6.15.1)$$

guradylan şekerde –

$$G_1 = G_2 \frac{100 - w^2}{100}, \quad (6.15.2)$$

bu ýerde  $w_1$  – guradyja düşýän şekeriniň çyglylygy, %;  $w_2$  – guradyjydan düşürilýän şekeriniň çyglylygy, %.

Maddy balansy baglylykda

$$G_1 \frac{100 - w_1}{100} = G_2 \frac{100 - w_2}{100}, \quad (6.15.3)$$

bu ýerden

$$G_2 = G_1 \frac{100 - w_1}{100 - w_2}. \quad (6.15.4)$$

Aýrylan çygyň mukdary  $W$ , şu aşakdaky deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$W = G_1 - G_2 = G_1 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = G_2 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1}. \quad (6.15.5)$$

Guradyjydan çykýan howanyň mukdary  $L_2$  (kg/s), şeýle aňladylýar:

$$L_2 = L_1 + W. \quad (6.15.6)$$

Guradyjydan aýrylan çygyň mukdary  $W$ , aşakdaky deňlemenden kesgitlenip bilner.

$$W = L(x_2 - x_1) \quad (6.15.7)$$

bu ýerden

$$L = \frac{W}{x_2 - x_1}, \quad (6.15.8)$$

bu ýerde  $L$  – guradyja berilýän gury howanyň mukdary, kg/s;  $x_2$  – guradyjydan çykýan howanyň düzümindäki çyglylyk kg/kg;  $x_1$  – guradyja berilýän howanyň düzümindäki çyglylyk, kg/kg.

Çyglylygy hasaba alnan howanyň guradyja berilýän mukdary,  $L_1$  (kg/s) şeýle aňladylýar:

$$L_1 = L + Lx_1. \quad (6.15.9)$$

Şekeri guratmak üçin sarp edilýän ýylylyk balans boýunça kesgitlenilýär (6.15.2-nji tablisa).

6.15.2-nji tablisa

### Guradyjynyň ýylylyk balansy

Ýylylygyň sarp edilişiniň görnüşleri	Aňlatmalar
Ýylylygyň çygy bugartmak üçin sarp edilişi, J/s	$Q_b = W(r + c_1 t)$
Ýylylygyň şekeri gyzdyrmak üçin sarp edilişi, J/s	$Q_g = G_2 c_2 (t_2 - t_1)$
Ýylylygyň daşky gurşawa ýitgisi, J	$Q_y = (Q_b + Q_g + Q_y) \varepsilon / 100$



Ýylylygyň umumy sarp edilişi  $Q$  ( $J/kg$ ) , şeýle aňladylýar:

$$Q = Q_b + Q_g + Q_y, \quad (6.15.10)$$

bu ýerde  $r$  – bug emele gelmegiň udel ýylylygy,  $J/kg$ ;  $t_1, t_2$  – guradyja girende we çykanda şekeriniň temperaturasy,  $^{\circ}C$ ;  $c_1, c_2$  – suwuň we guradylan şekeriniň udel ýylylyk sygymy,  $J/(kg \cdot K)$ ;  $\varepsilon$  – ýylylygyň daşky gurşawa ýitgisi, % ( $\varepsilon = 5 \dots 15\%$  diýlip kabul edilýär).

Eger şeker goşmaça gyzdrylman guradylsa, onda ululyk otrisatel bolup biler.

Şekeri guratmak üçin gerek bolan ýylylyk  $Q$  ( $J/kg$ ) , gyzdrylan howanyň temperaturasynyň  $t_1$ -den  $t_2$  aralygynda üýtgemeginde berilýär. Ol şeýle deňleme alýarlar:

$$Q = c_h (t_1 - t_2)L + c_b (t_1 - t_2) xL. \quad (6.15.11)$$

Deňlemä (6.15.11)  $L$ -niň ýerine onuň bahasyny (6.15.8) deňlemeden goýup, şeýle deňleme alýarlar:

$$\frac{(t_1 - t_2)}{x_2 - x_1} = \frac{Q}{W(c_h + c_b x_1)}. \quad (6.15.12)$$

Eger ýylylygyň udel sarp edilişi  $q = \frac{Q}{W}$  bilen bellense, bu ýerden  $W = qW$  bolar, (6.15.12) deňleme aşadaky görnüşe geler:

$$\frac{(t_1 - t_2)}{x_2 - x_1} = - \frac{q}{(c_h + c_b x_1)}. \quad (6.15.13)$$

Howanyň absolýut çyglylygy  $x_2$  we  $x_1$  L.K.Ramziniň howanyň çyglylyk ýagdaýynyň diagrammasy ýa-da  $I - d$  diýlip atlandyrylýan diagrammany ulanyp, berlen otnositel çyglylyk  $\varphi$  boýunça kesgitlenilýär.  $Q$  ýa-da  $q$  bahalary ýylylyk balansyndan tapylýar.

Çyg howanyň ýylylyk düzümi  $I$  ( $J/kg$ ), şeýle tapylýar:

$$I = c_h t + x(c_b t + r), \quad (6.15.14)$$

bu ýerde  $c_h$  – howanyň ýylylyk sygymy;  $c_h = 1,004 \cdot 10^3 J/(kg \cdot K)$ ;  $c_b$  – buguň ýylylyk sygymy,  $c_b = 1,96 \cdot 10^3 J/(kg \cdot K)$ ;  $r$  – buguň emele gelmeginiň udel ýylylygy,  $r = 2,49 \cdot 10^6 J/kg$ .

Guradyjy barabanyň göwrümi,  $V$  guradyjy barabanyň giňişli gindäki çyglylyk boýunça berlen dartgynlylykdan kesgitlenilýär ( $m^3$ )

$$V = \frac{W}{A}, \quad (6.15.15)$$

bu ýerde  $W$  – şekerden aýrylýan çygyň mukdary, kg/s;  $A$  – guradyjy barabanyň giňişligindäki çyglylygyň dartgynlylygy (hereket edýän norma boýunça alynýar).

Zawodyň şugundyr boýunça öndürijiligine gabat gelýän baraban apparatyň öndürijiligi  $G$  (t/sut), şu aşakdaky deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$G = \frac{24 \cdot 100VA}{P(w_1 - w_2) \cdot 10}, \quad (6.15.16)$$

bu ýerde  $A$  – guradyjy apparatyň göwrüminiň çyglylyk dartgynlylygy,  $kg/(m^3 \cdot sag)$  (bir barabanly guradyjylar üçin  $A = 0,6...3,0 kg/(m^3 \cdot sag)$ , iki barabanly guradyjylar üçin  $A = 7,0 kg/(m^3 \cdot sag)$  diýlip kabul edilýär);  $P$  – guradylýan şekeriniň mukdaryna görä, guradyja düşýän we ondan düşürilýän şekeriniň mukdary, %.

### 6.15.2. Barabanly guradyjy enjamyň hasaplamalary

Guradyjy enjam proyektirlenende (taslananda) ilki başda onuň görnüşini saýlamak we guradylyma prosesiniň esasy hasaplanylýan parametrleri kesgitlemek guradyjy agentiniň oňnositel çyglylygyny, onuň ýylylyk we çyglylyk düzümini, guratmak üçin howanyň udel sarp edilişini bilmek zerurdyr. Tehnologik hasaplamalara görä, guradyjynyň gabarasynyň ölçegleri kesgitlenilýär.

Barabanyň esasy ölçegleriniň zerur bolan öndürijilige baglylykda şu häsiýetnamalary kesgitlenilýär: barabanyň löt bilen doldurylyş koeffisiýenti; barbandaky guradyjy agentiniň tizligi, guramagyň dowamlylygy we ony çalyşýan ululyk – barabanyň çyglylyk göwrüminiň napryženiýesi.

Barabanyň doldurylyş koeffisiýenti, esasan, barabanyň içinde oturdylan paýlaýjy nasadkanyň konstruksiýasyna we materialyň fiziki häsiýetine baglydyr. Barabanyň doldurylyş koeffisiýentini grafik boýunça kesgitlemek löt bilen doldurylan barabanyň kese kesiginiň meýdanynyň onuň umumy kese keseginiň meýdanynyna bolan gatnaşygy bilen amala aşyrylýar. Löt guradyjy barabanlar üçin doldurylyş koeffisiýenti  $\beta$  0,178...0,225 aralykda, şeker üçin 0,04 deň bolýar.

Islendik guradyjy agent bilen işlenilende barabanyň içindäki guradyjy agentiniň tizligi lötün ähli maddalary üçin hemişelik ululykdyr. Lötün maddalarynyň ölçegleri giň çäklerde üýtgeýänligi üçin guradyjy agentiniň tizligi iň kiçi maddalar üçin kesgitlenilýär. Bu maddalar barabandan çykmazdan oň guradylan lötün umumy massasyna gaýdyp gelmegi üçin şeýle edilýär. Löti guratmak üçin guradyjy agentiniň tizligi  $v_{ag}$  1,5...2,5 m/s aralykda kabul edilýär.

Barabanyň gerek bolan esasy ölçeglerini hasaplamak üçin üçünji häsiýetnama bu guratmagyň dowamlylygydyr. Muny tejribe arkaly kesgitlemek zerurdyr; bu bolsa köplenç kyndyr. Şonuň üçin barabanyň çyg boýunça göwrüm naprýaženiýesiniň (6.15.3-nji tablisa) bahasyn-dan peýdalanylýar.

6.15.3-nji tablisa

**Barabanly guradyjy enjamyň esasy parametrleri**

Gura-dylyan önüm	Ýyly-lyk ýaýra-dyjy	Materialyň çyglylygy		Ýylylyk ýaýradyjynyň temperaturasy		Çyglyly-gyň naprýaže-niýesi $kg/(m^3 \cdot sag)$	Guradyjy-nyň görnüş-i
		başlan-gyç	ahyr-ky	başlan-gyç	ahyr-ky		
Şeker	Howa	0,5	0,1	20	30	0,6...3,0	Bir bara-banly
Şeker	Howa	1,5...1,7	0,5	100... 120 0	75... 85 5	7,0	iki bara-banly: bir baraban iki baraban
Löt	Tüs-seli gaz	84	12	750	125	185	Bir bara-banly

Barabanyň çygly göwrüminiň naprýaženiýesiniň ululygyny bilip, onuň göwrümi  $V_b$  ( $m^3$ ), şu deňleme boýunça hasaplanylýar.

$$V_b = \frac{W}{A}, \quad (6.15.17)$$

bu ýerde  $W$  – bir sagatda lötiden aýrylýan çygynyň mukdary, kg;  $A$  – barabanyň çyg boýunça göwrüminiň naprýaženiýesi,  $kg/(m^3 \cdot sag)$ .

Guradyjy barabanyň göwrümini  $V(m^3)$ , kesgitlemek üçin başga deňlemeler hem ulanylýar.

$$V_b = \frac{\pi D_b^2}{4} L_b, \quad (6.15.18)$$

bu ýerde:  $D_b$  we  $L_b$  – barabanyň diametri we uzynlygy, m.

Guradyjy agentniň sarp edilişi  $LV_0$  (kg/sag), şeýle aňladylýar:

$$LV_0 = 3600 \frac{\pi D_b^2}{4} (1 - \beta) \vartheta_{ag}, \quad (6.15.19)$$

bu ýerde:  $V_0$  – barabanyň göwrümine düşýän 1 kg guradyjy agent,  $m^3$ ;  $\beta$  – barabanyň doldurylyş koeffisiýenti;  $\vartheta_{ag}$  – barabanyň ahrynda guradyjy agentniň tizligi, m/s.

Deňlemeden (6.15.19) barabanyň diametrini,  $D_b$  (m) taparys:

$$D_b = \sqrt{\frac{4LV_0}{3600\pi(1-\beta)\vartheta_{ag}}} = 0,0188 \sqrt{\frac{LV_0}{(1-\beta)\vartheta_{ag}}}. \quad (6.15.20)$$

Barabanyň diametrini we göwrümini bilip, onuň uzynlygyny şu deňleme bilen kesgitleýäris:

$$L_b = \frac{4V_0}{\pi D_b^2}. \quad (6.15.21)$$

Guradyjy barabanlaryň uzynlygynyň diametrine bolan 3,5...7,0 gatnaşygynyň maksimal bahasynda hödürülenýän diametleri 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400 we 2800 mm.

Eger baraban guradyjynyň konstruksiýasy saýlanylyp alnan bolsa, onda lötüň barabandaky wagty (min) aşakdaky deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$V_b \beta = \frac{G_1 + G_2}{2 \cdot \rho_{ort}} \frac{\tau}{60}, \quad (6.15.22)$$

bu ýerde  $\beta$  – barabanyň doldurylyş koeffisiýenti;  $G_1$  – çyg material boýunça barabanyň öndürilijiligi, kg/sag;  $G_2$  – guradylan material boýunça barabanyň öndürilijiligi, kg/sag;  $\tau$  – materialyň barabandaky wagty, min;  $\rho_{ort}$  – materialyň ortaça dykzylygy, kg/ $m^3$ .

$G_1$ ,  $G_2$  we  $W$  bahalaryny şeker üçin guradyjy enjamlaryň hasaplamalary ýaly kesgitlenilýär (6.15.3, 6.15.4 we 6.15.5 deňlemelere seret).

Deňlemäni (6.15.22) özgerdip, guratmagyň wagtyny  $\tau$  (s), hasaplamak üçin şu deňlemäni alarys:

$$\tau = 120 \frac{\beta \rho_{\text{ort}} (w_1 - w_2)}{A[200 - (w_1 - w_2)]}. \quad (6.15.23)$$

Deňlemeden (6.15.23) görnüşi ýaly birmeňzeş şertlerde guratmagyň dowamlylygy barabanyň material bilen doldurylyş koeffisiýentine, onuň orta dykzylgyna, materialda başdaky we ahyrky çygyň düzümine baglydyr.

Barabany herekete getirmek üçin onuň p.t.k hasaba almak bilen zerur bolan elektrodwigateliň kuwwaty,  $N$  (kWt) şeýle kesgitlenilýär:

$$N = \frac{M_{e.d} \omega}{1000 \eta_{h.g}}, \quad (6.15.24)$$

bu ýerde  $M_{e.d}$  – elektrodwigateliň aýlanma momenti,  $N \cdot m$ ;  $\omega$  – barabanyň aýlanma burç tizligi, rad/s;  $\eta_{h.g}$  – herekete getirijiniň p.t.k (adaty  $\eta_{h.g} - 0,8 \dots 0,85$ ).

Aýlanma momentini  $M_{e.d} (N \cdot m)$ , kesgitlemek örän çylşyrymlydyr, şonuň üçin tejribe hasaplamalarynda takmyny deňlemeler ulanylýar:

$$M_{e.d} = L_b G g A + \frac{\pi D_b^2}{4} \beta \rho g (L_1 x_1 + L_2 x_2 + LA), \quad (6.15.25)$$

bu ýerde  $L_b$  – barabanyň uzynlygy, m;  $G$  – ýüklenen barabanyň 1m-niň massasy, kg;  $A$  – sürtülmäniň getirilen koeffisiýenti, m;  $D_b$  – barabanyň diametri, m;  $\beta$  – barabanyň material bilen doldurylyş koeffisienti,  $\rho$  – materialyň dykzylgy, kg/m<sup>3</sup>;  $L_1$  we  $L_2$  – esasy we kabul edilen nasadkalaryň uzynlyklary, m;  $x_1$  we  $x_2$  – nasadka ýerleşýän önümiň agyrylyk merkezinden barabanyň dik okuna çenli aralyk, m.

Getirilen sürtülme koeffisiýenti doldurylan barabanyň diametrine we massasyna baglydyr we ol 6.15.4-nji tablisada getirilen bahalara eýedir.

#### 6.15.4-nji tablica

#### Barabanyň diametriniň we massasynyň bahalary, sürtülmäniň getirilen koeffisiýenti

<b>D<sub>b</sub></b>	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
<b>G</b>	110	130	155	190	210	250	275
<b>A</b>	0,004	0,0042	0,0044	0,0045	0,0046	0,0048	0,009

Barabany aýlamak üçin çen bilen zerur bolan kuwwat  $N$  (kWt), şeýle hasaplanylýar:

$$N = 0,0013 D_b^2 L_b \gamma \sigma n, \quad (6.15.26)$$

bu ýerde  $\sigma$  – nasadkanyň görnüşine we barabanyň doldurylyş koeffisiýentine bagly kuwwatyň koeffisiýenti 6.15.5-nji tablisada berilýär.

6.15.5-nji tablica

**Barabanyň doldurylyş we aýlaw kuwwatynyň koeffisiýentleriniň bahalary**

Geýdirmäniň (nasadka) görnüşi	Koeffisiýent	
	barabanyň doldurylyşy	kuwwaty
Ganatly	0,10	0,033
	0,25	0,071
Paýlaýjy	0,10	0,013
	0,25	0,044

## 6.16. Sykyjy enjamlar

### 6.16.1. Sykyjynyň (presiň) öndürilgini we ony herekete getirijiniň kuwwatyny kesgitlemek

Sykylyan we gysylan žom presden silindrik elek ýa-da içi boş walyň gyraňy we konus gurluşyň sazlaýjy üstünde emele gelen görnüşli deşikden çykarylýar.

Presleriň birnäçe görnüşlerinde, meselem, “Bukkau-Wolf” firmasynyň preslerinde žom hereketsiz diskiň deşiginden çykarylýar. Presiň öndürijili,  $G$  (kg/s) şeýle hasaplanylýar:

$$G = FS \frac{n}{60} \rho \varphi, \quad (6.16.1)$$

bu ýerde  $F$  – halka görnüşli çykyş deşiginiň meýdany ýa-da diskiň aýratyn deşikleriniň meýdanlary,  $m^2$ ;  $S$  – çykyşdaky deşikte ýerleşen ýapgyt sargynyň ädimi, m;  $n$  – şnegiň walynyň aýlaw ýygylgy,  $\min^{-1}$ ; – sykylyan žomyň dyklyzlygy,  $kg/m^3$ ;  $\varphi$  – arasy üzülýän sargylaryň tutýan meýdanynyň arasy üzülýän sargylar ýerleşen

sargy meýdanyna bolan gatnaşygy (çykyşdaky deşikde bir sargy üçin hasaplamalar geçirilýär).

Şnegiň  $i$ -nji kese-kesigindäki öndürijiligi  $G_i$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), şeýle kesgitlenilýär:

$$G_i = \left[ \frac{\pi(D^2 - d_i^2)S_i k_{\text{süy}}}{4} - V_s \right] \frac{n}{60}, \quad (6.16.2)$$

bu ýerde  $D$  – şnegiň daşky diametri, m;  $d_i$  – berlen uçastokda şnegiň korpusynyň orta diametri, m;  $S_i$  – berlen uçastokda sargynyň bir aýlawynyň ädimi, m;  $k_{\text{süy}}$  – žomyň taýyp geçip gitmegini hasaba alýan süýşme koeffisiýenti;  $V_s$  – şnegiň sargysynyň bir aýlawynyň bir ädim uzynlygynda tutýan göwrümi,  $\text{m}^3$ ;  $n$  – şnegiň aýlaw ýygylygy,  $\text{min}^{-1}$ .

Iki şnekli kese pres  $k_{pr}$  preslemegiň basyşyna baglydyr.

$$k_{pr} = 0,932 - \frac{0,432}{P_{pr} + 1,2}, \quad (6.16.3)$$

bu ýerde  $P_{pr}$  – presiň basyşy;  $P_{pr} = (0,035 \dots 2,0)$  MPa.

Şnegiň bir burumynyň tutýan göwrümi  $V_b$  ( $\text{m}^3$ ), 2% takyklykda şu deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$V_b = \frac{\pi b(D^2 - d_i^2)}{4 \cos \beta_i}, \quad (6.16.4)$$

bu ýerde  $b$  – burumyň galyňlygy, m;  $\beta_i$  – berlen kesimiň uzynlygyndaky burum liniýasynyň ýokary görteriliş burçy.

Deňlemä (2.16.2)  $k_{pr}$  we  $V_b$  bahalaryny goýup, şnegiň kese kesigindäki öndürijiligini  $G_i$  ( $\text{t/sut}$ ), taparys:

$$G_i = \frac{\pi n}{240} (D^2 - d_i^2) \cdot \left( S_i k_{pr} - \frac{b}{\cos \beta_i} \right). \quad (6.16.5)$$

Presiň herekete getirijisiniň kuwwaty  $N$  (kWt), şu deňlemeden tapylýar:

$$N = (N_{e.g} + N_{k.ü} + N_{s.b} + N_{l.g} + N_{l.s}) \frac{1}{\eta_{g.h}}, \quad (6.16.6)$$

bu ýerde  $N_{e.g}$  – elek görmüşli korpusdaky önümiň sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwat;  $N_{k.ü}$  – korpusyň üstündäki sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwat;  $N_{s.b}$  – şnegiň burumlarynyň üstündäki sürtülme güýjini

ýeňip geçmek üçin gerek bolan kuwwat;  $N_{l.g}$  – löti gysmak üçin gerek bolan kuwwat;  $N_{l.s}$  – löti süýşürmek üçin gerek bolan kuwwat;  $\eta_{h.g}$  – herekete getirijiniň p.t.k.

### 6.16.2. Rotasiýaly sykyjylaryň öndürilijini kesgitlemek

Matrisanyň bir aýlawynda her bir walyň preslän granulynyň sany deşikleriň sanyna deň bolsa, onda sykyjynyň öndürilijigi  $G_{um}$  (kg), şu deňlemeden tapylýar:

$$G_{um} = \frac{\pi d^2}{4} L \rho k z, \quad (6.16.7)$$

bu ýerde  $d$  – granulanyň diametri, m;  $L$  – granulanyň uzynlygy, m;  $\rho$  – granulanyň dykzlygy, kg/m<sup>3</sup>;  $k$  – matrisadaky deşikleriň sany;  $z$  – presleýji wallaryň sany.

Sykyjynyň bir sekundaky öndürilijigi  $G_{sek}$  (kg/s), şeýle hasaplanylýar:

$$G_{sek} = \frac{\pi d^2}{4 \cdot 60} L \rho k z n \varphi, \quad (6.16.8)$$

bu ýerde  $n$  – matrisanyň aýlaw ýygylgy, min<sup>-1</sup>;  $\varphi$  – matrisanyň deşiginiň doldurylyş koeffisiýenti.

Iri şahly mallary iýmitlendirmek üçin 20 mm diametrli, çyglylygy 12...16% bolan briketler bolmaly diýlip anyklanydyr. Briketleriň talap edilýän çyglylykdaky dykzlygy filýerleriň uzynlygy 55 mm bolanda kanagatlanarly hasaplanylýar. Filýerleriň uzynlygynyň artdyrylmagy bilen sürtülme güýji we briketleriň dykzlygy ulalýar. Sykylan briketleriň uzynlygy we berkligi peselýär.

### 6.16.3. Diskli rotasiýaly sykyjy

Diskli rotasiýaly sykyjynyň gant-rafinad boýunça öndürilijigi  $G$  (t/sut), şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$G = \frac{24 \cdot 60 \cdot z n m \eta}{(100 + b) 10}, \quad (6.16.9)$$

bu ýerde  $z$  – bir minutdaky sykylma sany;  $n$  – bir matrisadaky dört gyraňlaryň sany;  $m$  – dört gyraňlaryň agramy, kg;  $\eta$  – ekspluatasiýa koeffisiýenti,  $\eta = 0,96$ ;  $b$  –



dört gyraňly rafinad sykylanda onuň agramyna görä guradylanda we owradylanda gaýtarylyş sany, %.

Diskli sykyjylaryň öndürijiligi kesgitlenilende alty sykyjydan biriniň arassalamak, bejermek ýa-da profilaktiki remont üçin goýulýandygyny hasaba almak hökmandyr.

Diskli sykyjylarda düýpli ýetmezçiliklere şular degişlidir: sikliniň sykylanda sykyjynyň sarp edýän energiýasynyň iňňän ýokary durnuksyzlygyna getirýär; sykylmada ulanylýan mehanizmler yza gaýdýan güýjeýän hereket edýär, bu bolsa sykyjynyň öndürijiligini çäklendirýär we aýratyn bölekleriň konstruksiýalaryny çylşyrymlaşdyrýar; diskiň sykyjysyndan aýratyn bölekler aýrylanda olar özara galtaşyp dargamaklary mümkin. Mundan başga-da, alnan gant-rafinadyň bölekler bölünmegi mümkin, bu bolsa juda gerekmejek hadysadyr. Aýratyn bölekler bölünmek gandyň düzüw bölekleriniň we uşak kristallaryň emele gelmegine getirýär, bu bolsa önümçiligiň girdejililigini peseldýär.

Bu sykyjylara derek barabanly rotasiýa sykyjylary ulanylsa, onda rafinadyň aýratyn düz böleklerini ýokary öndürijilikde almaga mümkinçilik berýär.

### 6.17. Gant-rafinad öndürýän awtomatik liniýalar

Awtomatiki liniýalaryň öndürijiligi  $G$  (kg/sag), şeýle kesgitlenilýär:

$$G = \frac{60\tau_d}{\tau} \alpha \left(1 - \frac{b}{100}\right), \quad (6.17.1)$$

bu ýerde  $\tau_d$  – ýaglamak, arassalamak we bejermek üçin 1 sag dowamynda min hasabynda liniýanyň boş durmaklygynyň dowamlylygy (5...6 min diýlip kabul edilýär);  $\tau$  – liniýanyň bir sikliniň işiniň dowamlylygy ( $1/_{37}...1/_{38}$  min);  $\alpha$  – bir sikliniň işiň dowamynda öndürilen rafinadyň agramy, kg;  $b$  – gaýtarylan rafinadyň mukdary (zaýa çykanlar 3...4% diýlip kabul edilýär).

Gant – rafinad zawodlarynda awtomatik liniýalaryň ulanmaklygy awtomatlaşdyrylmadyk liniýalara hyzmat edýän işçileriň sanyny azaltmaga, sanitar – gigiyena şertlerini gowulaşdyrmaga we işçileriň zähmetini ýeňilleşdirmäge ýardam edýär.

---

## VII. GANT ÖNÜMLERİ

---

### 7.1. Gandyň görnüşleri



**Goňur gant** – bu şeker çňriginden alnan rafinirlenmedik gantdyr. Goňur gant tebigy reňkli we ýakymly ysly, şeker çňriginiň mala berilýän toşaby (mal toşaby) bilen örtülen şekerini kristallaryndan durýar. Ýörite tehnologiýa bilen şeker şerbedini gaýnadyp bugartmak arkaly öndürilýär. Goňur gandyň örän köp görnüşi bar. Olar biri-birinden mal toşabyň mukdary boýunça tapawutlanýarlar. Şeker çňriginiň aýk reňkli goňur gandyndan onuň goýy reňkli goňur gandyň reňki has güýçli, toşabyň ysy bolsa has ýakymlydyr. Onuň ýakymly ysy çayda we kofede has oňat ýüze çykýar, şonuň üçin ony kähallatlarda „çay ýa-da kofe gandy“ diýip atlandyrýarlar. Organizmiň ony haýal siňdirýändigini üçin adamy semretmeýär diýen ýalňyş pikir giň ýaýrandyr. Ýer ýüzünde goňur gant ekologik taýdan iň arassa gant önümi hökmünde meşhurdyr.

Gandyň bu görnüşi ak ganda görä has peýdalydyr, sebäbi onuň düzüminde toşapdaky witaminler bardyr. Ondan başga-da, goňur gant tebigy makro we mikroelementleri: natriý, demir, kalsiý, fosfor elementlerini hem öz düzüminde saklap galýar. Kofe we desert üçin goňur gant ulanmaklyk dogry hasaplanýlar. Onuň esasy amatsyz tarapy bahasyndadyr, bu önüm gymmatdyr.

**Şeker (sahar-pesok).** Ol maýdalanan şeker kristallaryndan durýar we dürli iýmitler taýýarlanylanda iň köp ulanylýan süýjidir.



**Rafinirlenen (arassalanan) şeker.** Rafinirlenen şeker şu hili taýýarlanylýar: bug bilen ýuwulýar, şirä öwrülýär we süzülýär. Şondan soň ol owadan ak massa öwrülýär. Soňra bugardylýar we guradylýar.

**Rafinirlenmedik şeker.** Kulinariýada rafinirlenmedik şeker ýokary bahalanýar, munuň goňur öwüşgini, özboluşly jana ýakymly ysy we tagamy özüne çekijidir. Şekeriň kristallaryny garamtyl goňur reňki bolan şire baly örtýär. Şunuň ýaly şekeri arassalanylýan prosesde seresaplylyk bilen alýarlar we bişirip taýýarlanylanda gowy karamelleşýänligi we önüme hütürdi berýänligi üçin ýakymly ysly süýji köke we puding (esasan, zenjebil ýa-da miwe kişdesi) taýýarlamak üçin giňden ulanylýar.



**Tokga gant, döwlen we kesilen gant.** Tokga gant gysylyp tokgalanan uly bolmadyk süýjüdir. Rafinirlenen tokga ganda „rafinad“ diýilýär. Tokga gant gyzgyn suwda tiz ereýär, şonuň üçin ol çay içilende ulanylýar.



**Şugundyr şekeri.** Ol arassalanmadyk, reňki sarymtyl öwüşgünli we karamel tagamly iýmitdir. Şekeriň bu görnüşi goňur şeker ýaly peýdaly elementlere baýdyr, ýöne oňa garanyňda arzandyr.

**Palma gandy.** Palma gandy, esasan, Günorta-Gündogar Aziýa ýurtlarynda (Hindistanda, Mýanmada, Malaýziýada, Indoneziýada, Tailandda, Filippinlerde) şeker palmasynyň şiresinden alynýar. Meselem, bu önüm bilen üpjün ediji ýurduň biri Hindistandyr. Bu gandyň tagamy örän ýakymly bolup, ballydyr, reňki bolsa goňurdyr. Ol kristal ýa-da tokga görnüşlidir. Çaya we kofe goşulsa, has oňat bolýar, bişirilip taýýarlanylýan iýmite goşulsa, onda ol önüm süýjümtik tagamly bolýar. Palma gandy hem ak gantdan peýdalydyr, ol köp mukdarda tebigy minerallary özünde saklaýar.

Günbatar Ýewropanyň we ABŞ-nyň Aziýanyň önümlerini satýan magazinlerinde rafinirlenmedik palma gandy inlisçe **jaggery** (hindi dilindäki „sarkara“ sözünden gelip çykan **jagri** diýmegi aňladýar) ady bilen satylýar.

**Demerara** (*Demerara sugar*) — bu çişrik şekeri ilkibaşda gelip çykan ýeri bolan derýa jülgesiniň we Günorta Amerikada Gaýana

döwletiniň Demarara etrabyňyň ady bilen atlandyrylandyr. Beýle-kilere garanyňda, onuň kristallary gaty, uly, şepbeşik we boz tylla reňklidir. Ony adaty tebigy rafinirlenmedik şeker hökmünde suratlandyryrlar. Emma welin demeraranyň adaty, beýleki toşap goşulan ak görnüşleri hem bardyr.

XIX asyryň ortalarynda demeraranyň söwda markasy bolup, diňe Demararada öndürilýän şeker üçin ulanmaklyk rugsat edilipdir. Emma, 1913-nji ýylda bu termin bilen adaty islendik goňur reňkli şekeri belläp boljakdygy baradaky delil bilen Londonyň kazyýeti razylaşypdyr. Şonuň üçin şeker bolsun ýa-da tokga gant bolsun, düzgün boýunça, toşap bilen boýalan goňur we tylla reňkli rafinirlenen şeker bu gün Demararadyr. Demarara şekeriniň esasy upjin edijisi Mawrikiýa adasydyr. Bu şeker Angliýanyň we Kanadanyň kärhanalarynda arassalanýlýar we bu ýurtlarda kofäni süýjetmek üçin giňden ulanylýar.

**Muskawado.** Goralmany muskawado (*Muscavado sugar*) — şire birinji sapar gaýnadylandan soň dessine kristallaşdyrylan, rafinirlenmedik, toşabyň güýçli ysy bolan şekerdir. Onuň kristallary adaty goňur şekeriň kristallaryndan iridir demeraranyňky ýaly gaty uly däldir. Ol örän şepbeşik we hoşboý yslydyr.

Ilkibaşda “muscovado” sözi Amerikanyň Ýewropadan getirilen pes hilli şeker önümini aňladypdyr. Ol Ýewropada goşmaça arassalanypdyr (hatda onuň ady gadymy ispan dilinde “arassalanmadyk” diýmekligi aňladypdyr). Häzirki döwürde onuň esasy böleginiň Mawrikiýada öndürilýändigine garamazdan, gara muskawado şekeri ýygy-ýygýdan “Barbados şekeri” (*Barbados Sugar*) diýlip atlandyrylýar.

Onuň düzüminde toşabyň mukdarynyň köplügi sebäpli, reňki we tagamy islendik kulinar önüme özboluşlylyk berip biler.

Ilkibaşdaky kesgitlemesine görä, bu garamtyl şeker ýönekeý bazarda az mukdary toşabyň ýakymly ysyny saklaýan açyk reňkli muskawado hem satylýar. Ol bal reňkli, ýakymly tagamly bolup, dürli tagamlara goşulýar.

**Turbinado** (*Turbinado sugar*) — bu bölekleýin rafinirlenen çyg şeker bolup, onuň üstünden toşabyň ep-esli bölegi bug ýa-da suw bilen aýrylandyr.

Onuň gury we ürgün kristallarynyň reňki aýyk tylladan boz reňke çenli bolýar. Aslynda bu hem ýuwulup arassalanan çyg şekerdir. Turbinado sözi „turbinada işlenen“ diýmekdir, başgaça aýdanymyzda, sentrifugada işlenip bejerilendir. Dünýäde meşhur markalaryň biri bolan turbinado Sugar In The Raw Gawaýada öndürilýär.

**Nabat.** Nabat (kandis) şekeri – şeker-çiňriginden alynýan şekerden ya-da şugundyr şekerinden öndürilýär. Kandis ilki Hytaýdan gelip çykandyr. Nabadyň ak, gara we sary görnüşleri bolýar.



**Nabady taýýarlamagyň tehnologiýasy.** Şeker ergini inçe saç ýaly süýndürüp bolunýança gaýnadylýar. Gyzgynlygyna gapda dartylan sapakda kristallaşmagy üçin 50–60 °C temperaturada goýulýar. 8–10 günden sapakda iri-iri kristallaşan nabat emele gelýär. Ony erginden aýyrýarlar. Kristallar hekli suw bilen ýuwulýar we guradylýar.

“Nabat ýaly“ we „daş ýaly“ gant daşky görnüşi boýunça karamele örän meňzeş. Gandyň bu görnüşi suwda haýal ereýär.

## 7.2. Gandyň peýdalanylyşy

Şeker çiňriginden we gant şugundyryndan öndürilýän gant möhüm iýmit önümidir. Saharoza diýlip atlandyrylýan adaty gant uglewodlar klasyna degişlidir. Gant adam organizmini zerur bolan energiýa bilen upjin edýär. Krahmal hem uglewodlara degişlidir, ýöne onuň adam organizmi tarapyndan özleşdirilişi haýal geçýär. Saharoza bolsa, iýmit siňdiriş organlarynda glýukoza we fruktoza tiz dargaýar, soňra gan damarlaryna geçýär.



Adam organizminiň sarp edýän energiýasynyň ýarysyndan gowragyny glýukoza üpjün edýär. Ganyň düzüminde glýukozanyň gerekli konsentراسیاسyny saklamak üçin, onuň 100 millilitrinde şekeriň 80–100 milligramy bolmaly. Adamyň bagrynda glýukozanyň gatnaşmagynda jübütlenen kükürt we glýukuron kislotalarynyň emele

gelmegi netijesinde awuly jisimleriň garşysyna bagyrda böwet emele gelýär. Şonuň üçin bagryň näsazlygynyň birnäçe görnüşlerinde we adam zäherlenende şeker iýmek ýa-da gan damarlaryna sanjym edip, glýukoza goýbermek maslahat berilýär.

Uzak wagtlap köp mukdarda şeker iýmek we glýukozanyň konsentirlenen erginini damarlara sanjym arkaly bermek ýürek-damar keselleriniň dürli görnüşlerinde, aň ulgamynda we içegede dörän kesellerede iň netijeli serişde hasap edilipdir.

Soňky ýyllarda şekeriň adam organizmine edýän täsirine bolan garaýyşlar düýpli özgerdi. Geçirilen barlaglaryň netijesinde berhizçi lukmanlar ýaşy bir çene baran adamlara şekeri ulanmagy çäklendirmegi maslahat berýärler.

Şekeriň peýdalydygyna ynanmaýanlar ony „süýji zäher“ diýip atlandyrýarlar.

Şekeri aşa kop ulanmagyň organizme otrisatel täsiri nämeden ybarat?

Ýaşy uly adamlara şekeri aşa köp iýmek organizmdäki ýag çalşygynyň bozulmagyna, ganyndaky şekeriň we holesteriniň köpelmegine hem-de öýjükleriň işiniň bozulmagyna getirýär.

Gandaky holesteriniň köpelmegi iýmitdäki uglewodlaryň görnüşine baglydyr; bu babatda sahara garanynda laktoza (süýt gandy) has täsirlidir, ol ganda giperholesterinemiýanyň döremegine (holesteriniň mukdarynyň köpelmegine) glýukozadan hem güýçli ýardam edýär. Ganda şekeriň konsentrasiýasynyň köpelmegi, gan damarlarynyň syzyjylygyny peseldýär, onda ýag (lipid) çökündileriniň ýygnanmagyna amatly şert döredýär we trombositleriň biri-birine ýelmenmegini ýokarlandyrýar.

Ýaşy uly, esasanam, semremäge meýilli gartaşan adamlaryň bir gije-gündiziň dowamynda iýýän iýmitiniň düzümindäki şekeriň möçberiniň gantlaryň umumy mukdarynyň 15%-den köp bolmaly daldigini berhizçi lukmanlaryň ündeýändigini tötänden dälidir.

Kardiologlaryň tassyklamagyna görä, fiziki zähmet çekmeýän adamlaryň iýýän iýmitiniň kaloriýasynyň şekeriň hasabyna köpeldilmegi olaryň göwresiniň agrammagyna we aterosklerozyň çalt ösmegine şert döredýär.

Çalt siňdirilýän süýjüler köp mukdarda iýlende ondaky uglewodlaryň siňmeýänleri içegeden gan damarlaryna düşýärler we aşgazanasty mäsiniň insulýar apparatyny (*insulin* gormonyň gatnaşmagyndaky reaksiýalaryň geçýän ýeri) gyjyndyrýarlar (bu gyjynmanyň ýygy-ýygdan gaýtalanyp durmagy insulýar apparatynyň hatardan çykmagyna getirýär).

Adaty şertlerde aşgazanasty mäsiniň gormony bolan insulin organizmde gantlaryň çalşygyny sazlaýar. Insulin bagyrdaky we myşsallardaky gandy glikogen (gandyň gory) görnüşine öwürýär. Gandyň käbir mukdary bolsa ýaga öwrülýär. Orta ýaşan adamlaryň organizminiň uglewodlara bolan talaby her gije-gündizde 400–500 grama barabardyr, gartaşan adamlaryňkyda bolsa şondan 100 gram az bolýar.

Uglewodlar hökmünde diňe gant däl-de, eýsem bal, miweler we ir-iümişler, çörek önümleri hem göz önünde tutulmalydyr. Şeker çňriginden, gant şugundyryndan we üzümde alnan ýönekeý diýilýän gant suwda tiz ereýär we ony organizmiň gany derrew özüne geçirýär. Gandaky gandyň öýjüklere geçmegini haýallatmak üçin niýetlenen arassalanan (rafinirlenen) gandy we onuň önümlerini (süýjüleri, konditer önümlerini we başgalary) krahmal bilen çalyşmak maslahat berilýär.

Iýmek üçin şekeriniň deregine düzüminde fruktoza saklaýan baly ýa-da miweleri ulanmaklyk has peýdalydyr. Fruktoza ganda köp wagtlap saklanmaýar, ýagyň toplanmagyna we holesteriniň konsentrasiasynyň ýokarlanmagyna getirmeýär. Miweleriň we gök önümleriň organizm üçin peýdalydygyny olaryň düzümindäki witaminler, organiki kislotalar we mineral duzlar kesgitleýärler.

**Ary baly** hem öz düzüminde witaminleri, organiki kislotalary, mineral duzlary, fermentleri we beloklary saklaýar, şol sebäpden ol organizm üçin peýdalydyr, ýöne, düzüminde 2%-e çenli gandyň bardygy we ýokary kaloriýalylygy üçin onuň günde iýilýän möçberi 50 – 60 gramdan artyk bolmaly däl.

Gant ilki-ilkiler diňe baý adamlar üçin elýeterli bolupdyr. Sebäbi onuň bahasy örän gymmat bolup, diňe dermanhanalarda gramlap satylypdyr.



Gant arassa saharozadyr. Glýukoza we fruktoza adam organizminde dargap, birnäçe minutyň dowamynda siňýär hem-de energiýa çeşmesine öwrülýär.

Gant – bu ýokary derejede arassalanan we organizm tarapyndan ýeňil siňdirilýän (esasan, rafinad-gant) uglewoddyr. Gandyň kaloriýadan başga biologiki gymmaty ýokdur. Her 100 gram gantda 1712 kJ (409,2 kkal) energiýa bardyr.

### 7.3. Gandyň ähmiýeti

Gant peýdalymy ýa-da zyýanly? Ganda „ak ölüm“ diýilýän döwür hem bolup, ony ulanmaklygy gadagan etmegiň mazamlanan wagtlary hem bolupdyr. Häzirki döwürde adam organizmi üçin süýjiniň peýdasy barada köp maglumat çap edilýär. Hakykatda, gandyň peýdasy hem, zyýany hem bar.

Gant adama bagtyýarlyk berýär. Gaýgyda, gamda süýji zat iýilse, aşgazanasty mäs insulini işläp çykarýar. Insulin bolsa serotoninini – organizmde mylaýym bagtyýarlyk duýgusyny dörediji aminokislotany emele getirýär.

Gant energiýa berýär. Adam organizminde gant (saharoza) glýukoza we fruktoza öwrülýär, olar bolsa organizmi energiýa bilen üpjün edýärler.

Dünyäniň gurluşy şeýle – lezzet berýän ähli hezillikler, adatça, adam üçin gadagan edilen zatlardyr. Muňa gandyň mysalynda seredeliň. Ol iýlende keýpiňi göterýär. Bir tokga gandy iýip alan lezzetimiziň bilimizde emele getirýän artykmaç santimetrlerine, ýa-da dişimizi çüýredip, onda emele getirýän deşigine degmeýändigini biz gynanmak bilen soň duýup galýarys.

Gant diş üçin zyýanlydyr. Adamyň agzyndaky mikroblar şekeri kislota öwürýärler. Kislota bolsa dişiň syrçasyny dargadýar we kariýesiň emele gelmegine sebäp bolýar.

Şeker köp mukdarda adamyň saglygy we syraty üçin zyýanlydyr. Şekeri aşa köp iýmeklik bedende ýag gatlarynyň emele gelmegine getirýär.



Köp önümler ulanylanda „altyn ortalýk“ prinsipi ganda hem degişlidir. Köp iýseň– erbet, az iýseň hem gowý däl. Gandy az ulanýanlar, düşnükli. Kimiň iýmitiniň köp bölegi süýji bolsa, onda ony azaltmaly. Bu ýerde diňe gant ýa-da şeker göz önünde tutulman, eýsem muňa gandyň beýleki görnüşleri hem degişlidir.

Dürli tagamlara goşulýan adaty gantdan başga laktoza (süýt gandy), maltoza (solod gandy) we fruktoza (miwe gandy) bardyr. Şekeriň dürli görnüşlerini görüp, ondan saklanmak aňsat däl. Onuň köp bölegini biz taýýar görnüşinde ulanýarys. Mysal üçin, gazly suw, tiz ereýän içgiler, bal, sous, miweler we ş.m. Bir bulgur miwe içgisinde 22 g gant; 100 gramlyk süýtli şokolatda 40 g gant; miwe goşulan ýogurtta 11 g gant; bir almada 2 g gant; bir bananda 7 g gant bardyr.

Berhizçi lukmanlaryň kesgitleýşine görä, uly adamlar her gün ortaça 50 – 60 g, çagalar bolsa 40 g gant iýmeli. Eger adamyň ulanýan şekeriniň mukdary ýokarda görkezilenden köp bolsa, onda olara gandy bal (80% gantdan durýar) bilen çalyşmaklyk maslahat berilýär. Onuň ýakymly tagamy we antibiotik maddalary bardyr.

Şüýjiniň deregine miweleri ulanmaly. Olarda şeker az bolup, witaminler köpdür. mümkin boldugyça, bakteriýleri saklaýan miwe goşulan ýogurtlary köpräk ulanjak bolmaly. Olary bir hepdeden uzak saklamaly däl. Ýogsam, ýogurtdan garaşylýan peýda çykmaýar. Ol diňe süýji tagam berýär.

Şüýjiniň ornuny tutyjylar goşulyp ýasalan süýji suwlaryň deregine mineral suwlary içmeli.

Mümkin boldugyça, şokolad goşulmadyk önümleri iýmeli. Şekeriň örän köpdügi üçin, şokolady seýrek iýmeli.

Nahary ter önümlerden taýýarlamaly. Polufabrikatlara we konserwalara garanynda olar öz düzüminde gandy az saklaýarlar.

Häzirki döwürde iýmek üçin gandyň deregini tutujylary ulanýarlar, olary aýratyn-da semremekden saklanmaga çalyşýan adamlara ulanmak maslahat berilýär.

## 7.4. Gandy iýmit görnüşinde ulanmagy azaltmagyň ýollary

1) Gandy energiýa çeşmesi diýäýmeseň, iýmit hökmünde onuň hiç hili ýokumy ýokdur.

2) Gandyň ýokary energetiki gymmatlygy bardyr. Ol köp mukdarda boş kaloriýa berýär. Bu kaloriýa beýleki önümlerden alynsa, onda witaminler, mineral maddalar we ş.m. başga peýdaly maddalar hem alnardy.

3) Şekeri çendenaşa köp iýmek ýag gatlaklarynyň emele gelmegine getirýär. Şonuň üçin şekeri köp mukdarda iýmit hökmünde ulanmak beden syraty we saglyk üçin zyýanlydyr.

5) Gant ýokary süýjülik (glikemiki) indeksine eýedir. Süýjüli kökaniň kiçiräk bölejigi iýilse, ondaky gant derrew gana geçýär. Gandaky gandyň derejesi ýokary galýar, aşgazanasty mäs şobada goşmaça insulini işläp çykaryp başlaýar. Insulin gandyň mukdaryny peseldýär. "Ýene-de haýsydyr bir süýji iýmit iýilse, kem bolmazdy" - diýip, beýnä signal barýar. Bu tükeniksiz gaýtalanýar. Şeýle ýagdaý gandaky insuliniň mukdarynyň hemişe ýokary derejede bolmalydygyny kesgitleýär we iň soňunda diabet ýa-da infarkt ýaly düýpli (hroniki) keselleriň emele gelmegine getirýär.

6) Iýmitde saharozanyň aşagdyklyk etmegi aterosklerozyň, ganyň basyş güýjüniň ýokarlanmagynyň (gipertoniýa) we ýüregiň işemiýa keseliniň ýüze çykmagynyň sebäbidir.

7) Çagalarda we uly adamlarda allergiýanyň emele gelmeginiň, gandyň artykmaç iýilendigi bilen gönüden-göni baglanyşyklydygy subut edildi.

8) Şeker organizmiň immun ulgamynyň işini gowşadýar.

9) Şekeri gowy görýänler B<sub>1</sub> witamine mätäçdirler, sebäbi ol şekeriň siňdirilmegi üçin gerekdir. Miweler, kartofel we başga özünde gant saklaýan önümler özleriniň düzümindäki gandy siňdirer ýaly mukdarda B<sub>1</sub> vitamini bardyr.

**Iýmite gant goşmaň.** Gant ulanmagy azaltmagyň iň ýönekeý usuly – ony düzüminde gant bolmadyk çäý, kofe we ş.m. önümlere goşmazlykdyr.

Arassalanmadyk (rafinirlenmedik) goňur gant öz düzüminde gymmatly iýmit maddalaryny saklaýar. Beloklaryň, mikro- we makroelementleriň: kalsiý, magniý, demir, fosfor, kaliý bardygy sebäpli ol adam organizmi üçin peýdalydyr. Ýöne goňur gant we ondaky peýdaly maddalar organizm tarapyndan ýaramaz siňdirilýär. Bu ýerde: "şeker näçe köp iýilse, şonça-da witaminler we mineral-lar az siňdirilýär" diýen ýörelge işleýär. Sebäbi gandaky gandyň derejesi näçe ýokarlandygyça, insulin şonça köp işlenip çykarylýar we gandaky bar bolan gandyň artykmaç mukdary bilen bir hatarda, peýdaly maddalar hem ýok edilýär.

**Iýilýän naharlaryň sanawyndan ýönekeý uglewodlary we öýjüklerden mahrum bolan önümleri aýyrmaly.** Bu kartofele, çörege, makaron önümlerine degişlidir we ş.m.

**„Ýagy aýrylan“ ýaly ýazgylara üns beriň.** Ýagy aýrylan diýmek – kaloriýasyz diýmek dälidir. Ýagy aýrylan önümleriň aglabasy köp mukdarda gant saklaýar, şonuň üçin iýilýän azyk önümleriň düzümine üns bermeli.

**Dürli reňkli önümleri satyn alyň.** Bu ýerde miweler we gök önümler göz önünde tutulýar. Olaryň reňkiniň üýtgeşikligi witaminleriň köp dürlüligini aňladýar.

**Etiketkalara üns beriň.** Iýýän gandyňyzy azaltmak üçin ilkinji bilmeli zadyňyz haýsy önümde näçe mukdarda gandyň bardygydyr.

**Ýasama süýjülerden ägä boluň.** Olar organizmiň şeker we uglewodlara bolan islegini güýçlendirip, gandyň derejesini gerekli ýagdaýynda saklaýan organizmdäki hrom mikroelementiniň ätiýaçlyk go-runy kemeldip biler.

**Hasaplamak bilen meşgullanyň.** Etiketkalara serediň. Şekeriň umumy mukdaryny 4-e bölüp, şol önümdäki gandyň mukdarynyň çäý çemçe sanyny bilersiňiz.

**Gantly miweleriň mukdaryny azaldyň.** Öz agramyňyzy azaltmak üçin, ganyňyzda şeker ýokary derejä baranda ýa-da beýleki medisina talaplary bildirilende iýilýän gantly miweleriň mukdaryny azaltmaly bolýar. Eger organizmiňizde ähli zat oňat bolsa, onda bu talap size degişli däl. Her günde iýýän miweleriňiziň möçberini 100–120 gram bilen çäklendirmeli.

Miwe şireleriniň „jansyz“ görnüşlerini aýyryň. Dükanda satylýan şirelerde köp mukdarda gant bolýar, olar kletçatkadan bütinleý mahrumdyrlar we peýdaly maddalary az saklaýarlar. Ondan başga-da, gandyň gatnaşmagynda organizm olary oňat siňdirýär.

## PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Eserler ýygyndysy. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri I, II, Aşgabat, 2010.
3. *Гребенюк С.М. и др.* Технологическое оборудование сахарных заводов. Москва, «КолосС», 2007.
4. *Гребенюк С.М. и др.* Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. Москва, Агропромиздат, 1987.
5. *Кербабоев Б.Б.* Народные и научные туркменские названия растений. Aşgabat, Изд-во «Ылым», 1992.
6. *Atanyýazow S.* Türkmen diliniň sözköki sözlügi. Aşgabat, «Ылым», 2004.
7. Под редакцией Шпаара Д. Сахарная свекла. Минск, 2000.
8. Пути интенсификации свеклосахарного производства в Республике Беларусь. Минск, 2002.
9. *Петров В.Л., Зубенко В.Ф.* Свекловодство. Москва, 1991.
10. *Вострухин Н.П., Вострухина Н.П.* Сахарная свекла – качество корнеплодов и выход сахара. Минск, 1997.
11. *Каррыев М.О., Гошаев М. и Копылова Н.Н.* Способ выделения н-гентриаконтана из растительного сырья. Авторское свидетельство СССР № 379553. Опубликовано 20.IV.1973. Бюллетень №20.
12. *Annagulyýew T., Söýünow O.* Gant şugundyryny ösdürip ýetişdirmek boýunça gollanma. Aşgabat, “Ylym”, 2009.

## MAZMUNY

Giriş.....	7
I. ŞEKER ÖNÜMÇİLİĞİNİŇ TARYHY .....	10
II. GANDYŇ HIMIKI DÜZÜMI	
2.1. Umumy düşüňjeler.....	19
2.2. Gandyň toparlara bölünişi we gurluşy .....	30
2.3. Monosaharidler: aldozalar, ketozalar izomeriýasy, konfigurasiýasy we genetiki hatarlary .....	32
2.4. Monosaharidleriň halkaly görnüşleri. Tautomeriýa .....	38
2.5. Mutarotasiýa .....	45
2.6. Monosaharidleriň häsiýetleri .....	45
2.7. Glikozidler .....	49
2.8. Monosaharidleriň hakykylygyny subut etmekligiň usullary.....	51
2.9. Monosaharidleriň reaksiýalary.....	52
2.10. Çylşyrymly gantlar. Oligosaharidler. Disaharidler .....	53
2.11. Krahmal. Glikogen.....	59
2.12. Sellýuloza (kletçatka).....	61
2.13. Lignin.....	64
2.14. Himiki birleşmeler iýmit önümleri hökmünde .....	65
2.14.1. Gant bilen geçirilýän tejribeler .....	66
2.14.2. Gandyň element düzümi .....	67
2.15. Emeli baly taýýarlamak .....	69
2.16. Kartofeliň we agajyň gantlanmasy.....	69
2.17. Süýt gandyňyň (laktozanyň) alnyşy .....	71
2.18. Pagtanyň gantlandyrylyşy .....	72

### III. ŞEKER ÇİŇRIGI

3.1. Şeker çinriginiň gandy .....	74
3.2. Şeker çinrigini ösdürip ýetişdirmek .....	78
3.3. Şeker çinriginden gant almak.....	79

### IV. GANT ŞUGUNDYRY WE ONDAN ÖÝ ŞERTLERİNDE ŞEKER ALMAK

4.1. Gant şugundyrynyň biologiýasy .....	82
4.2. Gant şugundyrynyň kök miwesiniň himiki düzümi .....	83
4.3. Gant şugundyrynyň hili.....	89
4.4. Şugundyr gandy .....	92
4.5. Şugundyr kakyny taýýarlamak .....	100
4.6. Şeker şerbedini taýýarlamak .....	100
4.7. Şeker şerbedini ulanmak .....	103
4.8. Gant şugundyryndan şeker almagyň usullary .....	103
4.9. Şiräniň hilini gowulandyrmagyň usullary.....	105
4.10. Şeker şerbedini ganda öwürmegiň usuly .....	106
4.11. Düzümünde sahara bar bolan ösümlüklerden şeker almagyň usuly.....	106

### V. GANT ŞUGUNDYRYNDAN GANT ÖNDÜRMEGIŇ TEHNOLOGIÝASY WE ONUŇ TEHNOLOGIK SHEMASYNY ESASLANDYRMAK

5.1. Gant şugundyryndan gant öndürmegiň tehnologiýa shemasy .....	111
5.2. Gant şugundyryny kabul etmek .....	112
5.3. Gant şugundyryny saklamak .....	113
5.4. Gant şugundyryny zawoda getirmek .....	117
5.5. Şugundyryň ýuwluşy .....	124
5.6. Şugundyry gyryndylara öwürmek we ondan diffuziýa usuly bilen şire almak.....	128
5.7. Diffuziýa şiresini arassalamak .....	139
5.8. Şiräni bugartmak arkaly goýaltmak .....	147
5.9. Gaýnatmak, kristallaşdyrmak we sentrifugirlmek .....	151
5.10. Gandy guratmak, sowatmak we saklamak.....	158
5.11. Hek süýdünü we saturasiýa gazyny almak .....	164

## VI. ŞEKER ZAWODLARYNYŇ TEHNOLOGIK ENJAMLARYNYŇ ESASY GÖRKEZIJILERINI HASAPLAMAK

6.1. Şugundyr şekeri, rafinad önümçiliginiň maşyn-apparat ulgamy we maşyn-apparatlaryň tehnologik hasaplamalarynyň esaslary.....	166
6.1.1. Şeker zawodlarynyň maşyn-apparatlarynyň shemalary.....	166
6.1.2. Maşyn we apparatlar ulgamyna girýän esasy enjamlar .....	168
6.1.3. Tehnologik enjamlaryň öndürjiligi kesgitlemegiň umumy usullary.....	169
6.2. Çig maly arassalaýjy we zawoda geçiriji enjamlar.....	172
6.2.1. Gidrawliki transportýoryň hasaby.....	172
6.2.2. Şugundyrdan agyr goşundylary aýyrmagyň nazaryýet esaslary..	175
6.2.3. Şugundyr nasosynyň kuwwatyny we öndürjiligi kesgitlemek	177
6.3. Çig maly ýuwujy enjamlar.....	178
6.3.1. Şugundyr ýuwujynyň öndürjiligi we arassa suwuň sarp edilişini kesgitlemek .....	178
6.4. Agram ölçejji gurluşlar.....	180
6.4.1. Awtomatik porsiyalaýyn terezileriň öndürjiligi kesgitlemek...	180
6.5. Şugundyry kesip gyryndylara öwürýän maşynlar.....	182
6.5.1. Umumy maglumatlar .....	182
6.5.2. Şugundyr kesijiniň öndürjiligi kesgitlemek.....	184
6.5.3. Şugundyr kesijileri herekete getirijileriň kuwwatyny kesgitlemek .....	187
6.5.3.1. Şugundyry kesmek üçin zerur bolan kuwwaty kesgitlemek.....	187
6.5.3.2. Pyçaklaryň we olaryň ramalarynyň şugundyr bilen aralygyndaky sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin zerur bolan kuwwat .....	189
6.5.3.3. Şugundyryň tizligini kesijiniň tizligine ýetirmek üçin zerur bolan kuwwat.....	190
6.5.3.4. Şugundyryň hereketli we hereketsiz gatlaklarynyň arasyndaky sürtülme güýjüni ýeňip geçmek üçin sarp edilýän kuwwat.....	191
6.6. Diffuziýa enjamlary .....	192
6.6.1. Üznüksiz işleýän diffuziýa enjamlarynyň öndürjiligi.....	192
6.6.1.1. Sütünli diffuziýa enjamlarynyň öndürjiligi.....	193
6.6.1.2. Ýapgyt şnekli diffuziýa enjamlarynyň öndürjiligi.....	196
6.6.1.3. Rotasiýa diffuziýa enjamlarynyň öndürjiligi .....	198
6.7. Diffuziýa şiresini we şerbedi fiziki-himiki usul bilen arassalaýjy enjamlar.....	200
6.7.1. Defekatorlary, saturatorlary we sulfitorlary hasaplamak .....	200
6.7.1.1. Enjamyň peýdaly göwrümini we öndürjiligi kesgitlemek....	200



6.7.1.2. Enjamyň garyjy gurluşynyň herekete getirijisiniň kuwwatyny kesgitlemek .....	202
6.8. Hek süýdüni we saturasiýa gazyny almak .....	202
6.8.1. Hek daşlaryny ýakmak üçin pejiň hasaby .....	202
6.9. Saturasiýa şirelerini, şerbetleri süzmek we durlamak üçin enjamlar .....	204
6.9.1. Süzmekligiň nazaryýet esaslary .....	204
6.9.2. Süzgüçleriň hasaby .....	208
6.9.3. Diskli süzgüçleriň süzüji meýdanyny we öndürjiligi kesgitlemek .....	210
6.9.4. Durlaýjy howzuň öndürjiligi kesgitlemek .....	211
6.9.5. Wakuum-süzgüçleriň hasaby .....	212
6.9.6. Wakuum-süzgüçleriň konstruksiýalaryny kämilleşdirmegiň ýollary .....	214
6.10. Şugundyr şekeri önümçiliginde şireleri we rafinad şirelerini düýpli arassalamak üçin taýýarlaýjy enjamlar .....	216
6.10.1. Klerowka edýän enjamlaryň göwrümini kesgitlemek .....	216
6.10.2. Rafinad şerbediniň ionitler arkaly arassalanysy .....	217
6.11. Utfeli gaýnatmak we şiräni bugartmak üçin enjamlar .....	220
6.11.1. Göni akyma esaslanan ýorkaly enjam .....	220
6.11.2. Buga öwürýän enjamlaryň gyzdyrýan üstüniň meýdanyny we öndürjiligi kesgitlemek .....	223
6.11.3. Wakuum enjamlaryň öndürjiligi kesgitlemek .....	226
6.12. Gyzdyryjy gurallar .....	229
6.12.1. Gyzdyryjy gurallaryň gyzdyrýan üstüniň meýdanyny kesgitlemek .....	229
6.13. Kondensasiýa desgalary .....	232
6.13.1. Kondensatorlaryň hasaby .....	232
6.13.1.1. Sowadyjy suwuň sarp edilişini kesgitlemek .....	232
6.13.1.2. Kondensatoryň diametrini kesgitlemek .....	232
6.13.1.3. Tarekalaryň sanyny kesgitlemek .....	233
6.13.1.4. Barometrik turbalaryň ölçeglerini kesgitlemek .....	234
6.13.1.5. Howa aýryjy nasosyň herekete getirijisiniň kuwwatyny kesgitlemek .....	234
6.14. Utfelleri bölmek üçin enjamlar .....	236
6.14.1. Sentrifugalaryň öndürjiligi kesgitlemek .....	236
6.14.2. Sentrifuganyň rotoryny aýlaýjy herekete getirijiniň kuwwatyny kesgitlemek .....	238

6.14.3. Inersiýa arkaly çökündileri aýyryjy wakuum – sentrifuga .....	240
6.14.4. HBI – H –1000 – 03 kysymly inersiýa .ganatly sentrifuga .....	242
6.14.5. HГП – 4K – 860 görnüşli çökündini pulsirleme esasynda üzüksiz işleýän sentrifuga .....	246
6.15. Guradyjy desgalar .....	253
6.15.1. Şeker guradyjy enjamyň hasaplamalary .....	253
6.15.2. Barabanly guradyjy enjamyň hasaplamalary .....	256
6.16. Sykyjy enjamlar .....	260
6.16.1. Sykyjynyň (presiň) öndürjiligin we ony herekete getirijiniň kuw- watyny kesgitlemek.....	260
6.16.2. Rotasiýaly sykyjynyň öndürjiligin kesgitlemek.....	262
6.16.3. Diskli rotasiýaly sykyjy.....	262
6.17. Gant-rafinad öndürýän awtomatik liniýalar.....	263

## VII. GANT ÖNÜMLERI

7.1. Gandyň görnüşleri.....	264
7.2. Gandyň peýdalanylyşy .....	267
7.3. Gandyň ähmiýeti.....	270
7.4. Gandy iýmit görnüşinde ulanmagy azaltmagyň ýollary .....	272
Peýdalanylan edebiýatlar.....	275