

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

A.G.Saparow

S U W S Ü Ý J E T M E K

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw
kitaby

Aşgabat – 2010

A.Saparow. Suw süýjetmek

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw
kitaby, Aşgabat – 2010 ý.

Giriş

Garaşsyz, baky Bitarap Watanymyzda, Hormatly Prezidentimiziň yglan eden Beýik Galkynyş zamanynda, Döwlet adam üçindir diýen sözlerinden ugur alyp, az ilatly ýerlerde hem, halkyň ýaşaýyş şertlerini ýokary götermek üçin suw üpjünçilik we lagym ulgamlaryny gurmaklyga uly üns berilýär. Mysal hökümünde Esenguly, Ruhubelent, Döwletli we Altyn sähra etraplarynda gurlan desgalary görkezmek bolar.

Garaşsyz, baky Bitarap watanymyzda häzirkî döwürde ägirt uly gurluşyklar alnyp barylýar. Hormatly Prezidentimiziň ýolbaşçylygynda diňe bir Aşgabat şäherinde bolman, bütin Türkmenistan döwletimiz gurluşyk meýdançasyna öwrüldi. Şolaryň biri hem “Awaza” milli syýahatçylyk zolagydyr. Gojaman Hazaryň kenarynda ýerleşen bu gözəl mekany ýokary hilli dünýä standartyna gabat gelýän agyz suw bilen üpjün etmek üçin dünýäniň ösen tehnologiýalary bilen enjamlaşdyrylan zawotlar gerek. Häzirkî döwürde deňiz suwyny dürli usulda süýjedip, ýokary hilli agyz suw taýýarlamagyň birnäçe usullary bar.

Hormatly Prezidenrimiziň “Halkymyzy jana şypaly arassa we süýji agyz suw bilen üpjün etmek üçin hem uly çäreler durmuşa geçirilýär” diýen sözlerinden ugur alyp halkymyzy döwlet standartyna laýyk gelýän arassa agyz suw bilen üpjün etmek üçin ýurdumyzda birnäçe suw arassalaýyş zawotlary guruldy we gurulýar. Oňa mysal edip, Daşoguz welaýatynda gurulýan we gurlan suw zawodlaryny görkezmek bolar. Şeýle hem, ýurdumyzda süýji suwuň esasy az ýeri bolan Balkan welaýatynda hem birnäçe işler durmuşa geçirilýär, mysal üçin Esenguly etrabynda gurlan agyz suw zawodyny, 2010-njy ýylyň aprel aýynyň 12-ne Hormatly Prezidentimiziň ulanmak üçin açyp beren bir gije-gündizde 35000 m³ suw süýjedýän, dünýäniň iň öndebaryjy tehnologiýasyna gabat gelýän “Awaza milli syýahatçylyk zolagynda” gurlan deňiz suw süýjediji zawody Hazar şäherinde gurulmak

meýilleşdirilýän deňiz suwuny süýjediji zawody görkezmek bolýar.

Ilatly ýerleri, senagat kärhanalary we oba hojalygy süýji suw bilen üpjün etmek dünýäde wajyp meseleleriň biri bolup durýar. Adamlaryň ýaşaýyş durmuşynda suw ýetmezçiligi elmydama duýulyp gelipdir, şonuň üçin hem olar süýji suw almagyň täze usullaryny gözläp tapypdyrlar.

Asyrlaryň dowamynda agyr tebigy şertlerinde ýaşan türkmen halkynyň suwy “dirilik çeşmesi” hökmünde mukaddes saýandygyny, oňa hormat goýandygyny, onuň sarpasynyň belent tutulýandygyny nazara alyp, her ýylyň aprel aýynyň birinji ýekşenbesi “Suw damjasy-altyn dānesi” baýramçylygy diýilip yglan edildi.

XX asyryň birinji ýarymynda suw üçin göreşe bütin dünýä gatnaşyp başlady. Eger-de, suw üpjünçiligiň meseleleri yssy, gurak şertlerde ýaşaýan az suwly ýa-da suwsyz döwletler üçin wajyp bolsa häzirkiki döwürde suwly ýerde ýerleşen ösýän döwletler üçin hem wajyp meseleleriň biri bolmagynda galýar.

Suw süýjetmegiň meseleleri adamlar üçin çylşyrymly we wajypdyr. Bu meseläni çözmek üçin dünýäniň ähli alymlary onuň üstünde işlemekleri zerurdyr. Ilatly ýerleri, senagat kärhanalary we oba hojalygy suw bilen üpjün etmek üçin suw süýjetmek suwuň az ýurtlar üçin esasan hem biziň Türkmenistan Döwletimiz üçin wajyp meseleleriň biridir.

I. Tebigy suwlar we olary süýjetmegiň usullary

1. Dünýäniň suw baýlyklary we olaryň paýlanyşy

Suw bolmasa ýeriň ýüzünde hiç-hili ýaşayyş hem bolmaýar. Suwuň ýerini hiç-bir zat tutup bilmeýär. Suw hemişe özünde ýylylyk saklap durýar. Ýer şarynda ýerüsti we ýerasty örän köp suw saklanýar.

Suw ýer ýüzüniň 3/4 bölegine golaý meýdany tutup, onuň esasy bölegi ummanlarda, deňizlerde jemlenendir. Gury ýeriň az bölegini (3%) tutýan derýalar, köller, çeşmeler, kanallar, suw howdanlary adamyň ýaşayyşynda giňden ulanylýar. Ol takmynan 1800 mln km³ deňdir.

Ýer şaryndaky suwlaryň ýerleşşi

1-nji tablisa

T/b	Suw baýlyklary	Umumy göwrümi 1000 km ³	Jeminden % hasabynda
1	Dünýädäki ummanlar	1370000	93,77
2	Ýerasty suwlar	60000	4,107
3	Buzlar	30000	2,054
4	Köller we derýalar	751	0,055
5	Toprakdaky suwlar	45	0,006
6	Atmosferadaky suwlar	13	0,001
Jemi:		1460839	100

Süýji suwalryň 97,3 % buz görnüşinde bolup durýar. Derýalardaky suwlar 150 ýyla ýeterlik bolup durýar. Dünýädäki hemme derýalaryň suwy 1230 km³ barabardyr. Baýkal kölünde 23000 km³ süýji suw saklanýar. Golfstrit akymy bütin Ýewropanyň howasyny mylaýym saklaýar. Onuň tizligi 11 km/sagat bolup, egerde temperaturasy 12⁰C peselse, ol özünden 15·10²² J energiýa bölüp çykarýar.

Dünýädäki iň iri derýalaryň suwunyň mukdary.

2-nji tablisa

Derýalar	Ortaça ýylyň dowamynda harçlanýan suw m/s	Bir ýyldaky suwuň mukdary km ³
Amozonka	106000÷194000	3343÷3910
Konra	41400	1305
Gang	38000	1200
Ýanszy	30000	946
Misissili	19000	600
Ýniesý	18100	570
Lena	16200	511
Garona	14837	469
Ob	12200	384
Amur	11000	350
Wolga	8160	256
Nil	2627	83

Atmosferadaky suwuň mukdary 13000 km³ deňdir. Atmosferadaky suwuň getirýän ýylylygy ýerdäki suwuň getirýän ýylylygyndan 8 esse köpdür, sebäbi howa 9 gije-gündiziň dowamynda doly öz ornuny çalşyp bilýär.

Bir ýylyň dowamynda ummanlardan we deňizlerden bugarýan suwuň mukdary 448900 km³ barabar hem bolsa, olar ýer şarynyň hemme ýerine bir meňzeş ýagmaýar. Ummanlaryň üstüne ýagýan ýagynyň mukdary 411600m³. Gimelaýyň töwereklerine 1 ýylda 12 metr ýagyn ýagýar.

Amazonka derýasy dünýädäki ähli derýalardaky suwuň 11-den bir bölegini saklaýar.

Suw we adam

Suw ýaşaýşyň çeşmesidir. Suw Türkmen halky üçin mukaddesdir. Suw bilen her gün, her sagat diýen ýaly iş salyşýarys: naharlananymyzda (çaý içenimizde), nahar

taýýarlananda, gap-gaç, egin-eşik ýuwulanda we ş.m. Suwsyz ýaşayşy göz önüne getirmek mümkin däl. Suw ýaşayşyň gözbaşydyr.

Iýmitsiz adam 1 aýa golaý ýaşap bilýär, emma suwsyz bolsa 4-5 günden artyk ýaşap bilmeyär. Adamyň suwa bolan talaby uly. Ol diňe içilýän suw bilen çäklenmeyär. Kiçiräk şäherde bir adamyň bir günde sarp edýän suwy şeýleräk (litr hasabynda):

1.	Nahar taýýarlamak	5
2.	Ýuwunmak	5
3.	Duşda suwa düşmek	25
4.	Wanna almak (hepde-de bir gezek) ...	35
5.	Pol ýuwmak	10
6.	Hajathanany ýuwmak	18
7.	Ekinleri suwarmak	32
8.	Umumy kommunal islegler	20
9.	Jemi.....	150

Adamyň suwa bolan talaby diňe şunuň bilen çäklenmeyär. Senagat üçin örän köp suw gerek. Diýmek, adamyň talap edýän suwunyň mukdary köp. Köp suw hakda gürrüň edilende hökmany ýagdaýda suwuň hiline üns bermeli. Suwuň hili barada gürrüň edilende bolsa bu meseläniň çözgüdi dürli-dürli bolýar, ol suwuň talap edilişine bagly. Suwa edilýän talap dürli bolýar, mysal üçin senagatda, ekerançylykda, maldarçylykda, balykçylyk hojalyklarynda we ş.m. Emma has güýçli talap adamyň şahsy durmuşy üçin gerek bolan suwa edilýär. Olaryň arasynda hojalykda ulanylýan - adamlaryň, mallaryň içýän suwunyň hili has wajypdyr.

Suw tebigatda iň köp ýaýran organiki däl birleşmeleriň biridir. Suwuň tebigaty özgertmekdäki ýerine ýetirýän işi örän ulydyr. Şonuň üçin hem suw ýer şarynyň, hemme ýaşajylary üçin esasy bolup durýar. Suw özüniň uly bolan ýylylyk sygymyna baglylykda tebigatda ägirt uly ýylylyk çeşmesi bolup durýar. Ýer şarynda ýer üsti we ýerasty örän köp suw

saklanýar. Olar ýer şarynyň üstünde birmeňzeş ýerleşendäldir. Biziň ýurdumyz hem suwuň gyt ýerlerine degişlidir. Şonuň üçin hem biz suwy örän aýawly saklamaly we ulanmalydyrys.

2. Türkmenistanyň esasy suw çeşmeleriniň häsiýetnamasy

Ummasyz ýer baýlygy (491,2 müň inedördül kilometr) bolan Garaşsyz, Bitarap Türkmenistanymyzyň suw baýlyklary çaklidir. Onuň esasy suw çeşmelerine derýalar, çaylar, wagtlaýyn akarlar, köller, kárizler, oýtak takyrlarda toplanan wagtlaýyn kak suwlar we ýerasty suwlar (guýular) degişlidirler. Olaryň hem suwy ýurdumyzyň çäginde deň ýerleşmeýär we wagtyň geçmegi bilen üýtgäp durýar.

Ýurdumyzyň işjeň suw baýlyklarynyň ortaça göwrümi 25200 million km³ bolup, şonuň 22000 million km³ Amyderýa degişlidir. Ykdysadyýetiň pudaklarynda gös-göni peýdalanylýan suwlara işjeň suw baýlyklary diýilýär. İşjeň suw baýlyklaryna Amyderýanyň, Murgabyň, Tejeniniň, Etrek we Sumbar derýalarynyň, Garagum we Türkmen derýalarynyň, Köpetdagiň demirgazyk eňňidinden gözbaşyny alýan ownuk derýalaryň, káriz we ýerasty süýji suwlary hem-de beýleki suwlary degişlidir. Agzalan suw toplumyna zeý suwlary girmeyär. Türkmenistanyň çägi akarsyz sebitde ýerleşendigi sebäpli, derýa torynyň ummanlar bilen arabaglanyşygy ýokdur. Ol edil beýleki Merkezi Aziýa ýurtlary ýaly ummanlardan we deňizlerden uzakda ýerleşýän sebitdir. Ýurdumyzyň günoratsynda ýerleşen daglar (Köpetdag, Uly we Kiçi Balkan, Köýtendag) onçakly belent bolmanlygy sebäpli, bu daglarda ebedi garlar we buzluklar ýokdur. Daglara ýagýan ygal Garagum çölüne we beýleki düzlük ýerlere ýagýan ygallardan köp bolsa-da (ýyl boýunça 350mm), onuň ep-esli bölegi ýumşak dag jynslaryna sňýär we bugarýar, az bölegi daglardan aşak inýär ýa-da çeşme görnüşinde ýeriň ýüzüne

çykýar. Şol sebäpli, Türkmenistanyň çäginde emele gelýän derýalar örän azdyr, barlary (häzir akýanlary) hem az suwlydyr. Ýurdumyzyň merkezi we günbatar böleklerinde bolsa akar suwlar asla ýok. Bu ýerlerde çagbaly ýagyşlardan soň wagtlaýyn ýata suwlar diňe takyrlarda toplanýar (kaklarda).

Derýalar diňe Türkmenistanyň günorta çäginde bardyr, gündogarda bolsa öz gözbaşyny Owganystanyň we Täjigistanyň çäginde ýerleşen Hindiguş we Pamir daglaryndan alyp gaýdýan bol suwly Amyderýa Lebap we Daşoguz welaýatlarynyň üstünden akyp geçýär. Şolardan başga ýurdumyzda häzirki günde peýdalanyp bolmaýan suw ätiýaçlyklary (potensial suw baýlyklary) hem bardyr. Olara ýyldaky mukdary 874mln.m³ bolan sil suwlary degişlidir. Şonuň 542mln.m³ – i (62%-i) dag belentliklerinde, 332mln.m³-i bolsa düzlüklerde emele gelýär. Ilkinji gezek gaýtadan peýdalanyp bolýan, duzlylygy 5g/l-den az bolan zey suwlarynyň göwrümi milliardlarça kub metre ýetýär.

Türkmenistanyň suw baýlyklarynyň 97%-i ekerançylyk we öri meýdanlaryny suwarmaklykda ulanylýan bolsa, galan 3%-i durmuş maksatlary üçin sarp edilýär.

Indi bolsa ýaşayşyň gözbaşy, bol hasyllylygyň enesi, gülleýşiň hem-de galkynyşyň gözelligi bolan, Türkmenistanyň suwlaryna aýratynlykda häsiýetnama bermäge synanşalyň.

Amyderýa

Amyderýa Türkmenistanyň gündogar serhedi boýunça akyp geçýän bol suwly derýa bolup, ol oba hojalygyny we ykdysadyýetiň beýleki pudaklarynyň ösmegini üpjün edýän esasy suw çeşmesidir.

Ýurdumyzyň ekin meýdanlarynyň 95%-e golaýy Amyderýadan suwarylýar. Şol derýadan Türkmenistan her ýylda döwletara şertnamasy esasynda ortaça 22km³ suw alýar we ýurdumyzyň ekerançylyk ýerlerini, şäher we oba ilatyny suw bilen üpjün edýär. Häzirki günde Amyderýanyň mele

suwy Balkan welaýatynyň Dehistan düzlüğine sary akyp barýar.

Amyderýa Türkmenistanyň we Merkezi Aziýanyň iň uly we köp suwly derýasydyr. Derýanyň umumy uzynlygy 2540 kilometr bolup, onuň 1036 kilometri Türkmenistanyň çäginde geçýär. Ol gözbaşyny Owganystanyň çäklerinde deňiz derejesinden 4900 metr beýiklikde ýerleşen Hindiguş daglarynyň demirgazyk eňnidindäki we Täjigistanda ýerleşen Pamir dagynyň buzluklaryndan we müdümilik garlaryndan alyp gaýdýar. Amyderýa Türkmenistanyň we Özbegistanyň ekerançylyk ýerlerini suw bilen üpjün edýär.

Amyderýa dünýäde iň bulançak derýalaryň hataryna girýär we 1m³ suwda 3,3-3,5 kg gyrmança garyndylaryny saklaýar. Amyderýa suwunyň duzlylygy boýunça az duzly derýalaryň hataryna girýär.

Atamyrat şäherinde onuň ortaça duzlylygy 490mg/l, iň pesi 360 we iň ýokary derejesi 820mg/l – den geçmeýär. Amyderýanyň aşak akymyna gitdigimizçe onuň duzlylyk derejesi artýar. Birata şäherçesinde ýyl boýunça ortaça duzlylyk 800mg/l bolup, ol Atamyrat şäherindäki ýagdaýyndan 45% ýokarydyr. Ekerançylyk ýerlerinden goşulýan şor zeý suwlaryň hasabyna onuň duzlylygy gitdigiçe artýar we himiki düzümi üýtgeýär.

Suwuň hiline Özbegistanyň (Mahankölünden gelýän zeý suwy) ekerançylyk meýdanlaryndan gelýän zeý suwlarynyň we Türkmenistanyň çäginde çep kenarýaka Baş kollektoryň zeý suwlarynyň akdyrylmagy netijesinde onuň uly täsir edýän ýeri bolan Birata şäherçesinde derýanyň suwy has hapalanandyr. 2002-nji ýylda Birata şäherçesinde suwuň duzlylygy 904mg/l boldy, onuň aňrybaş ýokary derejesi Ýamwar aýynda 1200mg/l boldy. Sulfatlaryň iň uly toplumu 435 mg/l ýetdi.

Amyderýanyň ýokary akymlarynda onuň suwy ortaça duzlulyga eýedir we ýaz, tomus aýlarynda sil gelende ol azyrak peselýär. Gys döwründe derýanyň suwy esasan toprakda

syzylyp gelyän ýerasty suwlaryň hasabyna emele gelyär. Termez şäherinden (Özbekistan) Atamyrat şäherine çenli aralykda, aýratynda gys döwründe, duzlylygyň az-kem köpelmegi ýüze çykýar. Bu köpeme esasan, SO_4 aýratynda, Cl^- ionlarynyň mukdarynyň artmagynyň hasabyna bolup geçýär. Amyderýanyň suwunyň himiki düzümi tebigy täsirleriň netijesinde, şeýle hem Türkmenistanyň we Özbekistanyň çäklerinden gelip goşulýan hapalaryň, zeý suwlarynyň täsiri netijesinde we Termez hem-de Höküs şäherlerinden akyp gelžýän suwlardan emele gelyär. Şol täsirleriň netijesinde Amyderýanyň suwunyň duzlylygynyň möçberi ýokary derejesine 1400 mg/l – e çenli baryp ýetýär.

Türkmenistanyň çäginde duzlylyk derýanyň akymy boýunça ortaça 370mg/l. Termez şäheriniň ilatly nokadynda suwuň duzlylygy ortaça 529mg/l, Düýeboýun deresinde bolsa 891mg/l – e deň boldy. Atamyrat şäherinde duzlylyk 759mg/l – e, Amyderýanyň aşaky akymynda 1343 we 2145mg/l – e barabar boldy (3 we 4-nji tablisa).

Amyderýanyň suwy sil gelenda onuň duzlylygy birneme peselýär (450-380 mg/l) we suwuň akymynyň peselen döwründe bolsa ýokarlanýar (1690-1500 mg/l).

1999 we 2004 – nji ýyllarda Amyderýanyň suwunda esasy ionlaryň mukdary, (mg/l)

3-nji tablisa

Barlag üçin nugalyk alnan ýer		Atamyrat ş.		Türkmenabat ş.		Birata şgo.		Lebap ot.	
Ýyllar		19 91	2001	1991	2001	199 1	200 1	199 1	200 1
SO_4	ýaz	11 4	239	257	442	293	523	387	821
	tomus	20 7	130	254	190	161	227	215	201

	güýz	16 5	-	332	-	382	-	233	-
	gyş	15 4	249	363	241	496	355	424	392
Cl ⁻	ýaz	18 4	135	236	227	202	269	329	446
	tomus	93	78	122	89	111	114	122	111
	güýz	11 2	-	129	-	168	-	136	-
	gyş	17 1	146	163	144	303	183	196	214
HCO ₃	ýaz	14 0	163	120	179	171	169	178	235
	tomus	14 9	176	81	175	139	212	122	193
	güýz	13 6	-	139	-	143	-	126	-
	gyş	13 1	169	138	134	123	173	149	187

Murgap derýa

Murgap derýa ululygy we ykdysady taýdan ähmiýetliligi boýunça Türkmenistanda ikinji orunda durýar. Onuň gözbaşy Owganystanda deňiz derejesinden 2600 metr belentlikde ýerleşen Sefid-Kuf daglaryndan başlanýar. Derýanyň uzynlygy 978 km bolup, şonuň 350 km Türkmenistanyň çäginde ýerleşýär. Onuň ähli suwy diýen ýaly suwaryş işlerinde peýdalanylýar. Derýanyň suw toplanýan meýdany 60 müň inedördül km-e deň bolup, Türkmenistanyň çäginde oňa Kaşan we Guşgy derýalary goşulýar. Olar hem garyň we ýagşyň suwlaryny alýan derýalardyr. Tomus döwründe onuň suwy örän azalýar, hat-da kesilýän wagtlary hem bolýar. Bu ýagdaý tomusda howanyň guraklygy, şeýle hem Owganystanda ýerleri suwarmak üçin peýdalanylmagy bilen baglanyşyklydyr. Murgap derýasynyň akymy suw howdanlary bilen sazlanýar. Mary şäherinden ýokarda derýanyň ugry Gowşut – bent direg

bendi bilen böwetlenýär, ondan ýokarda derýadan suw almak üçin birnäçe akabalar aýrylyp gidýär. Marydan demirgazyk – günbatarda Murgabyň gury hanalary çägeliklerde ýitip gidýär. Murgabyň suwy sil döwründen başga wagty dolulygyna ulanylýar.

Amyderýanyň uzaboýuna duzlylygynyň üýtgeýşi, (mg/l)
(1991, 2000 we 2001 – nji ýyllar) 4-nji tablisa

Barlag üçin nusgalyk alnan ýer		Atamyrat şäherinde	Türkmenabat şäherinde	Birata şäherçesinde	Lebap obasyn-da
ýaz	1991	623	893	1070	1283
	2000	1384	973	811	1367
	2001	759	1202	1343	2145
tomus	1991	644	677	614	686
	2000	444	648	878	890
	2001	512	611	748	687
güýz	1991	679	858	899	703
	2000	617	681	1018	1000
	2001	-	-	-	-
gyş	1991	648	957	1171	1099
	2000	731	849	1150	1092
	2001	798	781	1012	1122

Murgabyň suwy esasan daglardaky garlaryň eremeginiň we az-kem gyş-ýaz döwürlerde ýagýan ýagyşlaryň hasabyna emele gelýär. Murgap derýasyndan ortaça bir ýylda 55,3 m³/s sek akyp geçýär ýa-da her ýylda 1751 million m³ akyp geçýär.

Murgap derýasynyň bulançaklygy Merkezi Aziýanyň daglyk derýalary ýaly dagdan aşak indigiçe artýar. Suwuň ortaça bulançaklygy 4.3 kg/m^3 bolup, bulançaklygy mart we aprel aýlarynda has artýar. Ol suw howdanlaryna zyýanly täsir edýär. Daşköpli suw howdanyna her ýylda 2726 müň tonna dürli görnüşdäki gyrmançalar getirýär. Şoňa görä-de Murgap derýasynyň suw howdanlary gyrmançadan dolup, olaryň peýdaly göwrümi ýyl-ýyldan azalýar.

Murgap derýasynyň suwunyň himiki düzümi ýagyş-sil döwründe derýa hapalanmalaryň düşmeginiň, oňa jülgäniň üstünden duzlaryň ýuwlup getirilmeginiň täsiri astynda emele gelýär. Murgap derýasynyň jülgesinde toprak ergininiň duzlulugynyň azlygy sebäpli, duzlylygyň aňrybaş derejesi (2800 mg/l-e çenli) akymyň peselýän (aşaklan) döwründe däl-de , eýsem ýagyşyň - siliniň möwjän wagtyna gabat gelýär. Akymyň aşaklan döwründe suwuň duzlylygy birazyrak kemelýär ($370\text{--}2120 \text{ mg/l}$). Murgap derýasynyň uzaboýuna duzlylygy 500 mg/l-den pes bolanda, ol gidrokorbanat toplumynyň kalsiý toparyna degişlidir we duzlylygy şondan ýokary bolanda sulfat toplumynyň natriý toparyna geçýär. Murgap Derýanyň suwunyň ortaça duzlylygy 1029 mg/l-e deňdir.

Tejen derýa

Tejen derýasy ululygy we ähmiýeti boýunça Türkmenistanda üçünji orunda durýar. Ol Murgapdan uzyndyr. (1124 km). Emma onuň 800 km-e golaýy Owganystanyň we Eýranyň çäklerinde akýar. Bu derýa öz gözbaşyny Owganystandaky deňiz derejesinden 3500 m belentlikde ýereleşen Kuhi-Hissar gerşinden alýar.

Tejen derýasy hem Murgap derýasy ýaly gar suwlaryndan we ýagyşdan suwlulanýar. Şoňa görä-de suw joşgunlary diňe ýazyna bolýar we bu döwürde suwuň 80 göterimi akýar. Derýanyň suw toplaýan meýdanyny 70 müň inedördül km-e deň bolsa-da, suwunyň ortaça köpýyllyk mukdary Pulhatynyň ýanynda $30 \text{ m}^3/\text{sek}$ töweregidir. Onuň

ýyllyk akymy üýtgäp durýar. Bir ýylyň dowamyndaky suwunyň mukdary 980 million m³-deňdir. Sil gelende suwuň ýokary göterilişi örän çalt bolup geçýär. Siliň peselmegi has ýuwaş we dowamly geçýär. Derýanyň biziň ýurdumyzdaky çägi iýul-noýabr aýlarynda guraýar, onda suw diňe noýabr-dekabr aýlarynda, käbir ýagdaýlarda bolsa, ondan hem gijiräk, akyp başlaýar. Aýry – aýry ýyllarda derýanyň guramagy has ön bolup geçýär.

Nowbaharda Tejen derýasynda suwuň joşmagy bulançaklygyň ýokary bolmagyna getirýär. Derýanyň suwy Pulhatynyň gidrometrik (suw ölçeglerini geçirýän) beketiniň duşundan sekuntda 230kg gyrmança akdyryp geçirýär. Suwunyň bulançaklygy bir kub metr suwda ortaça 4-8 kg aralygynda üýtgäp durýar. Onuň bulançaklygy Amyderýa we Murgap derýalary bilen deňeşdirilende 2-3 esse ýokarydyr.

Tejeniniň suwy has duzlylygy bilen tapawutlanýar, onuň mukdary akymyň peselen döwründe 1150-1170 mg/l-e ýetýär. Sil döwründe duzuň mukdary 500-600 mg/l çenli azalýar. Derýanyň hanasyna ulanylan suwlaryň goşulmagy netijesinde duzlylyk 4000 mg/l-e çenli ýokarlanýar. Bu suwuň bugarmagy sebäpli emele gelen ýitgisiniň, topragyň duzlylygynyň artmagynyň we ulanylan suwlaryň täsiriniň netijesidir.

Etrek we Sumbar derýalar

Etrek we Sumbar derýalar ýurdumyzyň günorta-günbatar böleginde ýerleşýär. Bu derýalar ýazyna ýagýan ygallaryň hasabyna joşýar we esasan şolardan suwlanýar. Etrek derýasynyň suw toplaýan meýdany 26720 inedördül km-e deň bolup, uzynlygy 635 km-e ýetýär. Ýokary we orta akymynda jülgäniň giňligi 90-100m töweregi bolup, Etrek şäherçesiniň deňinde giňligi 200-den 1800 m töweregi ulalýar. Derýa ygally, ýagynly ýyllarda Hazar deňzine baryp ýetýär. Onuň suwy örän bulançakdyr. Derýanyň bir metr kub suwy ortaça

22kg gyrmança saklaýar. Bu bolsa Amyderýanyň suwundan 7 esse uludyr.

Tejen derýasynyň Tejen şäherinden ýokarda we aşakda ýyllar boýunça duzlylygynyň üýtgeýişi, mg/l

5-nji tablisa

Nusgaly gyň alnan ýer	Tejen ş. (şäherden ýokarda)						Tejen ş. (şäherden aşakda)					
Ýyllar	1991	1993	1997	1999	2000	2001	1991	1993	1997	1999	2000	2001
Ýaz	576	947	1092	973	1056	1036	604	886	1078	965	1069	1054
Tomus	921	-	1007	793	614	681	853	-	819	775	640	658
Güýz	1414	931	866	-	727	1196	1413	933	847	-	703	803
Gyş	867	782	1465	1073	1029	-	962	1068	1324	1090	959	-

Etrek derýasynyň suwy örän duzly we şordyr. Etrek şäherçesindäki gidrometrik stansiýanyň maglumatlaryna görä, derýanyň 1 litr suwunda 4000-6000 milligrama çenli duzlaryň ergini bar.

Himiki düzümi boýunça hlor, kükürt turşusy agdyklyk edýär. Suwdaky ionlaryň mukdary suw kadasyna baglylykda üýtgäp durýar.

Ýazky suw joşgunlarynda Etrek derýasynda adaty Na we K (200-400mg/l), sulfat (450-650mg/l), ionlary agdyklyk edýär. Hlor ionynyň mukdary hem artýar. Tomsuna derýa diňe ýerasty suwlar bilen iýmitlenende, suwuň duzlylygy adatkysyndan 6-7 esse artýar we bir litr suwda 14,5 grama ýetýär. Hlor ionynyň mukdary umumy ionlaryň 1/3 bölegini tutýar.

Güýz-gyş möwsümlerinde suw kadasynyň üýtgemegi bilen Etrek derýasynyň duzlylyk derejesi 3000-den 1200mg/l çenli azalýar.

Garagum derýasy

Garagum derýasy emeli derýadyr, ol özüniň gözbşyny Amyderýanyň, Bosaga obasynyň ýanyndan alýar. Halk hojalygy üçin Garagum derýasynyň ähmiýeti örän ulydyr. Garagum derýa AmyDerýanyň suwunyň bir bölegini, Murgap, Tejen derýalarynyň jülgelerine, Köpetdagyň etegindäki ekerançylykly ýerlere we ondanam aňryk Günorta – Günbatar Türkmenistana akdyrýar. Garagum Derýanyň suwy diňe ýerleri suwarmakda peýdalanylmak bilem çäklenmeýär. Ol ilatly ýerleriň köpüsiniň, hususan-da Türkmenistanyň paýtagty Aşgabadynyň suw üpjünçiliginde we Garagumyň öri meýdanlaryny suwlandyrmakda möhüm orun eýeleýär. Derýanyň baş sakasyndan Mary şäherine çenli aralykda gämi gatnawy hem ýola goýulandyr. Garagum derýasynyň häsiýetli aýratynlyklarynyň biri-de onuň ugrunda suw howdanlarynyň birnäçesiniň (Zeyd, Hanhowuz, Gurtly, Köpetdag) bolmagydyr. Şol howdanlarynyň bina edilmegi güýz-gyş möwsümlerinde, ýerleri suwarmak üçin suwuň zerurlygynyň aradan aýrylýan döwürlerinde derýanyň akymynyň bir bölegini ätiýaçlyk üçin ýygnamak bilen esaslandyrylandyr. Derýanyň

sakasynda suw akymynyň ortaça ýyllyk mukdary Murgap, Tejen we Etre derýalaryň ortaça köpýyllyk akymynyň jemindenem 4 essä golaý artykdyr.

Garagum derýasy öz sakasyny Amyderýadan alyp gaýdýar we 1300 km günbatara, soňra günorta-günbatara uzalýar. Ol Amyderýadan sek – da 600 m^3 suw alyp 900 müň gektardan gowrak ekerançylyk ýerlerini suwarýar. Derýanyň boýunda birnäçe şäherler we obalar emele geldi, gowaçanyň, bugdaýyň we beýleki ekinleriň bol hasyly alynýar. Onuň ugrunda 4 sany uly suw howdany bar. Olardan Zeýd suw howdanyna (Baş sakada) 1milliard m^3 -den gowrak suw ýygnaýar. Hanhowuz suw howdanyna häzir 730 mln m^3 suw ýygnaýar, taslama boýunça bolmalysy 1,5 mld m^3 . Köpetdag suw howdanyna häzir 530 mln³ suw ýygnap bolýar. Şeýle hem, Garagum derýanyň ugrunda 115 sany iri gidrotehniki desgalar we ekerançylyk meýdanlaryny suw bilen üpjün edýän nasos stansiýalar bar.

Ýaz–güş döwürlerinde onuň suwy ýokary duzlylygy bilen tapawutlanýar, çünki şol döwürlerde Derýanyň suwuna esasan ýerasty suwlar täsir edýär. Tomsuna, derýanyň suwunyň duzlylygy onuň dolup-daşyp akýan mahalynda kemelýär we derýanyň uzaboýuna 400-600 mg/l töwereginde bolýar. (6-nji tablisa).

Derýanyň akymynyň ugrunda suwuň duzlylygy aýratyn hem, suw howdanlarynyň we ekerançylykly jülgeleleriň üstünden geçenden soň artýar. Suw howdanlarynda duzlylygyň artmagy suwuň güşky akymynyň, şeýle hem onuň ep-esli bugarmagynyň hasabyna bolup geçýär. Ýazyň başlarynda suwarymly ýerlerde ýuwuş suwarymynyň geçirilmegi hem duzlaryň ýuwulup aýrylmagyna we derýanyň suwunyň duzlylygynyň artmagyna getirýär. Ýylylyk ölçegler nukdaýnazaryndan alnanda, duzlylygyň ýagdaýy Amyderýadaky bilen çalymdaşdyr: güşyna we giçki güýzde ol ýokarlanýar, tomsuna bolsa aşaklaýar (6-nji tablisa).

Türkmen derýa

Türkmen derýasy suwuny Amyderýanyň aşak akymyndan alýar we Daşowuz welaýatynyň suw üpjünçiligini kadalaşdyrýar. Bu derýa eýýäm türkmeniň ata-baba oturymly ýerleri bolan Şasenem, Was, Diýarbekir we Atgyrlan düzlükleriniň esasy suw üpjünçilik çeşmesine öwrüldi. Häzirki wagtda derýanyň umumy uzynlygy 220 km-e ýetirildi we 180 km ýeri ulanyşa berildi. Ýakyn günlerde ol ýene-de uzalar we onuň suwy Gylyçbaý akar ulgamyna ýetiriler. Amyderýadan gözbaş alýan bu derýadan her sekuntda 450m³ suw akar. Görogly etrabyň meýdanlaryndan geçýän Gazabat kanaly boýunça her sek-da Türkmen derýasyndan 80 m³ suw akdyrylýar.

Garagum derýasynyň uzaboýuna duzlylygyň (mg/l) üýtgeýişi
(1991-2001 – nji ýyllar)

6-nji tablisa

Nusgalygy ň alnan ýer	Ýaz		Tomus		Güýz		Gyş	
	1991	2001	1991	2001	1991	2200 1	1991	2001
Başsaka obasy	597	831	683	449	633	-	635	739
Energetik obasy	626	754	443	472	489	668	713	736
Kaka şäherçesi	605	696	471	433	502	593	620	-
Aşgabat ş.(şäherden aşagrakda)	707	848	563	433	539	616	723	739
Gökdepe şäherçesi (837km)	602	877	623	471	561	597	692	779
Köpetdag obasy (851km)	708	812	679	612	644	603	761	705
Goç obasy (969 km)	-	-	552	-	651	-	532	-

Köpetdagyň derýalarynyň Mäneçaýdan beýlekileri orta we ýokary duzly gidrokorbanatly derýalar toparyna degişlidir. Köpetdagyň merkezi bölegindäki derýalarynyň: Sekizýabyň we Arçabiliň suwunyň duzlylygy azdyr. Mäneçaý derýajygynyň suwy iň ýokary duzlylygy bilen tapawutlanýar we sulfatly häsiýete eýedir. Bu derýalaryň suwunda hloryň ionlary örän az derejede saklanýar.

Köpetdagyň derýalary möhüm ähmiýetli suw çeşmesidir, olar ilatly ýerleriň suw üpjünçiligi üçin we Köpetdagyň etegidäki düz hasylly ekerançylyk meýdanlaryny suwarmak üçin peýdalanylýar.

Arçabil derýanyň suwunyň akymy ýylyň бүтін dowamynda durnukly we kadaly häsiýete eýedir. Derýanyň suwy esasan, ýagyş we ýerasty suwlaryň ýagdaýyna baglydyr. Derýanyň ýakasy belentli-pesli daglyklar we jülgelikler bilen utgaşyp gidýär. Derýanyň hanasy suwuň sürüp getiren gyrmança çökündileri bilen häsiýetlendirilýär, kenarlary onçakly aýdyň däl häli-şindi üýtgäp durýar.

Arçabil derýasynyň suwunyň duzlylyk derejesi ýokary däl (600mg/l-e çenli). Himiki düzümi boýunça derýanyň suwy gidrokarbonat toplumynyň, kalsiý toparyna degişlidir, käwagytlar magniý toparyna hem ýakyn bolýar.

Türkmenistanyň suw howdanlary

Türkmenistanyň suw howdanlary derýalaryň suwuny möwsüýmleýin düzgünleşdirmek üçin niýetlenendir. Garagum derýaň ugrundaky iň uly suw howdanlary–Zeyd, Hanhowuz hem Köpetdag howdanlarydyr. Şeýlelikde, Türkmenistanyň esasy suw çeşmeleri bolan derýalaryň, kanallarynyň, suw howdanlarynyň duzlylyk derejesi we himiki düzümi suw toplaýan meýdanyndaky dag jynslaryň häsiýetine, howa şertlerine, suwlaryň gidrogeologiasyna hem-de hojalyk işleriniň täsirine baglylykda birmeňzeş däl we dürli-dürlüdür.

Dünýädäki iri döwletleriň suw üpjünçiligi

7-nji tablisa

Döwlet-ler	Ortaça köp ýylyň dowa-myndaky akym, km ³	Bir ýaşajy üçin udel haryçlanýan suw, müň m ³ /ýyl	Döwletler	Ortaça köp-ýylyň dowa-myndaky akym, km ³	Bir ýaşajy üçin udel haryçlanýan suw, müň m ³ /ýyl
Öňki SSSR	4384	17,1	Kanad a	2740	128
Hytaý	2880	3,8	Brazil ýa	5668	59,5
ABŞ	2345	11,4	Hindis -tan	1586	2,9

3. Süýji suwy almagyň usullary we toparlary

Duzlyrak we duzly ýerasty suwlary, deňizleriň we ummanlaryň suwuny, ulanylan suwlary süýjjetmegiň häzirki zaman tehnologiýasyny şu toparla bölmek bolýar:

I. Işin ýerine ýetiriliş häsiýeti boýunça.

1. Süýjedilýän suwuň agergat ýagdaýyny üýtgetmek bilen:

termiki (bugartmak), günün kömegi bilen (geliosüýjjetmek); sowukluk ulanmak bilen (emeli we tebigi doňdutmak).

2. Agergat ýagdaýyny üýtgetmezden:

himiki (ion çalşyk, reagentiň kömegi bilen duzlary çökmek, elektroliz); membranaly (elektrodializ, tersleýin osmos); ekstraksiýa we adsorbsiýa (organiki eredijili ekstraksiýa, gazogidrat ekstraksiýasy, elektrod hadysaly adsorbsiýa); biologiki (wodorosylary, janly organizimleri, bakteriýalary ulanmak bilen).

II. Ulanylýan energiýa boýunça.

1. Ýylylyk çeşmelerinden (Ýylylyk elektrik merkezi, kondensat elektrik stansiýasy, atom elektrik stansiýasy, gazan desgalary, kompressorlar, gazoturbina).

III. Maksady we ulanylyşy boýunça.

1. Bir maksatly (suwy süýjedip-süýji suw almak, ulanylan suwlary arassalamak).

2. Köp maksatly (suw, elektrik energiýa, ýylylyk öndürmek we esasy däl önümleri aýyrmak).

3. Ulanylýan ýerleri (senagat, kommunal, oba hojalyk).

IV. Gurnamasynyň ulanylyşy boýunça.

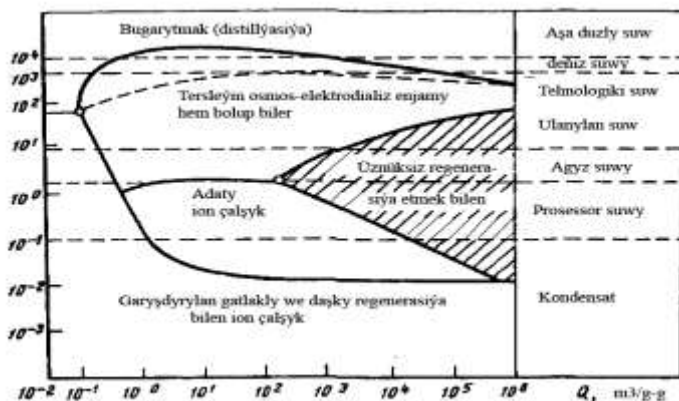
1. Suw süýjetmegiň bir usuly esasynda gurlan.

2. Toplumlaýyn.

3. Birbasgançakly, köpbasgançakly, birýadroly, köpýadroly, dikleýin, keseleýin.

Dünýädäki suw süýjediji enjamlaryň köpüsi deňiz suwuny süýjetmek üçin ulanylýar. Mysal üçin suw süýjedijileriň takmynan 90% deňiz suwuny süýjetse 5-7% ýerasty duzly, drenaž we senagat kärhanalarynyň ulanylan suwlaryny arassalamak üçin ulanylýar.

Suw süýjetmegiň usulyny, süýjedilmäne degişli suwuň hiline we süýjedilen suwuň hiline edilýän talaba laýyklykda, suw süýjediji enjamyň öndürijiligine şeýle hem tehniki-ykdysady düşünjelere laýyklykda saýlanyp alynýar (1-nji surat).



1-nji surat. Suw süýjetmegiň (duzsuzlandyrmagyň) usulyny saýlamak üçin diagramma.

Çyzgydan görnüşi ýaly ion çalşyk usulynda suw süýjetmegiň bahasy suwdaky duzlaryň ýokarlanmagy bilen ol hem artýar, şeýle hem suw süýjedijilik ukyby peselýär. Şonuň üçin ion çalşyk usulynda suw süýjetmek, haçanda suwuň duzlylygy 0,8-1,0 g/l aralygynda amatly bolýar. Duzlylyk derejesi 1 g/l-den ýokary bolan suwlary duzsuzlandyrmagyň usuly saýlananda, mysal üçin ion çalşyk, distillýasiýa ýa-da beýleki usullar ýerli şertleri hasaba almak bilen tehniki-ykdysady deňeşdirme geçirilip saýlan alynmalydyr.

Dünyädäki suw süýjediji enjamlaryň öndürijiligi, m³/g-g

8-nji tablisa

Tertip belgisi	Döwletler	Suw süýjedilişiniň usuly			
		distillýasiýa (bugaryt-mak)	tersleýin osmos	elektro-dializ	jemi öndürijiligi m ³ /g-g
1	Bahreýin	21474	4739	10722	36935
2	Eýran	269040	26076	4308	299424
3	Yrak	12003	17700	12696	42399
4	Kuweýt	493471	8112	3281	504864
5	Liwan	1821	227	-	2048
6	Oman	25496	3275	908	29679
7	Katar	211632	273	-	211905
8	Sawd Arabystany	2316730	333938	55266	2705934
9	Birleşen Arap Emiratlary	694675	10186	3448	708345
10	Alžir	61600	64615	7448	133633
11	Ýegipet	5037	4120	3164	12321
12	Liwan	287833	20673	49780	358286
13	Sudan	976	-	-	976
14	Tunis	3398	383	2816	6597
15	Gonkong	181680	1651	-	183331

16	Indoneziýa	20657	-	-	20657
17	Malayiza	4845	682	-	20657
18	Singapur	6004	4420	-	10424
19	Ňňki SSSR	249600	-	5000	299600
20	Tayland	2351	2066	-	4417
21	Meksika	34004	21619	-	55623
22	Peru	13195	114	-	13936
23	Italiýa	143192	8051	23288	174831
24	Ňňki GFR	13936	-	-	13936
25	Niderlandiýa	61350	10400	-	71750
26	Ispaniýa	37950	-	-	37950
27	Awstraliýa	51780	-	-	51780
28	Wenesuella	-	7560	-	7560
29	Gresiýa	-	-	1500	1500
30	Izrail	37850	-	-	37850
31	Antil adalary	89268	-	-	89268
32	ABŞ	23300	265200	540530	1038730
33	Yaponiýa	100000	13400	1200	125400
jemi		6686075	1774740	892112	9353022

Anygyna ýetmezden aýytmak bolar, haçanda suwdaky duzuň mukdary 2-3 g/l çenli bolsa, onda suwy ion çalşyk usulynda süýjetmek maslahat berilýär. Eger-de suwdaky duzuň mukdary 10 g/l-den ýokary bolsa distillýasiýa, doňdurmak ýa-da tersleýin osmos usulyny kabul etmek maslahat berilýär. Eger-de duzuň mukdary 2,5-10 g/l bolsa elektrodializ ýada tersleýin osmos usulynda suw süýjetmek maslahat berilýär.

Suw süýjetmekden saklanmaklarynyň esasy sebäpleriniň biri hen süýjedilen suwuň özüne düşýän gymmatynyň ýokary bolmagydyr. Ýöne soňky ýyllarda ilatyň sanynyň artmagy, senagatyň we oba hojalygyň ösmegi netijesinde süýji suwuň ýetmeýänligi sebäpli, süýji suwuň hem özüne düşýän gymmaty artyp başlady. Şonuň üçin hem käbir ýerlerde suw üpjünçilik, süýjedilen suwuň hasabyna amala aşyrylmagy ykdysady taýdan amatly bolýar.

Dünýäde duzly suwy süýjedili enjamlaryň öndürijiliginiň ýyl saýyn artmagyny şu aşakdaky sanlar boýunça görkezmek bolar:

9-nji tablisa

Ýyllar	Öndürijiligi mln. m ³ /g-g	Ýyllar	Öndürijiligi mln. m ³ /g-g
1960	0,24	1980	7,5
1970	1	1985	10
1975	2	1990	15

Suw süýjetmegiň tehnologiýasynyň kämilleşmegi, täze görnüşli enjamlaryň döredilmegi, täze usullaryň oýlanyp tapylmagy we ykdysady netijelligiň artmagyna oňaýly ýardam

edýän has kämilleşen çyzgylaryň tapylmagy süýjedilen suwuň özüne düşýän gymmatynyň kemelmegine getirýär.

Häzirki wagtda suwy süýjetmek üçin şular ýaly enjamlar işlýäp.

10-nji tablisa

Usullary	Öndürijiligi, m ³ /gg	1m ³ /gg bahasy
Bugartmak 6-basgançakly	12000	1000
Bugartmak 12-basgançakly	3800	390
Bugartmak 36-basgançakly	4750	350
Bugartmak 52-basgançakly	185000	170
Gysylan bugly suw süýjediji	3800	360
Suwy rotorly süýjetmek	250	460
Duzly suwy süýjetmek üçin elektrodinamika usuly	1050 8350 1230	540 313 73
Deňiz suwyny süýjediji	10÷30	1100
Butanyň kömegi bilen doňduryp suwy süýjetmek	40000	270
Güniň kömegi bilen suwy süýjetmek.	70	7500

Geçirilen ylmy barlaglaryň netijesinde suw süýjediji enjamlaryň ýyl saýyn täze görnüşleriniň we usullarynyň tapylmagy suw süýjetmegüň özüne düşýän

Türkmenistanyň ýerüsti suwlarynyň duzlylyk derejesi, mg/l (1998 ýyl)

11-nji tablisa

Suw çeşmeleri we olaryň barlanylan ýerleri	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ortaça duzlylygy	Duzlylygynyň üýtgeýiş çägi
Amyderýa Atamyrat ş.	820	770	800	580	590	420	390	360	500	520	560	730	490	360-820
Amyderýa Türkmenabat	850	770	830	650	640	440	410	390	480	540	730	850	630	390-850
Amyderýa Birata ş.	1150	1170	1260	1020	870	710	610	530	840	920	910	1140	800	53-1260
Murgap der. Ýolöten suw how.	1440	1420	1370	1450	1270	1310	1240	1170	1280	1290	1250	1260	1250	1170-1450

Hindiguş suw howdan	3830	4210	5010	4640	-	4980	5460	5620	5820	5440	5280	6010	5120	3830- 6010
Tejen der. Saraşs ş.	780	790	850	930	1030	910	910	950	860	1150	1100	940	940	78- 1150
Tejen der. Babadaýhan	840	750	840	990	990	960	900	920	880	1090	1120	1170	970	750- 1170
Sekizýap	650	590	410	500	450	560	770	750	460	460	510	500	550	410- 770
Altyýap	430	640	460	390	400	600	760	740	530	520	340	400	520	390- 640

bahasyny arzanladýar (10-nji tablisa). Tablisadan görnüşi ýaly bugartmak usulynda suw süýjediji enjamyň basgançak sany näçe köpels şonçada suw süýetmwigň bahasy aşaklaýar. Suwuň süýjedilmegi–tebigy suwlarda bolýan duzlaryň mukdarynyň azaldylmagydyr. Suwuň süýjedilmegi hojalyk we agyz suw üpjünçiligi üçin ýaramly (adatça duzlylygy 1g/l-e çenli) süýji suwy almak maksady bilen amala aşyrylýar.

Ýer ýüzüniň 60%-e golaý meýdanyny tutýan, esasan suwsuz we gurak ýerlerde ýerleşýän 40-dan köpräk ýurtlarda süýji suwuň ýetmezçiligi duýulýar. Süýji suwuň ýetmezçiligini ýer şaryndaky ähli suwuň 98%-i tutýan ummanlaryň, deňizleriň, şeýle hem ýerasty duzly (1-liter suwda 10g. duzdan hem gowrak) we duzlurak (1-litr suwda 2-10 g. duz) suwlary süýjetmegiň hasabyna kemeltmek mümkindir. Süýji suwly ýerleriň suwuny süýji suwsyz ýerlere turbalar ýa-da kanallar arkaly geçirmek bilen hem süýji suw ýetmezçiliginden dynmak bolar. Meselem, dünýäde iň uzyn Garagum kanaly öz gözbaşyny Amyderýanyň Mukgy diýen ýerinden gün batara tarapa–Balkan welaýatyna alyp gaýdýar, we şol welaýatynyň Bereket şäherine çenli gelýär. Bereket şäherinde 2 sany uly suw durlaýjy howuz we suw arassalaýjy desga guruldy. Suw arassalaýjy desgadaky nasoslaryň kömegi bilen agyz suwy diametri $d=1000$ mm. turba arkaly Türkmenbaşy, Balkanabat, Hazar şäherlerine we Gumdaga şäherçesine eltildi. Ol şäherlerde agyz suw belli bir sagatlarda berilýär: ýagny ertir-irden-2sag. agşam-2sag. Görşümüz ýaly Balkan welaýatynyň şäherleri süýji suw ýetmezçiligidin kösenýär. Emma süýji suw has alyslardan kanallar we turbalar arkaly getirilenden, duzly suwy ýerinde süýjetmeklik arzan düşýär. Meselem, gije-gündizde 1000 m^3 -e çenli suw talap edýän ilatly ýere 40-50 km-den ýa-da bir gije-gündizde 100.000 m^3 suw talap edýän ilatly ýere 150-200 km uzaklykdan suw geçrijisi arkaly suw getirmek üçin çykýan çykdajy, şol ýerdäki duzly suwy süýjetmek üçin çykýan çykdajydan köp bolýar.

Duzly uwy süýjetmegiň zerurlygy:

Süýji suwuň ýoklygy sebäpli.

Ilatyň sanynyň artmagy hem-de suwa bolan talabyň artmagy sebäpli.

Senagat pudagyňyň ösmegi sebäpli.

Oba hojalygynyň ösmegi we ekerançylyk ýerleriň giňelmegi sebäpli.

Daşky gurşawy goramak üçin (zeý suwlary süýjedip soň taşlamaly).

Süýji suwuň käbir etraplarda ýetmezçiligi sebäpli.

Süýji suwuň uzakda ýerleşenligi sebäpli.

Suw üpjünçiligiň ýerli mertrologiki şertlerini aradan aýyrmak.

Duzly suwlaryň toparlara bölünişi:

Ýerşaryndaky suwlaryň düzümindäki duzuň mukdary boýunça
olar şu görnüşlere bölünýär:

1. Süýji suw.....1 g/l-e çenli duzly;
2. Gowşak duzlurak.....1-3 g/l duzly;
3. Orta duzlurak.....3-5 g/l duzly;
4. Güýçli duzlurak.....5-10 g/l duzly;
5. Gowşak duzly.....10-15 g/l duzly
6. Duzly (deňiz suwy).....15-45 g/l duzly.
7. Aşa duzly (şerebe).....45 g/l ýokary duzly.

Süýji suw almagyň usullary:

Süýjedilýän suwuň agregat ýagdaýyny üýtgetmek bilen:

termiki: - bugartmak; günüň kömegi bilen;

sowuk ulanmak bilen: - emeli we tebigy doňdurmak.

Agregat ýagdaýyny üýtgetmezden:

himiki:-ionçalşyk; reagentiň kömegi bilen duzlary
çökmek; elektroliz.

membranaly: - elektrodializ; tersleýin osmos.

ekstraksiya we adsorbsiya: - organiki eredijili ekstraksiya; gazogidro-ekstraksiyaly; elektrod hadysaly adsorbsiya.

Dürli kuwwatlykly suw süýjeji enjamlar.

12-nji tablisa

Suw süýjedijiniň görnüşleri	Ýerleşýän ýeri	Öndürijiligi m ³ /gg	Iň soňky bahasy m ³ /doll.
Ýönekeý bugartmak.	Esenguly	10	12,35
3-bölümlü bugardyjy	Ýamwar	3700	1,4
4-bölümlü suwy süýjediji	Şewçenko	5000	0,75
Çalt bugartýan 5-basgançakly	Ýamwar	1200	0,72
42-basgançakly	Bekdaş	3740	0,5-0,50
Bugy gysyp suw süýjetmek	Ýamwar	1000	0,49
Kuwwatlygy 1000 megawat atom suw süýjed.	Şewçenko	100	0,06
Elektrodiýalizi	Şewşenka	100	0,60
Elektrodiýalizi	Şewçenko	200	0,50
Güniň kömegi bilen suwy süýjetmek.	Baharly (Bäherden)	31,0	5,52
Tebigy doňdurmak	Görogly (Tagta)	0,5	16,6

II. Suwy bugardyp süýjetmek (distillýasiýa)

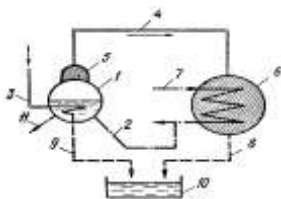
4. Bugardyp suwy süýjetmegiň usuly.Ýönekeýje bugartmak

Bugardyp suwy süýjetmek usuly, suw gyzdyrlanda süýji buga we aşa duzly suwa dargamagyna esaslanandyr. Distillýasiýa latyn sözi bolup, ol arassalamak maksady bilen gaýtadan işlemekligi ýa-da damjalap dammaklygy aňladýar. Duzly we duzlyrak suwlary süýjetmekde distillýasiýa has giňden ýaýran we iň gowy öwrenilen usullaryň birdir. Senagat kärhanalary distillýasiýa usulynda suw süýjediji enjamlaryň dürli öndürjüklileriniň örän köp görnüşini göýberýär.

Bugardyp suwy süýjetmegiň aşakdaky görnüşleri ulanylýar:

- ýönekeýje bugartmak;
- köp basgançakly bugardyjy;
- gysylan buguň hasabyna suwy süýjetmek.
- wakuumda suwy süýjetmek;
- çalt bugarýan suw süýjediji;
- üstsiz bugardyjy;
- suwa çümdürilen garelkaly enjam.

Ýönekeýje bugartmak. Bu usulyň işleýiş prinsipi has ýönekeýdir, ony 2-nji suratda görkezilen çyzgy boýunça şeýle düşündirmek bolar.



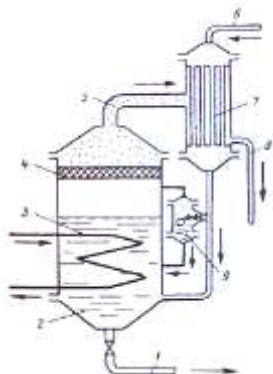
- 1-bugardyjynyň korpusy, 2-çig, süjedilmeli suw, 3-gyzdyryjy bug, 4-suwdan çykýan bug, 5-seperator gurluşy, 6-kondensator, 7-sowadyjy suw, 8-distilýat, 9-gyzdyryjy bugdan emele gelen kondensat, 10-ýygnaýjy sygym, 11-bugardyjyny boşadyjy.

2-nji surat. Bir basgançakly suw bugardyjynyň çyzgydy.

Duzly suw nasosyň kömegi bilen turba 7 arkaly kondensatoryň içinden gyzyp geçip gidýär we başga turba 2 bilen bugardyja berilýär. Gazan desgasynda taýýarlanan gyzgyn bug 3 bugardyjynyň içinden geçýär we öz gyzgynlygyny duzly suwa berýär. Bugardyjynyň içinde gyzdyryjy bugdan emele gelen kondensat turba 9 arkaly ýygnaýjy gaba barýar. Bugardyjyda bugaran suw turba 4 arkaly kondensatora 6 berilýär. Bugardyjydan bug bilen duzly suwuň damjalary gitmez ýaly tutujy (seperator) 5 enjam ulanylýar. Kondensatoryň içinde bug duzly sowuk suwly turba 7 bilen galtaşmagy netijesinde suwa öwrülýär we turba 8 arkaly ýygnaýjy gaba 10 barýar.

Aşa duzly we sowadyjy suwdaky hem-de distillýatlardaky ýylylyklar peýdalanylmaýar şonuň üçin hem bu enjamda suw süýjedilende özüne düşýän gymmaty ýokary bolýar. Bugardyjdaky suwuň konsentrasiýasy gitdigiçe ýokarlanýar. Bu bolsa örän köp ýangyjyň harçlanmagyna getirýär. Şonuň üçin hem wagtal-wagtal bugardyjy boşadyjy turba 11 arkaly boşadylýar.

Ýönekeýje suw bugardyjy kämilleşmegiň netijesinde 3-nji suratdaky ýaly bir başgançakly suw bugardyjy oýlanyp tapyldy. Onuň işleýiş usuly şeýle: duzly suw 6 kondensatoryň 7 üstünden geçip bugardyja 2 barýar onuň içinden geçip gidýän turbadaky 3 buguň gyzgynlygynyň hasabyna bugaryp başlaýar, soňra emele gelen bug separatoryň 4 üstünden geçip kondensatora 7 barýar we ol ýerde suwa öwrülýär 8. Bu enjamyň ýönekeýje bugardyjydan tapawudy bugardyjdaky suw üznüksiz aýyrylyp durýar 1 ýerine bolsa duzly suw üznüksiz berilip durýar. Bugardyjdaky suwuň derejesi bir sydyrgyn saklanmak üçin ýörite sazlaýjy 9 ulanylýar.



3-nji surat. Bir basgançakly suw bugardyjy enjamyň çyzgydy.

1-duzly suw akdryjy turba.

2-bugardyjy.

3-ýylylyk getriji.

4-seperator.

5-bug akdryjy.

6-duzly suw.

7-kondensator.

8-distilýat.

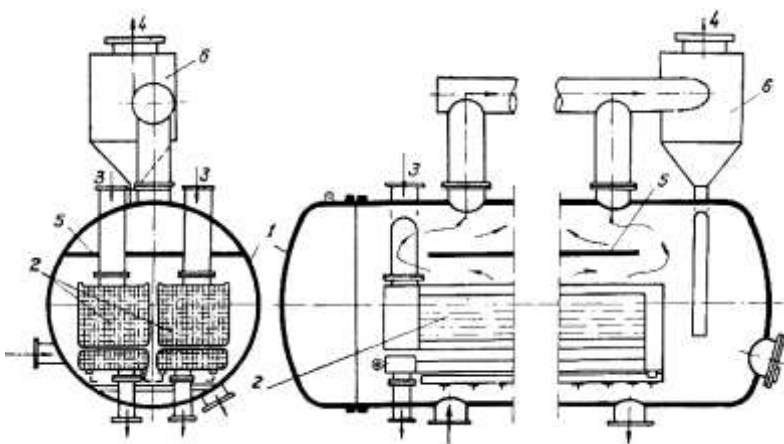
9-dereje sazlaýjy.

Ýönekeý bugardyjyda ýitirilen energiýanyň mukdaryny azaltmak üçin köp basgançakly bugardyjylary ulanýarlar. 1-nji basgançakdan çykan bug ýene-de gaýtadan 2-nji basgançakda suw bugartmak üçin ulanylýar we ş. m. Bugardylýan suw birnäçe basgançaklaryň içinden geçip 1-nji basgançaga gyzgyn görnüşde gelýär. Bu enjamyň artykmaç tarapy ýönekeýje bugardyjdaky ýitirilen ýylylyk energiýalary bolmaýar. Netijede, suwy bugartmak üçin harçlanýan energiýanyň mukdaryny ep-esli azaltýar. Mysal üçin iki basgançakly bugardyjyda deňiz suwundan bir ton distillýat almak üçin 0,7 ton gyzdyryjy bug, üç basgançaklyda bolsa 0,5 ton, dört basgançaklyda 0,4 ton bug harçlanýar we ş.m.

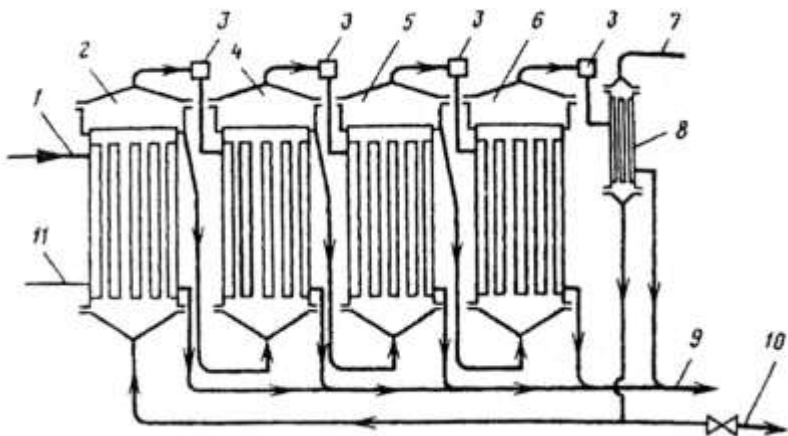
5. Köpbasgançakly bugardyjy enjam

Köpbasgançakly bugardyjynyň her basganjagynda gyzdyryjy buguň temperaturasy peselýär, bu ýagdaýda bugardyjynyň göwrüminiň has ulaldylmagy ýerliksizdir. Şonuň üçin hem bugardyjynyň basgançaklarynda temperaturalaryň tapawudy 10-15°C köp bolmadyk 5-6 basgançakly

bugardyjylar ulanylýar. Ýöne, wagtyň geçmegi bilen bugardyjynyň içinde kesmekleriň emele gelmegi netijesinde, öndürijiligi kem-kemden peselýär. Şeýle hem köp basgançakly bugardyjylarda ýangyjyň tygşytlanýandygyna garamazdan, suwuň düzümi aşa duzly bolsa bu enjamyň ulanylyşy çylşyrymlaşýar, netijelligi peselýär. 4-nji suratda Türkmenbaşy şäheriniň ýylylyk elektrik merkezinde oturdylan deňiz suwuny süýjediji enjamyň çyzgysy görkezilendir. Şolar ýaly enjamyň 40 sanysy oturdylypdyr, onuň diametri 2,3m, uzynlygy 7,5 m deňdir. Bir enjamyň içindäki bug akyp geçýän diametri 25 mm latun turbanyň umumy üst meýdany 160 m² deňdir. Gyzdyryjy bug 3 şol turbalaryň içinden iki gezek akyp geçýär, şol turbalaryň daşyndan bolsa deňiz suwy akyp geçýär. Deňiz suwundan çykan bug 4 bug sowujy galkanyň 5 üstünden geçip siklona 6 barýar. Bu enjamyň öndürijiligi ilki başda ýokary hem bolsa, soňra duz kesmekleriniň emele gelmegi netijesinde peselýär.



4-nji surat. Deňiz suwy üçin keseleýin bugardyjy.
 1-bugardyjy enjam; 2-gyzdyryjy bölüm; 3-gyzdyryjy bug;
 4-gaýtadan bug; 5-bug sowujy galkan; 6-siklon.



5-nji surat. köp basgançakly distillýasiýa enjamyň çyzgydy.
 1-ýylylyk getriji turba; 2,4,5,6-bugardyjy I, II, III we IV basgançaklar; 3-seperator (suw damjalaryny tutujy); 7,9-duzly we süýjedilen suw; 8-kondensator; 10-aşa duzly suwy çykaryjy turba.

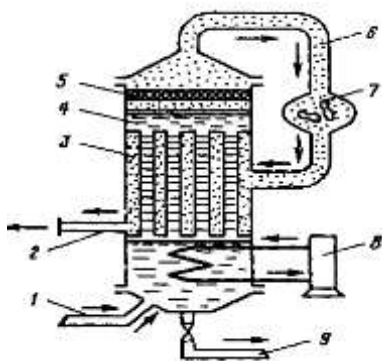
Köp basgançakly distillýasiýa enjamdan (5-nji surat) çykýan aş duzly suwuň hem ýylylygy basgançaklaryň içinden geçip doly alnyp galýar. Bu bolsa ýylylygy tygşytlamaga ýardam edýär. Eger-de, birinji basgançakda suwuň gaýnamak temperaturasy 100°C bolsa, onda ikinjide 95°C , üçünjide 90°C , dördünjide bolsa 85°C deňdir. Soňky basgançaklarda suwuň gaýnamak temteraturasynyň peselmegi olarda basyşyň azaldylmagynyň hasabyna bolup geçýär.

Distillýasiýa enjamlarynda suw süjedilende olaryň içinde kesmek emele gelýär. Enjamlary kesmekden arassalamagyň esasan üç usuly bar: tehniki, mehaniki we himiki.

6. Bug kompressorly suw süýjedijisi

Bu usul baryp 1904-nji ýylda inžener Bessonow tarapyndan oýlanyp tapyldy. Bu usulyň esasy öňe sürýän pikiri

bugardyjydan çykýan bugy kompressoryň kömegi bilen onuň basyşyny we temperaturasyny ulaldyp, ýene bugardyjynyň özüne berip suw süýjetmek üçin ulanmakdan ybaratdyr. Bu enjamda suwy diňe birinji gezek bugartmak üçin gyzdirmeklyk ýeterlikdir. Beýleki bugardyjylarda birnäçe basgançakda alynýan netijäni şu enjamda bir basgançakda almak bolýar. Dizel ýangygy ýa-da elektrik togy arkaly işleýän kompressor ulanmak bilen bu enjamlary ýerini üýtgetmän ulanmakdan başga-da göçme görnüşinde hem ulanyp bolýar. Bu bolsa, dürli ekspedisiýalar ýa-da geologiýa gözleg işleri döwründe ulanmaga mümkinçilik berýär (6-njy surat).



6-njy surat. Termokompression suw süýjediji enjamy.

- 1-süýjedilmeli suw;
- 2-süýjedilen suw;
- 3-ýylylyk çalşyjy kondensator;
- 4-bugardyjy;
- 5-seperator;
- 6-gaýtadan alnan bug;
- 7-wakuum kompressor;
- 8-işe goýberiji gazan desgasy;
- 9-aşa duzly suwy goýberiji

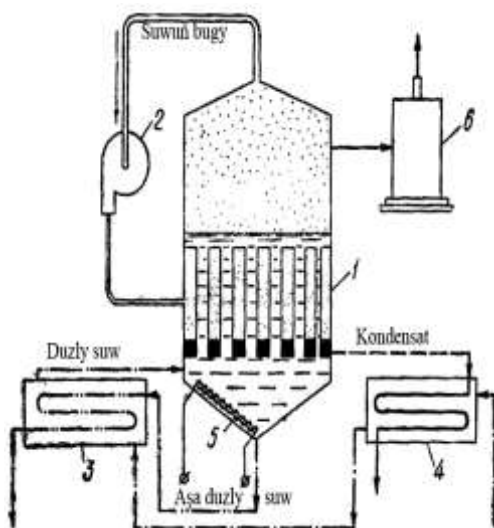
Dizel kompressorly ulanylanda bugardyjyny birinji gezek gyzdirmek üçin atmosfera goýberilýän tüsseler we maşynlary suwadyjy gyzgyn suwlar ulanylyp bolýar, şolar ýaly ýagdaýda 1 m^3 suw süýjetmek üçin kompressorda 4-5 kg ýangyç harçlanylýar. Bugardyjylarda kesmekleriň emele gelmezligi üçin wakuum ulanylýar (gaýnama temperaturasy 50°C -dan ýokary bolmaýar), enjamdan çykarylýan suwuň duzlylygy enjama berilýän suw bilen deňşdirenimizde 50% bolýar. Şolar ýaly bug kompressorly bugardyjylaryň öndürilijiligi $3800 \text{ m}^3/\text{g-g.}$ çenli ýetýär. Distillýadyň we aşaduzly suwuň ýylylyklary, ýylylyk çalşyjy enjamyň üsti bilen

süýjedilýän suwa berilmegi onuň temperaturasynyň ýokarlanmagyna uly ýardam edýär, bu bolsa bugardyjyda suwy bugartmak üçin az ýylylygyň harçlanmagyna mümkinçilik berýär.

Haçanda, bu enjamyň içinde wakuum döredilse suwuň gaýnamak temperaturasy ep-esli aşak düşürýär, netijede, suwy bugartmak üçin harçlanýan energiýanyň mukdary hem azalýar (7-nji surat).

Bugardyjynyň içinde emele gelýän duz kesmeklerini azaltmak maksady bilen suwuň gaýnamak temperaturasyny peseltmek zerurdyr. Bu hadysa suwuň üstünden edilen basyşy kiçeltmek bilen amala aşyrlýar. Mysal üçin suwuň üstünden edilýän basyş $0,057 \div 0,160$ çenli peseldilse suwuň gaýnamak temperaturasy $35 \div 55^{\circ}\text{C}$ çenli peselýär

Häzirki wagtda dürli öndürjilikli bug kompressor suw süýjediji enjamyňy senagat kärhanalary öndürýär, mysal üçin 100-2000 litrden (hojalykda ulanmak üçin) $60 \text{ m}^3 / \text{g.g-çenli}$.



7-nji surat. Bug kompressorly suw süýjedijisiniň çyzgydy.

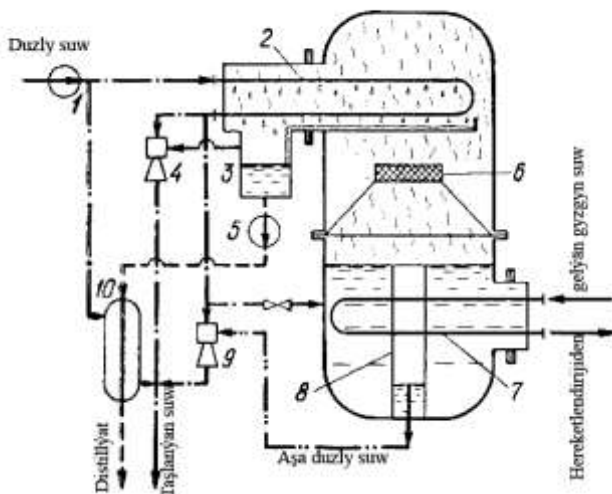
- 1-bugardyjy;
- 2-kompressor;
- 3- ýylylyk çalyşyjy enjam;
- 4-ýylylyk çalyşyjy enjam;
- 5-işe goýberiji elektrik gyzdýrjysy;
- 6-wakuum nasos

Şular ýaly enjamlarda suwy diňe ilkinji gezek gaýnatmak üçin goşmaça ýylylygyň harçlanmagy, soňra öz bugunyň hasabyna suw süjetmegi onuň artykmaç tarapydyr. Bu enjamda wakuumyň döredilmegi bilen suwuň gaýnamak temperaturasynyň ep-esli aşak düşürilmegi, onuň içinde kesmegiň emele gelmezligine ýardam edýär. Şeýle hem aşa duzly suwuň we kondensatyň ýylylygyny ýylylyk çalşyýjy enjamlaryň kömegi bilen duzly suwa geçirilmegi enjamda suwuň çalt bugarmagyna ýardam edýär.

7. Wakuumda suwy bugartmak

Suwuň üstünden edilýän basyş näçe peseldilse, suwuň gaýnamak temperaturasy hem şonça aşak düşýär. Haçanda, suwuň gaýnamak temperaturasy peselse, onda ony gaýnatmak üçin hem şonça ýylylyk az harçlanýar, bu bolsa mümkinçilik bolan ýerlerinde atmosfera zyňylýan ýylylygyň hasabyna hem amala aşyrmaga mümkinçilik berýär. Netijede suwy bugartmak üçin sarp edilýän energiýanyň ep-esli azalmagyna ýardam edýär, şeýle hem daşky gurşawy goramana goldaw berýär.

8-nji suratda görkezilen wakuumda suw süýjediji enjam içinden ýandyrylýan hereketlendirijileri sowadyp gaýdan suwuň hasabyna işleýär. Duzly suw kondensatoryň 2 içinden geçende suw bugunyň hasabyna gyzýar. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijide gyzyp gelen suw enjamyň içindäki burum-burum turbadan 7 geçende duzly suwy gyzdyryp bugardýar. Suwuň zarbyna işleýän nasos 4 enjamyň içinde basyşy 200-400 mb aralygynda saklaýar, bu bolsa suwuň 60-75°C gaýnamagyna ýardam edýär. Emele gelen bug seperatordan 6 geçip kondensatora 2 barýar, ol ýerdäki içi sowuk suwly burum-burum turba bilen galtaşyp suwa öwrülýär.



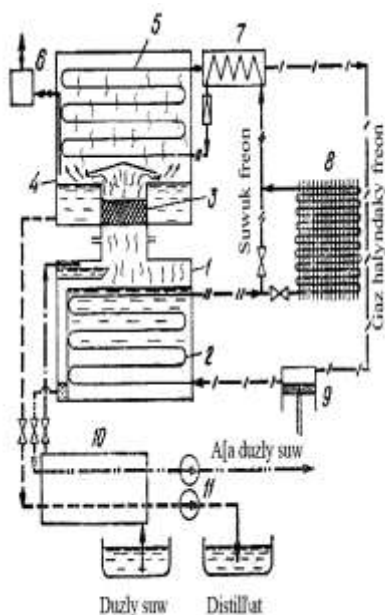
8-nji surat. wakuum distilýasiýa suw süýjedijisiniň çyzgydy.

1,5- nasoslar; 2-kondensator; 3-distilýant ýygnaýjy; 4,9-suw zarbyny işleýän nasoslar; 6-bugdaky suw damjalaryny saklaýjy enjam (seperator); 7-ýylylyk çalşyjy (suwy gyzdyryjy); 8-aşa duzly suwly ýygnaýjy; 10-disstillýady sowadyjy.

Türkmenistanyň Ylmlar akademiýasynyň çöller institutynda ýylylyk nasosly wakuumda suw süýjediji enjamyň üstünde synag geçirildi (9-njy surat). bu enjamyň öňki enjamdan tapawudy duzly suwy bugartmak we suw bugyny suwa öwürmek ýylylyk nasosyň işçi jisimi bolan freon-12-iň kömegi bilen amala aşyrylýar. Ol jisim ýylylyk çalşyjylaryň 2 we 5 içinden akyp geçende öz ýylylygyny çalyşýar. Kompressoryň 9 gysmagynyň hasabyna freonuň bugy ýokary temperatura çenli gyzýar. Freonuň gyzgyn bugy bugardyja 1 ugradylýar, ol ýerde kondensatoryň 2 turbalaryndan geçende öz ýylylygyny duzly suwa berip kondensirlenýär. Suwuk freon aş sowadyjyň 7 we drosseliň üstünden geçip bugardyja 5 barýar, ol ýerde ol suw bugunyň hasabyna gaýnaýar. Aşa doýan freonuň bugy ýylylyk çalşyjyda 7 gyzandan soňra kompressor

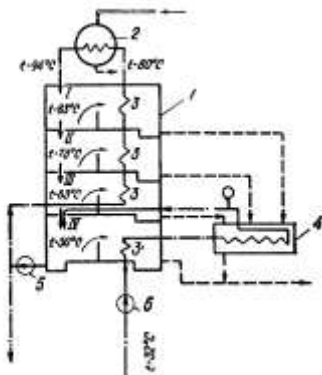
sorup alýar-da, gysyp ýene-de kondensatora 2 berýär. Aýlanşyk şeýdip dowam edip durýar.

Kompressorýň işlemeginiň hasabyna ýylylyk kondensatordan 4 bugardyjy-gazan desgasyna 1 barýar. Ol ýerde buguň suwa öwürülende emele gelen ýylylygy Q_0 kompressorýň kömegi bilen gysyp temperaturasy ýokarlandyrylýar, netijede, bugardyja kondensatordan alnan ýylylykdan hem köp ýylylyk barýar. Bu bolsa suw süýjedijidäki ýylylyk balansyň bozulmagyna getirmegi mümkindir, sebäbi kondensirlenýän suwdan bugarýan suw köp bolýar. Howa kondensatory 8 suw süýjedijidäki ýylylyk balansy deňagramlaşdyrmak üçin hyzmat edýär.



- 1- bugardyjy;
- 2- gyzdyryjy (ýylylyk nasosyň kondensatory);
- 3- seperator;
- 4- kondensator;
- 5- suw bugynyň kondensatory (ýylylyk nasosyň bugardyjysy);
- 6- wakuum nasos;
- 7- freony aşa sowadyjy;
- 8- howa kondensatory;
- 9- kompressor;
- 10- ýylylyk çalyşyjy;
- 11- nasoslar;

9-njy surat. Ýylylyk nasosly wakuum suw süýjedijisiniň çyzgydy.



10-nji surat. Dört basgançakly çalt ugartýan suw süýjedijisi.

- 1-dört basgançak bugardyjy;
- 2-gyzdyryjy;
- 3-kondensator.
- 4-ýylylyk çalşyjy enjam.
- 5,6-nasoslar.

8. Çalt bugarýan suw süýjediji

Soňky ýyllarda çalt bugarmak esasynda işleýän bugardyjy giňden ýaýrap başlady. Şolar ýaly bugardyjy 1958-nji ýylda Kuweýtda işe goýberildi onuň öndürilijligi 9000 m³/g.g. Şol suw süýjedijiniň çyzgysy 10-nji suratda görkezilendir. Duzly suw gyzdyryjy enjamda buguň ýa-da başga ýylylyk getirijiniň kömegi bilen gyzdyrylýar we bugardyjynyň 1-nji basgançagyna barýar

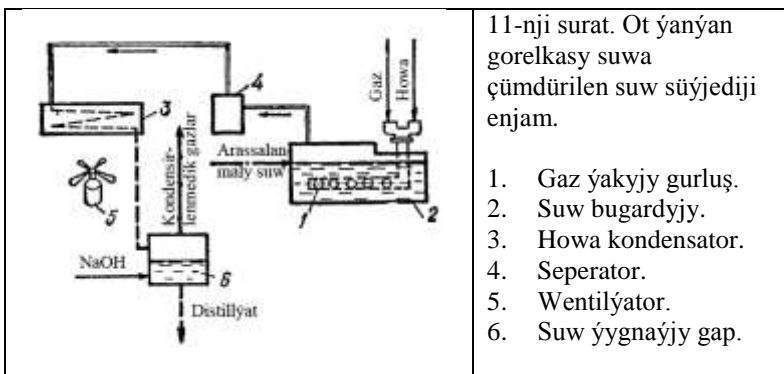
Ol ýerdäki basyş suwuň gaýnamak temperaturasyndan kiçi bolandygy sebäpli, ön gyzdyrylan suwuň bir bölegi bugarýar, galan suw ikinji basgançaga düşýär, ol ýerde basyş birinji basgançakdakysyndan hem pes saklanmagy netijesinde suwuň belli bir bölegi bugarýar, bugarman galan suw üçünji basgançaga düşýär we şolar ýaly hadysa gaýtalanýar. Basgançaklarda bugarýan suw şol ýerdäki kondensatoryň kömegi bilen distilýanta öwürülýär. Duzly suwuň kondensatorlaryň içinden geçmegi netijesinde goşmaça gyzdyryja barýança onuň temperaturasy 80°C çenli gyzýar. Bu bolsa goşmaça gyzdyryjyda energiýanyň az harçlanmagyna getirýär.

9. Üstsiz bugardyjy

Ýokarda seredilip geçilen suw süýjediji enjamlaryň içinde duzlaryň kesmegi emele gelýärdi. Bu bolsa enjamyň çalt zaýalanmagyna we ýangyjyň köp sarpe dilmegine getirýär. Kesmekler esasan hem, suwuň gyzýan ýerinde emele gelýärdi. Soňky ylmy açyşlar suw bilen gyzdyryjynyň arasyndaky diwary aýyrmak üçin üstsiz bugardyjyny oýlanyp tapyldy. Bu usuly tejribehanada barlap görmek üçin öndürjiligi kiçijik 30 l/sag. bolan, ot ýanýan kamerasynyň göwrümi 0.015 m^3 . bugardyjy kamerasynyň göwrümi bolsa 0.12 m^3 bolan enjam gurnapdyrlar.

Bu enjamda suwuň duzlylygy $2,6 \text{ g/l NaCl}$ duzy bolan suwy bugardyp görüpdirlir. Bugardyp alnan suwuň duzlylygy 0.038 g/l deň bolupdyr. Bu süýji suw ýagşyň suwyny ýadyňa salýar (tagamy boýunça).

Şular ýaly enjam islendik duzly suwda işläp bilýär. Köp ýangyjyň harçlanmagy bu enjamyň ýetmezçiliginiň biri bolup durýar, ýagny 1 m^3 suwy bugartmak üçin 76 kg kerosin ýakylpdyr.



Şeýle hem, bu enjamda suw süýjetmek üçin gaty ýangyç ýakylsa, onda onuň zyýanly galyndylaryny aýyrmak üçin goşmaça enjam gerek bolýar.

Soňky döwürde bu usulyň kämilleşmegi netijesinde suwa çümdürlen gorelkaly suw süýjediji enjamy oýlanyp tapylypdyr (11-nji surat).

Gorelka 1 uly basyş bilen howa we gaz berilýär. Gorelkada gazyň ýanmagy netijesinde suw bugaryp başlaýar. Soňra bug seperatora 4 berilýär we bu ýerde bug bilen giden damjalar saklanyp galýar. Buggy suwa öwürmek üçin howa kondensatora 3 berilýär. Kompressoryň kömegi bilen howa kondensatoryna howa üflenilip ol sowadylýar. Ol ýerde buggy suwa öwürüp ýygnaýjy gaba 6 iberýär. Suwa öwürülmeýän gazlar bolsa ýygnaýjy gapdan howa goýberilýär. Şular ýaly enjam ABŞ “Ameriken indepent oýl kompani” tarapyndan oýlanyp tapyldy. Onuň öndürilijiligi $100 \text{ m}^3/\text{g-g}$. Bu enjam Arap ýarym adasynda oturdyldy. Bu enjama dik çuň guýydan çykýan duzlylygy 23 g/l suw berildi. Arassalanan suwuň duzlylygy 100 mg/l boldy. Enjamyň diwaryna we düýbüne çöken duzlar enjamyň suwy boşadylanda aýrylýar.

Bugardylýan suwdan galýan duzlar bugardyjynyň düýbinde we diwarynda kesmek emele getirýär. Olary bejergi işleri ýerine ýetirlende aýrylýar. Bu enjamyň köp mukdarda ýangyç harçlaýandygy sebäpli diňe ýangyjyň arzan ýerinde ulanmaklyk amatly bolup durýar.

III. Suwy doňduryp süýjetmek (kristallaşdyrmak)

10. Doňdurmak usuly bilen suw süýjetmegiň fiziki manysy

Haçan-da suw doňdup başlanda süýji suwuň kristallaryna we duzly suwuň kristallaryna bölünip başlaýar. Distilirlenen suwuň 0°C -da doňýandygy, duzly suwuň bolsa ($35\text{-}40\text{g/l}$) -2°C -da doňýandygy bellidir. Eger-de, duzly suw doňdurylyp başlansa onda ilkinji bilen süýji suwuň kristallary emele gelip başlaýar. Netijede duzly suwuň konsentrasiýasy çalt ýokarlanýar. Her bir kristalyň töwereginde güýç meýdany emele gelýär. Olar bolsa kristallaryň töwereginde duzly suwuň gatlagyny emele getirýär. Buzlar eräp başlanda hadysa ters yzygiderlilikde bolup geçýär. Ilki bilen doňdurylan aşa duzly suw eräp başlaýar. Ondan soňra bolsa arassa suwuň kristallary eräp başlaýar, şeýlelik bilen süýji suw emele gelýär.

Suwy doňduryp süýjetmegiň şu aşakdaky görnüşleri bar:

- 1-tebigy şertde doňduryp suwy süýjetmek.
- 2-emeli şertde doňduryp suwy süýjetmek.
- 3-goýaltmak usulda suwy süýjetmek.
- 4-suwuklyk geçiriji diwaryň üstünden sowatmak bilen emeli doňdurmak.
- 5-wakuumda suwy bugartmak usulynda doňdurmak.
- 6-suw doňduryjy ergin (hladagent) bilen duzly suwy doňdurmak.

Suwy doňduryp süýjetmek usulynyň fiziki manysy.

Bizi gurşap alan tebigatda adamlar gatnaşmazdan hem doňdurmak usuly bilen suw süýjetmek hadysasy bolup geçýär. Doňdurmak usuly bilen duzly suwlary süýjetmek hadysasy belli bolan fiziki hadysa esaslanýar:

Haçanda duzly suw 0°C -dan pes bolan belli bir temperatura çenli sowadylanda başda duzsuz kristallar emele

gelip başlaýar. Eger-de şol kristallary alyp eretsek onda, duzsuz suw alarys.

Arassa suwy doňdurmagyň häsiýeti we hadysasy, duzly suwy doňdurmakdan bir azyrak üýtgeşik bolup. Duzly suwlarda kristallaşmak hadysasy örän çylşyrymly bolup geçýär.

Haçanda duzly suw sowadylanda ergindäki duzlaryň we suwuň molekulalary aýratyn buzuň we her bir duzuň gözenegini emele getirip başlaýar. Buzuň we duzuň parametrleriniň dürliligi sebäpli bölünmek hadysasy özbaşdak bolup geçýär. Ilkinji emele gelen buzuň kristallary, duzuň kristallaryny gysyp daşyna çykarýar. Netijede: buzuň daş ýüzünde duzly gatlak emele gelýär. Haçanda suw ýuwaş-ýuwaşdan doňdurylanda ($-1-2^{\circ}\text{C}$) ýuwaş-ýuwaşdan ulalýan buzuň monokristallary emele gelip başlaýar we onuň düzüminde duzlar az bolýar. Haçanda, suw çalyt doňdurylanda ($-10 -15^{\circ}\text{C}$) göwrümi boýunça kiçijik ýöne çalt ulalýan kristallar emele gelýär we onuň düzüminde köp mukdarda duzlar bolýar.

Süýjedilýän suwuň duzlylygy näçe ýokary bolsa, onda şonça-da buzuň düzüminde duzuň mukdary ýokary bolýar. Mysal üçin: eger-de, çig suwuň duzlylygy 30 gr/l bolsa, onda buzuň duzlylygy 8 gr/l bolýar, eger-de çig suwuň duzlylygy 15 gr/litr bolsa buzuň duzlylygy 3gr/l deň bolýar. Suwuň duzlylygy näçe ýokary bolsa, onuň doňmak temperaturasy şonça-da aşak bolýar. Mysal üçin: duzsyz arassa suw 0°C -da doňýar, duzlylygy 3,5% ýagny 35 g/l bolan deňziň suwy- $1,85^{\circ}\text{C}$ -da doňýar.

Suwy doňduryp alynan buzuň agramynyň (m_b) başdaky duzly suwuň (m_d) agramyna bolan gatnaşygyna doňmaklyk koeffisiýenti diýilýär.

$$f = \frac{m_b}{m_d}$$

Doňmaklyk koeffisiýentiň bahasynyň ýokarlanmagy bilen emele gelen buzuň duzlylygy şonçada ýokarlanýar. Doňmaklyk koeffisiýentiň kiçi bahalarynda ($f=0,2-0,5$) buzuň duzlylygy, suwuň başdaky duzlylygyna, alýan kristalymyzyň ölçegine we doňdurylyşyň tizligine baglydyr.

Islendik ýagdaýda buzdaky duzlary aýyrmaklyk zerurdyr. Buzuň kristallaryndan duzlary aýyrmagyň has ýönekeý usuly ony suwy süýji suw bilen ýuwmakdyr. Ýuwmaga harçlanýan suwuň mukdary kristalyň duzlylygyna onuň şeýle hem daş görnüşine baglydyr. Haçanda temperatura 0°C ýakynlaşanda ilki bilen buzuň daşyndaky duzuň kristallary ereýär, soňra arassa buzuň kristallary ereýär. Şeýlelikde buzy arassa suwy ýuwmasyzdan hem arassalap bolýar. Sarp edijileriň kabul eden süýji suwunyň mukdaryny m_s suw süýjediji enjama berlen duzly suwuň mukdaryna m_d bölüp süýji suwuň öndüriliş koeffisiýentini alarys

$$r = \frac{m_s}{m_d}$$

bu ýerde: m_s -süýji suwuň mukdary.
 m_d -duzly suwuň mukdary.

Haçanda süýji suw, buzlary ýuwmak üçin harçlanmasa onda emele gelen buzlaryň mukdary bilen duzly suwuň mukdary deň bolar ($m_s=m_d$). egerde duzly suw dolylygyna doňdurylsa, onda $f=1$ deň bolar.

11. Tebigy usulda doňdurmak

Distillirlenen suwuň 0°C -da doňýandygyny duzly suwuň ($35\div 40$ gr/litr) -2°C -da doňýandygy bellidir. Netijede, eger-de, duzly suw doňdurylyp başlansa onda birinji nobatda süýji suwuň kristallary emele gelip başlaýar, aşa duzly suwuň

konsentrasiýasy çalt ýokarlanýar. Her bir kristallaryň töwereginde güýç meýdany emele gelýär, emele gelen kristallaryň daşynda duzly suwuň gatlagy emele gelýär. Buzlar eräp başlanda hadysa ters zygydirlilikde bolup başlaýar. Birinji nobatda duzly buzdan sowadylan aşa duzly suwy çykyp başlaýar(eremek temperaturasy- 2°C). Soňra bolsa arassa kristallar eräp başlaýar, süýji suw emele gelýär (0°C).

Tebigi usulda suw süýjetmegiň esasy artykmaçlygy şulardan ybaratdyr: enjamyň gurnamasy ýönekeýdir, hatda hojalykda hem ýasamak bolýar, ony işletmek üçin ýörite bilimli adam gerek bolmaýar, enjamyň ulanşygy üçin çykdajy az bolýar, suw doňdurlanda daşky gurşawyň sowuklygyny ulanyp bolýar (emeli energiýa ulanmazdan). Onuň kemçilikleri: tebigatyň üýtgäp durýan sowuklygynyň ulanylmagy suw süýjedijiniň udel öndürijiligi örň kiçi bolýar, köp maýa goýum talap edýär, uly göwrümlü gaplar gerek bolýar, tebigi sowuklygy adamlar tarapyndan sazlamak başartmaýar.

Ilkinji gezek tebigy sowugyň kömegi bilen duzly suwlary süýjetmek mümkinçiligini alymlar Geller S. Ýu. Klýaska W.A. öz işlerinde görkezdiler. Olar betondan ýasalan howuzda suwy doňdurýalar. Duzly suw ilki bilen sowadylýar we soňra açyk howuz görnüşinde bolan doňduryş meýdançasyna berilýär. Bütün gijäniň dowamynda galyňlygy 1-2sm bolan buz emele gelýär. Gündizine galan suwy howuzdan aýyrýarlar. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen buz eräp başlaýar. Ilkinji erän suw, örän duzly bolany sebäpli taşlanýar. Soňraky ereýän suwlar ýygnaýy howza ugraýar. Şolar ýaly suw süýjediji Türkmenistanda ýagny Garagum çölünde, Görogly şäherçesiniň ýanynda Pälwan guýuda ýerleşdirdiler.

Doňdurmak bilen suw süýjetmegiň 2-nji usulynyň 1-usulynyň tapawudy gysgalyarynyň has sowuk wagty gatlag-gatlag buzlaryň emele gelmeginde bolup geçýär. Buzuň galyňlygy 2-3 m çenli baryp ýetýär. Ýaz aýlarynda howanyň temperaturasy ýokarlanyp başlanda buzlar eräp suw süýjetmek

hadysasy başlanýar. Eger-de buzlaryň eremek temperaturasy $+0,5 \div +4,0^{\circ}\text{S}$ aralykda bolup geçse bu usul örän netijeli bolýar.

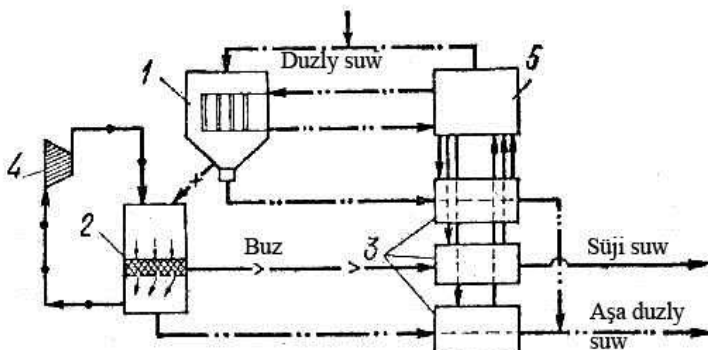
Tebigi usulda doňduryp suw süýjetmegiň gurnamasynyň ýönekeýligi ulanylýan materýalyň arzanlygy sebäpli, haçan-da howa şertleri hem amatly bolanda bu usul ykdysady taýdan amatly bolýar.

12. Sowuk geçiriji diwaryň üsti bilen sowadyp emeli usulda suw doňdurmak

Doňdurmak we bugartmak usullarynda suw süýjedilende, bir jynsly duzly suw iki faza bölünýär: birinjisinde süýji buza we aş duzly suwa, ikinjisinde (bugartmakda) aş duzly suwa we buga bölünýär. Doňdurmak usulynda suw süýjedilende bu hadysa örän pes temperatura bolup geçýänligi sebäpli enjamlaryň poslamasy hem örän azalýar, bu bolsa arzan materiallaryň hem ulanylmagyna mümkinçilik berýär, şeýlelikde bugardyjylardaky ýaly kesmekler emele gelmeýär.

Aşakdaky 12-nji suratda 1955 ý. Fransuz alymy G.Trepo tarapyndan hödürlenlen doňdurmak usulynda işleýän suw süýjeýdijisiniň esasy çyzygysy görkezilendir.

Duzly suw doňduryja 1 berilýär, onuň içinde birnäçe turbalar bar, şol turbalardan temperaturasy $-8 -10^{\circ}\text{C}$ bolan aş duzly suw akyp geçýär. Aş duzly suw ýörite sowadyjy enjamlarda 5 sowadylyp iýberilýär. Doňduryjyda emele gelen buz erediji bölüme 2 berilýär. Doňduryjyň netijelligi 40-50% deň bolýar. Aş duzly suwuň konsentrasiýasy 60-70 g/l deň bolýar.



G. Treponyň doňduryp suw süjediji enjamy.

1-doňduryjy. 2-erediji bölüm. 3-ýylylyk çalşyjy we buz erediji enjam. 4-howa kompressory. 5-sowadyjy enjam.

Doňdurmak usulynda suw süýjedilende sowukluk almak üçin çykarylýan çykdaýjynyň känligi onuň esasy ýetmezçiliginiň biridir.

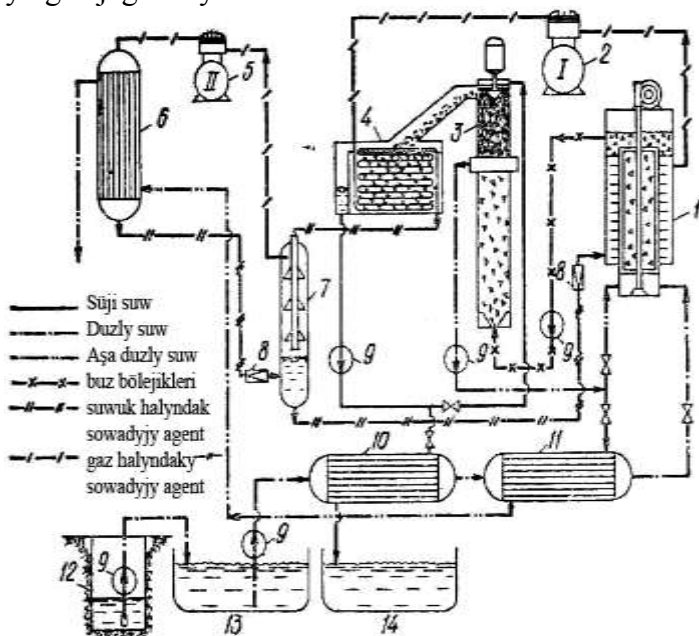
Eger-de suwuň doňdurmaklyk üçin harçlanýan energiýa (79,4 kkal/kg), suwy bugartmak üçin harçlanýan energiýadan (539 kkal/kg) epesli derejede azdyr bu bolsa suwy bugarmak usulynda süýjedilende, doňdurmak usulynda süýjedilendäkisinden çykdaýjylary örän köp boljakdygyny görkezýär.

Doňdurmak hadysasynda harçlanýan energiýany ýenede epesli kiçeltmek bolar eger-de suwuň doňmak temperaturasyny üýgedip bolsa.

Emeli usulda doňduryp duzly suwy süýjetmek boýunça ilkinji barlaglar Italiýada we Fransiýada geçirildi. Ilkinji doňduryjy tejribe enjamy Fransiýada öndürildi. Doňdurmak usulynda suw süýjetmek tehnologiýa hadysa öz içine şulary alýar:

- 1-doňdurylýan suwuň doly doňdyrylmazlygyny üpjün etmeli.
- 2-buzlary aş a duzly suwdan aýyrmaly.
- 3-buzy eretmeli.

13-nji suratda Türkmenistanyň çöller instituty tarapyndan hödürlenen diwaryň üstünden ýylylyk çalyşyp doňdurýan suw süýjedijisiniň çyzgydy görkezilendir. Bu enjamyň öndürijiligi 720 l/g.g deňdir. Bu enjam şeýle gurnalandyr, ýagny onda az-kem üýtgeşmeler girizip duzly suw bilen halodogentiň (butanyň) arasynda gatnaşykly ýylylyk çalyşmaklyk bilen doňduryp suw süýjetmegiň esasy berlag işlerini geçirmek mümkindir. Diwaryň üstünden ýylylyk çalyşyp sowatmak bilen doňdurmak hadysasynyň netijeliligi pesdir, şonuň çün hem bu usuňyn gelejegi azdyr.

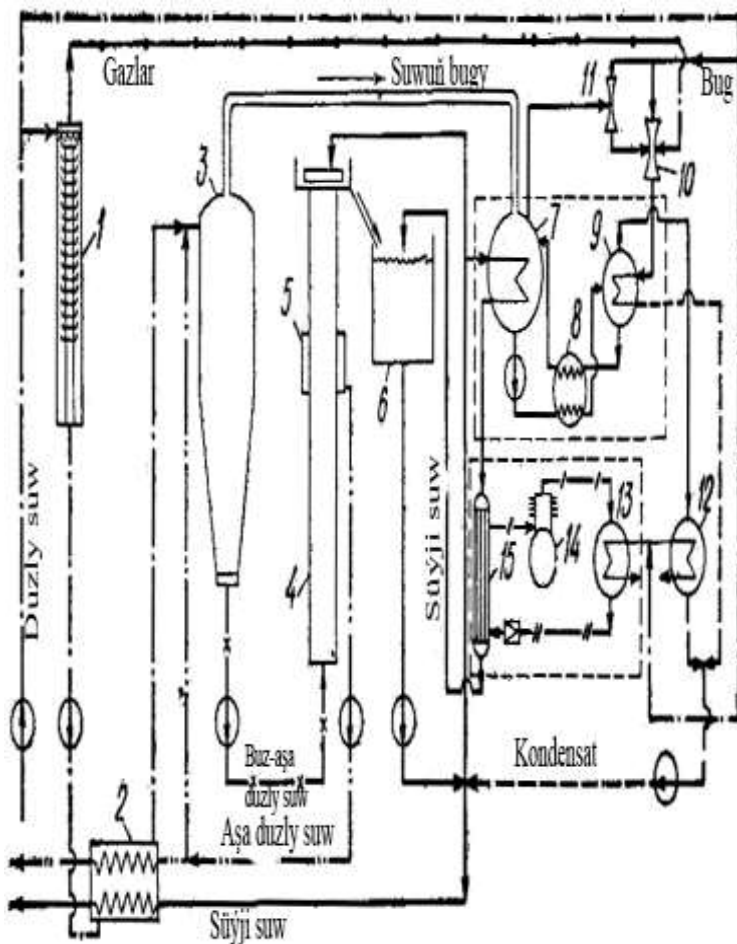


13-nji surat. Diwaryň üstünden ýylylyk çalyşyp doňdurýan suw süýjedijisi. 1-frizer; 2 we 5-kompressorlar; 3-ýuwujy sütün; 4-buz erediji; 6-kondensator; 7-aralykdaky gap; 8-basyş üýtgediji klapan; 9-nasoslar; 10 we 11-ýylylyk çalşyjylar; 12-güý; 13-duzly suwuň gaby; 14-süýji suwuň gaby.

13. Wakuumda suw bugartmak arkaly doňdurmak

Eger-de suwuň üstünden edilýän basyşy peseltsek, onuň doýgun suw bugunyň basyşy hem peseler. Bu ýagdaýda suw has pes temperaturada gaýnaýar. Eger-de, suwa daşyndan ýylylyk berilmese, onda suwuň bugarmagy ýylylyk suwuň özünden alynýar we onuň temperaturasy peselip başlaýar, bu bolsa onuň doňmak temperaturasynyň ýokarlanmagyna getirýär. Suw üstünden edilýän basyşy örän peseldip, şol bir temperaturada suwy gaýnadyp hem-de doňduryp bolýar. Şol ýagdaýda 1kg suw bugarsa, onda 7.5 kg buz emele gelýär.

Şu usulda suw süýjedilende sowukluk beriji jisim bilen suwuň arasyndaky diwar aradan aýrylýar. 1956-njy ýylda Amerikanyň “Kerier” firmasy tarapyndan wakuumda suwy bugartmak ýoly bilen duzly suwy süýjetmek hadysasynyň tehnologiýasy oýlany tapyldy, onuň nusgalyk çyzgydy 14-nji suratda görkezilendir. Deňiz suwy suw süýjedijä gaz aýryjyň 1 üstünden berilýär, ol ýerde suwdaky erän dürli gazlar aýrylýar. Soňra suw ýylylyk çalşyjynyň üstünden geçýär we suw $+2,7^{\circ}\text{C}$ çenli sowaýar. Ýylylyk çalşyjyda dyzly suw, aşa duzly we süýjedilen suwlaryň hasabyna sowaýar. Şol temperaturada deňiz suwy doňduryja 3 pürkülýär. Doňduryjyda basyş peseldilip 4,0-5,3 mb (3-4 mm simap süti) saklanýar, we duzly suw $-3,9^{\circ}\text{C}$ güýşli bugaryp başlaýar. Haçanda 7% suw bugaranda onuň ýaryna golaýy buza öwrülýär. Doňduryjyda emele gelen buggy kompressoryň, bug ežektorynyň, kondensatoryň we adsorbsiýanyň kömegi bilen çykarmak bolýar.



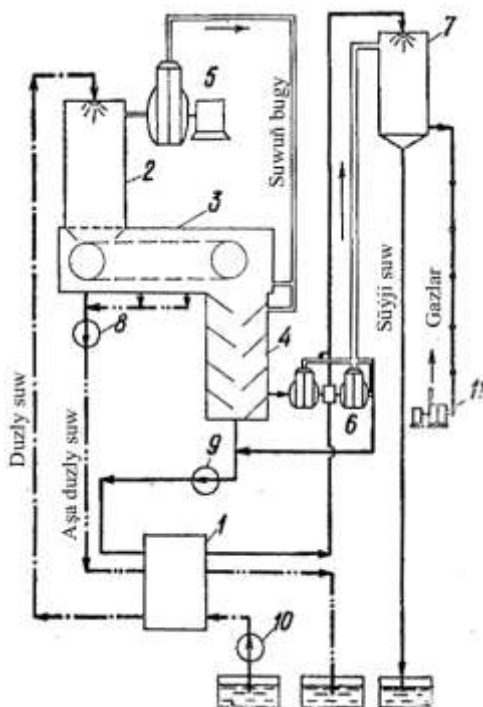
14-nji surat. “Kerier” firmasynyň wakuumda doňdurmak usulynda işleýän suw süýjedijisiniň çyzygy.

1-gaz aýryjy; 2 we 8-ýylylyk çalşyjy; 3-bugardyjy-doňduryjy; 4-separasion sütün; 5-süzgüç; 6-buz erediji; 7-adsorber; 9-generator; 10 we 11-bug ežektory; 12 we 13-kondensatorlar; 14-kompressor; 15-bugardyjy-sowadyjy.

1958 ý. Izrail alymy A.Zaharin wakuumda doňduryp suw süýjetmegiň başga bir usulyny hödürledi (15-nji surat). Duzly

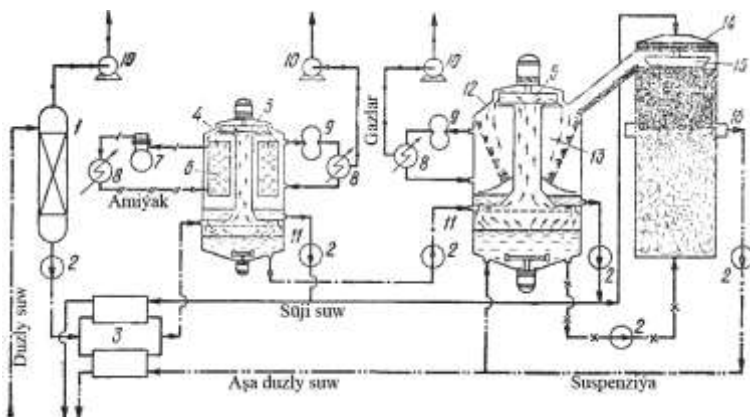
suw önünden ýylylyk çalşyjyda 1 -1°C -çenli sowadylýarda doňduryja 2 berilýär, ol ýerde basyş 4,0-5,3 mb töwereginde saklanýar. Şonuň netijesinde deňiz suwy $-3,89^{\circ}\text{C}$ gaýnaýar we 7% çenli bugarýar we 43% buza öwrülýär. Suw buguny doňduryjydan 2 kompressor 5 alyp gysýar we buz eredijä 4 berýär. Aşa duzly suw bilen buzuň garyndysy doňduryjynyň düýbünden alyp gaýydyň sifon turbanyň kömegi bilen seperasion gurluşa 3 akdyrylýar.

Alymlaryň köp ýyllar çeken zähmeti netijesinde ABŞ-da öndüriligi $910 \text{ m}^3/\text{g.g}$ bolan synag-önümçilik suw süýjedijsi guruldy.



15-nji surat. A. Zahariniň usuly boýunça wakuumda doňdurmak hadysasynda işleýän suw süýjedi-jisiniň çyzgydy.

1-ýylylyk çalşyjy;
2-bugardyjy-doňduryjy;
3-torly buz daşajjysy bolan seperasion gurluş;
4-buz erediji;
5 we 6-bug kompressory;
7-barometrik kondensator;
8,9 we 10-nasoslar;
11-wakkum nasos



16-nji surat. A. Zahariniň wakuumda doňdurmak usulynda işleýän suw süýjedijisiniň çyzgydy.

1–gaz aýryjy; 2 –nasoslar; 3–garşylyklaýyn akýan ýylylyk çalşyjy; 4–düzly suwy sowadyjy; 5–bug kompressory; 6–turba şekilli bugardyjy; 7–sowadyjy enjam; 8–sowadylyan suw kondensatorlary; 9–wentilýator; 10–wakuum nasos; 11–bugardyjy–doňdyryjy; 12–suw konwertory; 13–erediji kamera; 14–garşylyklaýyn akýan ýuwujy; 15–skreper; 16–süzgüç.

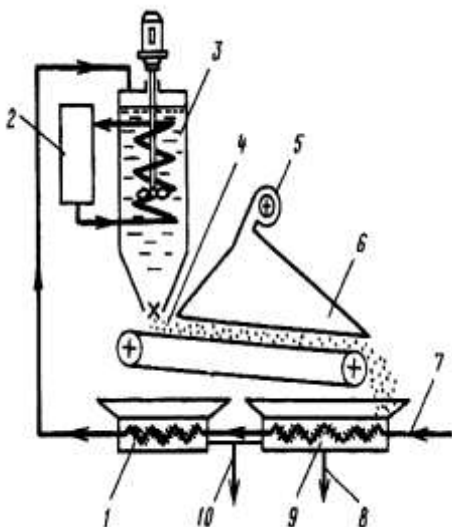
Suw süýjediji biri birine bagly bolmadyk dört sany parallel işleýän enjamdan durýar, olaryň her biriniň öndürijiligi $227,5 \text{ m}^3/\text{g.g.}$ 16-njy suratda şol suw süýjediji enjamyň tehnologiýa çyzgydy görkezilendir.

Her bir enjamyň (toplumyň) amiýak bilen işleýän sowadyjy maşyny 7, düzly suwy önünden doňdurmak üçin sowadyjysy 4, suw konwertory 12, garşylyklaýyn akýan ýuwujysy 14 we başga kömekçi enjamlary (gaz aýryjy, ýylylyk çalşyjy, nasoslar we ş.m.) bardyr. Görşümüz ýaly, çylşyrymly iki basgançakly wakuum kompressor 6 (17-nji surata seret) adaty sowadyjy maşynlar 6-7-8 bilen çalşyrylandyr.

Suw konwertory 12 bugardyjy–doňduryjyny, 11 kompressory 5 we erediji kamerany 13 bir ýere jemleýär. Bugardyjy–doňduryjyda 11 buzuň emele gelmek hadysasyny

garyjy çaltlaşdyrýar. Suwuň buguny wakuum kompressor 5 sorup alýar we gysyp erediji kamera 13 berýär.

17-nji suratda emeli doňduryp suw süýjedýän enjamyň gurluşynyň çyzgydy görkezilendir. Süýjedilýän suw ýylylyk çalşyjynyň içinden geçende ereýän buzuň we aşaduzly suwuň sowugynyň hasabyna sowaýar, soňra buz generatoryna barýar, ol ýere sowuk beriji enjamdan sowuklyk berilýär. Buz generatorynda suwuň üznüksiz garylmany netijesinde -6°C töwereginde kibirdewik buz emele gelýär. Duzlylygy 32 g/l bolan suw 45-60 minut buz generatorynda saklanandan soňra, 1000 litr suwdan duzlylygy 10 g/l bolan 350 kg buz alynýar. Şol wagtyň içinda 650 litr aşaduzly suw doňmaýar, ondaky duzuň konsentrasiýasy 42 g/l çenli baryp ýetýär.



17-nji surat. Emeli doňduryp suw süýjedýän enjamyň çyzgydy.

- 1-ýylylyk çalşyjy enjam;
- 2-buz öndüriji;
- 3-sowadyjy enjam;
- 4-buz daşyjy;
- 5-wentilýator;
- 6-buz erediji enjam;
- 7-duzly suw;
- 8-süýji suw;
- 9-ýylylyk çalşyjynyň birinji basgançagy;
- 10-aşaduzly suwy goýberiji.

IV. Elektrodializ we elektrohimiiki usulda suw süýjetmek

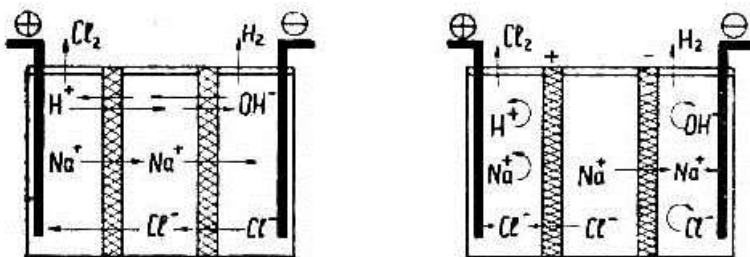
14. Elektrohimiiki usulda suw süýjetmegiň usuly

Soňky ýyllarda elektrodializ usuly özüniň köp amatlylyklary bilen aýratyn uly ösüşe eýe boldy. Elektrodializ usuly ulanylanda hiç hili reagent ulanylmaýar. Bu tehnologiik hadysa suwuň halyny üýtgetmezden bolup geçýär we uzak wagt

aralygynda üznüksiz işläp bilýär. Bu enjamda süýjedilýän suwuň duzlylyk derejesini sazlamak bolýar we tutuş prosesi awtomatlaşdyrmak mümkinçiligi bardyr. Daşary ýurtlarda bu usulyň üstünde birnäçe synaglar geçirildi kämilleşdirildi. Şolar ýaly enjamlaryň sazlamak mümkinçiliginiň bolmagy we tehnologiik prosesi ygtybarly bolmagy, bu enjamlaryň balyk hojalygynda giňden ornaşdyrylmagyna getirýär.

Öňki sanalyp geçilen usullarda suwuň bir haldan başga bir hala geçmegi arkaly (bugartmak, kristallaşdyrmak) süýji suw alynýardy. Elektrodializ usulynda bolsa hiç hili halyny üýtgetmezden bolup geçýär. Suwdaky duzlaryň molekulalaryna hemişelik tok meýdanynyň täsir etmegi netijesinde ol ionlara dargaýar we dürli zaryadly ionlar emele gelýär.

Elektrodializ usuly bilen suw süýjetmegiň manysy şundan ybaratdyr. Eger-de duzly suwdan doldurlan we membranalar arkaly üç bölege bölnen gapda ýerleşdirilen elektrodalaryň üstünden hemişelik tok geçirsek, onda suwdaky duz ionlary özüniň zaryadyna gabat gelýän anoda ýa-da katoda tarap hereket edip başlaýar, netijede, ortaky bölümiň suwy süýji bolýar.



18-nji surat. Elektro-himiki usulda işleýän suw süýjediji enjamyň gyrgyzdy. 1-işjeň däl membranalary üç bölümlü gap; 2-ionlary saýlap geçirýän membranalary üç bölümlü gap.

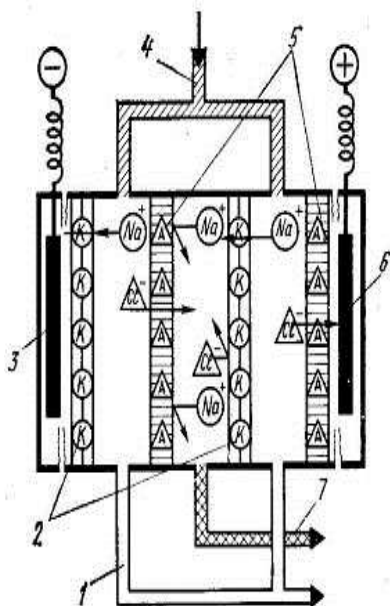
Suwy süýjetmegiň elektrohimi usulynda 1 litrde 2,5÷10 gr duz saklaýan suwlary elektrodializ we giperfiltrasion, 1 litrde 2,5 gr-a çenli duz saklaýanlary bolsa ion çalyşma usuly arkaly süýjetmeklik peýdalydyr. Dünýäde süýjedilip alynýan suwuň umumy göwrüminiň 96%-i distilýasion, 2,9%-i elektrodializ, 1%-i giperfiltrasion, 0,1-i doňdurmak we ion çalyşma suw enjamlary arkaly amala aşyrylýar.

Soňky ýyllarda köp tejribeleriň netijesinde suwy süýjetmegiň elektrodializ usuly uly ösüşlere eýe boldy. Elektrodializde reagentler harçlanmaýar, tehnologi prosesi düýpsiz üýtgemeler bilen geçýär we uzak wagtlap arakesme netijesinde duzsyzlandyrmagyň çuňlugy ýeňil regulirlenýär we ähli prosesi doly awtomatlaşdyrmak mümkin. Dürli duzlylykly suwlary işläp taýýarlamagyň mümkinçiliginiň barlygy sebäpli, tehnologi prosesi regulirlemegiň we dolandyrmagyň amatlylygy üçin hem-de bu usulyň mundan beýläk kämilleşmäge we arzanlandyrmaga mümkinçiliginiň barlygy sebäpli elektrodializ daşary ýurtlarda giňden ýaýrady we biziň ýurdumyzda ulanylyp başlandy.

Suwy süýjetmegiň ýokarda görkezilen usullary (bugartma we doňdurma usuly) suwy bir haldan başga hala (bugarma we kristallaşma) geçirmek, bilen deslapky erginden süýji suwy bölüp almaklyga esaslanandyr.

15. Elektrodializ usuly bilen suw süýjetmek

Elektrodializ usuly bilen suw süýjetmek düzly suwy gabyň içinden tok akdyrlanda suwda erän duzlar ionlara dargaýar, kationlar we anionlara. Eger-de suwly gaby ýarymgeçiriji membrana bilen üç bölege bölsek ortaky bölümdäki suw düzly bolýar. Membranalar iki görnüşde bolýar: kationit membrana kationlary geçirýär, ýöne anionlary geçirmeýär, anionit membrana bolsa anionlary geçirýär, ýöne kationlary geçirmeýär.



19-nji surat. Ionlary saýlap geçiriji üç bölümlü elektrodializ enjamynyň aýdyň çyzgysy.

- 1 Süýji suw.
- 2 Kationit membranasy.
- 3 Katod.
- 4 Duzly suw.
- 5 Anionit membranasy.
- 6 Anod.
- 7 Aşa düzly suwy goýberiji

Ionit membranalar saýlap geçijilik ukyby olaryň düzüminde ionogen toporlaryň bolmagy bilen magnit meýdany bar (zarýady bar). Bu bolsa dürli zarýatdaky ionlaryň geçmegine şert döredýär. Membrananyň zarýady näçe ýokary boldygyça şonça-da saýlap bilijilik ukyby ýokary bolýar.

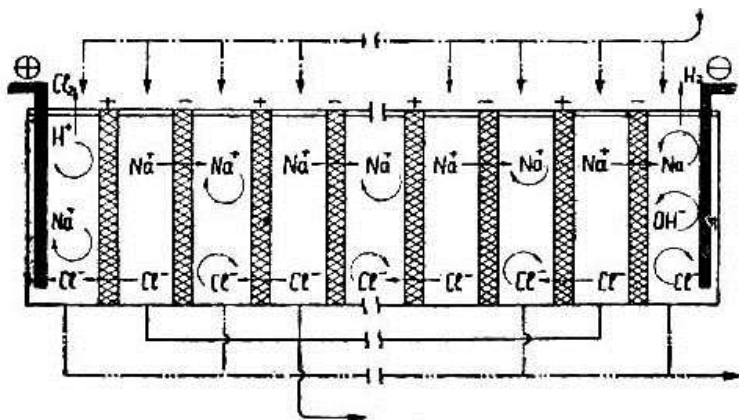
Elektrodializ mahaly suwuň hiç hilli faza öwürmeleri bolup geçmeýär, duz ionlary bolsa hemişelik elektrik toguň täsiri netijesinde erginden aýrylýar. Suwy süýjetmegiň elektrodializ prosesiniň düýp esasy indikiden ybarat: Eger-de aktiw däl membranalar bilen üç bölnen gaby duzly suwdan dolduryp üstünden hemişelik elektrik togy goýberilse, onda, 18-nji suratda görkezilişi ýaly suwdaky duzuň ionlary öz zaryadynyň alamatyna görä anoda ýa-da katoda tarap hereket edip başlaýarlar.

Katod – öz üstünde artykmaç elektronlar bolan otrisatel zaryadlanan elektrottyr.

Anod – položitel zaryadlanan elektrottyr.

Hemişelik tok goýberilende kationlar (suratda Na^+) katoda, anionlar (suratda Cl^-) anoda tarap hereket edýärler. NaCl ergininde kationlar Na^+ çepden saga, anionlar Cl^- bolsa sagdan çepde hereket edýärler.

Şol bir wagtda elektrolit hadysasy bolup geçýär: katotdan wodorod bölünip çykýar we aşgarly suw emele gelýär, anotdan bolsa düzgün boýunça kislorod we hlor bölünip çykýar we kislotaly suw emele gelýär. Netijede, iki gyraky elektrodly bölümlerde H^+ we OH^- ionlary toplanýar, bu ionlar elektrik toguny ortaky bölüme geçirmek işine gatnaşyp başlaýarlar. Ionlar ortaky bölümde birleşip suwy emele getirýärler. Emma, H^+ ionynyň OH^- iona garanynda çalt hereket edýänligi sebäpli, ortaky bölümde suw turşy bolýar. Şu hadysanyň dowamynda elektrotly bölüme geçirilen Na^+ we Cl^- ionlary in soňunda mäkäm saklanýarlar we şol sebäpli ortaky bölümde duzuň konsentrasiýasy azalyp başlanýar. Hadysanyň dowam etmegi bilen ortaky bölümde suwuň süýjedilmegine getirýär. Netijede, ortaky bölümde duzsyz süýji suw alynýar.



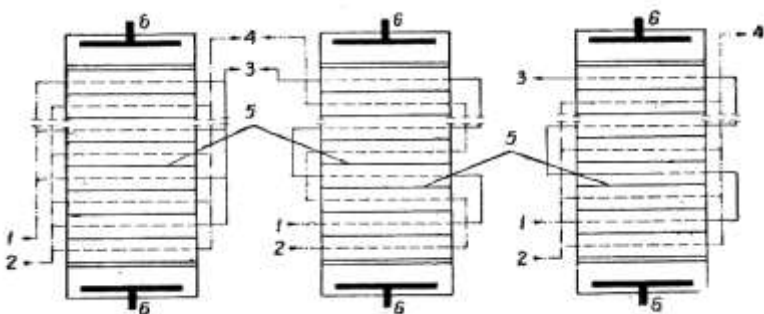
20-nji surat. Elektrodializiň köp bölümlý çyzygy.

Köp bölümlü elektrodializ enjamlarynda (20-nji surat) bölümlerem çykýan suwuň hili birmeňzeş bolmaýar. Süýjedilen suw jübüt bölümlerden alynýar. Täk bölümlerden aşa duzly suw çykýar. Suratdan görnüşi ýaly haçanda enjamdan hemişelik tok akdyrylanda jübüt bölümlerdäki kationlar saga tarap, anionlar bolsa çepe tarap hereket edip başlaýar. Başgaça aýdanymyzda, kationlar katoda tarap, anionlar anoda tarap hereket edýär. Täk bölümlere gelip düşýän kationlar we anionlar goňşy bölüme geçmeýär, sebäbi olaryň önünde deňişlilikde anionit we kationit membranalar bar. Netijede, jübüt bölümdäki duzlar täk bölüme geçip jübüt bölümde süýji suw, täk bölümde aşa duzly suw emele gelýär. Başgaça aýdanymyzda duzlar täk bölümde ýygnanýar. Jübüt bölümdäki süýji suw we täk bölümdäki aşa duzly suw üznüksiz birsydyrgyn çykarlyp durýär.

16. Elektrodializ enjamlarynyň görnüşleri we gurluşy

Tebigi suwlaryň himiki düzüminin we duzlylygynyň örän dürürlügi sebäpli bölümlerde suwuň hereketiniň hem dürli görnüşlerini saýlamaly bolýar.

Köp bölümlü enjamlarda suwuň akymynyň paýlanyşynyň üç dürli görnüşi bolýar: 1-parallel ulgam (21-njy a surat) suwuň akymy ähli bölümlar boýunça parallel hereket edýär. Suwdaky howany çykarmagy gowulandyrmak üçin suw bölüme aşakdan berilýär. Bu ulgamda uly tizlik bermeklik çäklendirilýändiginiň sebäbi duzly suw doly süýjöp ýetişmeýär. 2-zygider ulgam (21-njy b surat) bölümlerde suwuň akymynyň paýlanyşy süýji we aşaduzly suwuň ikisi hem yzgiderlikde ähli bölümleriň içinden geçip gidýär, bu görnüşdäki enjamyň işleýşi durnukly bolýar we tehnologiýa görkezijileri hemişelik saklanýar, ýöne enjamdan howanyň çykarylşy biraz çylşyrymlaşýar. Bu usulyň esasy kemçiligi bölümlerdäki suwuň konsentrasiýalarynyň aratapawudynyň örän ýokary bolmagydyr, ol sebäpli toguň geçişini haýalladýar we membranalaryň möhleti kemelýär. 3-utgaşdyrylan ulgam (21-njy c surat.) bu ulgamda süýjedilýän suw ähli bölümlerden yzgider akyp geçýär, aşaduzly suw bolsa bölümlerden parallel akyp geçýär. Bu usulda harçlanýan tok 1,5 esse az bolýar we toguň çykyjylygy 90-95% ýetýär.



21-nji surat. Elektro membranaly enjamyň içinde suwuň akymynyň paýlanyşynyň çyzygysy.

1-suwuň akymynyň paýlanyşynyň parallel ulgamy. 2-suwuň akymynyň paýlanyşynyň yzgider ulgamy. 3-suwuň akymynyň paýlanyşynyň utgaşdyrylan ulgamy.

Elektrodializ enjamynyň kemçilik tarapy: iýmitlendirmek üçin 380 wolta çenli bolan hemişelik tok zerur bolýar. Harçlanýan elektrik energiýany takmynan iki sany energiýanyň jemi bilen: birinjisi suw nasoslarynyň harçlaýan energiýasy (1m^3 suwa-0,5 kwt.sag.), ikinjisi ionlary hereketlendirmek üçin harçlanýan energiýa (1m^3 suwdan 1 gr. duzy aýyrmak üçin 0,5 kwt.sag.) bilen aňladyp bolýar.

Elektrodializ enjamynda suw süýjetmek üçin harçlanýan elektrik energiýa Faradeýiň kanuny boýunça kesgitlenýär:

$$I_t = 26,8 (C_b - C_a)$$

bu ýerde: I_t –teoretiki harçlanýan elektrik energiýasy, A.sag.; C_b –çig suwdaky duzuň konsentrasiýasy; g-ekw/l. C_a – arassalanan suwdaky duzuň konsentrasiýasy, g-ekw/l.

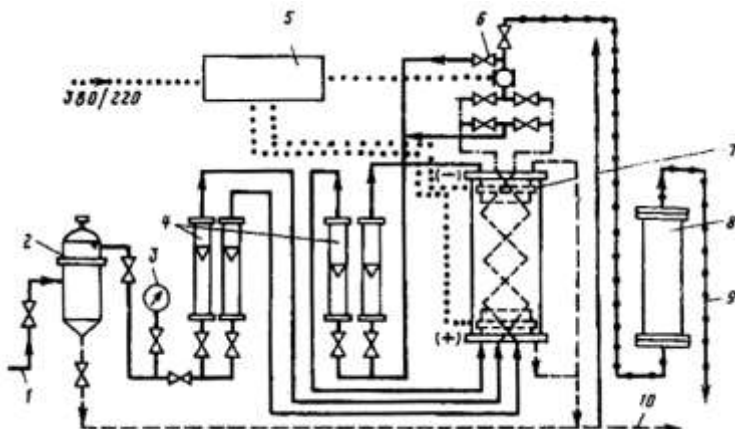
Elektrodializ usulynda suw süýjetmek, haçanda suwuň duzlylygy 2,5-den 10 g/l çenli bolanda we süýjedilen suwuň duzlylygy 500 mg/l-den kiçi bolmadyk ýagdaýynda amatly bolýar. Şeýle hem, enjama berilýän suwuň hili şu aşakdaky ýaly bolmalydyr: çökyän maddalar 2 mg/l-den, suwuň reňkiligi 20 gradusdan, okisleyjiligi 5 mgO₂/l-den, demriň mukdary 0,1 mg/l-den köp bolmaly däldir.

Elektrodializ suw süýjediji enjamlary üç görnüşde bolýar: gönümel akyp geçýän, aýlanyşykly-arasyny üzüp we aýlanyşykly üznüksiz hereket edýän.

Gönümel akyp geçýän suw süýjediji enjamda, süýjedilen suwuň düzümindäki duz başdakysyndan kesgitlenen derejesine çenli bir gezek geçip gidende amala aşyrylýar. Başdaky suwuň duzlylygyna baglylykda bu enjamlar bir ýa-da birnäçe basgançak bolup bilýär.

Aýlanyşykly-arasyny üzüp işleýän suw süýjediji enjamda, süýjedilýän suw duzly suwuň gabyndan nasos bilen alyp, ýene şol gaba köp bölümlü elektrodializ suw süýjedijisiniň süýji suwly bölümüniň üstünden geçirilip

berilýär. Aşa duzly suw hem şolar, ýaly nasosyň kömegi bilen aşaduzly gapdaky suwy, suw süýjedijiniň aşaduzly bölümüniň üstünden geçirip yzyna berilýär. Bu hadysa suw talap edilýän derejesine çenli süýjeýänçä gaýtalanýar. Soňra süýjedilen suwuň duzlylygy talap edilýän derejesine ýetenden soň enjamyň işi saklanýar we onuň suwy boşadylýar.



22-nji surat. Işçi bölümunda akymyň hereketi yzgider bolan ЭОУ НИИПМ-25 elektrodializ suw süýjediji enjamyň tehnologiýa çyzgysy.

1 we 9-çig suwy beriji we süýjedilen suwy alyp gidiji; 2-öňünden arassalamak üçin metallykremni süzgüji; 3-elektrokontakt manometri; 4-suw ölçeyjiler; 5-togy göneldijiler; 6-elektrik dolandyryş nokady; 7-elektrodializ enjamy; 8-suwuň ysny gowlandyrmak üçin işjeň kömürli süzgüç; 10-ulanylan suwlary akdyryjy.

Aýlanyşykly üznüksiz hereket edýän suw süýjediji enjamda, diňe aşaduzly suw aýlanyşyga goýberilýär, ýa-da aşaduzly suw hem süýjedilen suw bilelikde aýlanyşyga goýberilýär we şol bir wagtda enjamyň işini saklaman ol suwlar üznüksiz boşadylýp durýar.

Elektrodializ suw süýjediji enjamyň membranalaryny arassalamagyň üç usuly bar: işi saklamazdan üznüksiz arassalap durmak, wagtal-wagtal himiki reagentleri geçirip

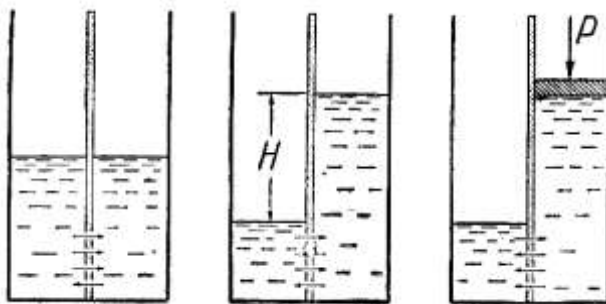
arassalamak we enjamyň işini saklap membranalary sökmek hem-de arassalamak.

Aşa duzly suw süýjedilýän suw bilen biri biriniň garşysyna akýan gönümel akyp geçýän ulgamyň öňki seredip geçilen ulgamdan artykmaç tarapy aşu duzly suw bilen süýjedilen suwuň konsentrasiýalarynyň gatnaşyklarynyň deňölçegliligidir. Bu ulgamy aşu duzly suw bilen süýjedilen suwuk konsentrasiýalarynyň gatnaşygynyň deňeşdirmelere görä has ýokarky bahasynda kabul edilmeginiň maksada laýyklygy kesgitlenildi (22-nij surat).

V. Tersleýin osmosyň kömegi bilen suw süýjetmek
17. Tersleýin osmos hadysasy

XX-asyryň birinji ýarymynda duzly suwlary süýjetmek boýunça geçirilen barlaglar ykdysady taýdan amatsyz ýöne tehniki taýdan ýerne ýetrip boljak suw süýjetmegiň täze usulyny oýlap tapdylar. Aýratyn hem osmos hadysasyna uly üns berdiler. Ol ykdysady taýdan geljegi bolan suw süýjetmek hadysasynyň üstünde işläp başladylar.

Bilişimiz ýaly erediji bilen arassa ergini ýa-da dürli konsentrasiýaly iki ergini bölüp duran syzyjy germewiň üstünden maddalaryň syzylýp geçmek (diffuziýa) hadysasyna osmos diýilýär eger-de arassa suw bilen duz ergininiň arasy ýarym syzyjy membrana bilen bölnen bolsa (suwuň ionlary geçip, duzuň iony geçmeýän ýagdaýynda) onda arassa suw membrananyň üstünden ergine tarap syzar (23-nji a-sur.).



- a) – gönümel osmos.
b) – kesgitlenen deňagramlylyk.
ç) – terisleýin osmos. (çep tarapda-süýji suw, sag tarapda-duzly suw)

23-nji surat. Ýarym geçiriji membrananyň üstünden osmatiki prosesiniň akyşy.

Arassa eredijiniň ergine tarap geçmegi ionyň göwrüminiň artmagyna getirer we ol membrananyň iki gapdalyndaky eredijiniň molekulalarynyň basyşy deň bolýança dowam edýär (23-nji b-sur.).

Eger-de, ergin osmatiki basyşdan uly basyşa mejbur bolsa, onda arassa suw erginden membrananyň üsti bilen ters tarapa hereket eder (23-nji ç-surat). Bu hadysa tersleýin osmosos ada eýe boldy.

18. Tersleýin osmos usulynda suw süýjetmek

Duzly suwlary süýjetmegiň osmatiki hadysasyny işläp taýýarlamakda köp kynçylyklaryň, biri hem uly talap bildirilýän membranalary ýasamakdadyr. Arassa suw diametrli $3,5 \text{ A}^0$ -dan deň bolan öýjüklerden geçip bilýär. Duzlaryň iony bolsa diametri $5,0 \text{ A}^0$ -dan uly bolan öýjüklerden geçip bilýär. Şonuň üçin tersleýin osmosyň kömegi bilen suw süýjetmek üçin öýjükleriniň diametri $3,5 \div 5,0 \text{ A}^0$ aralygynda bolan membrana taýýarlamak zerurdyr. Ondan başga-da, suwuň süzüliş tizligi ýeterlik derejede uly bolmalydyr, şeýle hem suwuň süzüliş hadysasy erbetleşmeli däldir.

Tersleýin osmos hadysasy şu hadysa esaslanandyr: eger-de bir gaby ýarymgeçiriji germew bilen ikä bölüp, bir bölümne süýji suw, beýleki bölümne duzly suw guýsak, belli bir wagtdan soň duzly bölümde suwuň derejesi ýokarlanýar. Şol bölümlerdäki suwuň derejeleriniň aratapawudyna osmos basyşy diýilýär. Bu aratapawut süýji suwuň ýarymgeçiriji diwardan iki tarapa geçirip bilýändigini görkezýär. Eger-de, biz duzly tarapdan goşmaça basyş döretsek, onda süýji suwlar beýleki bölüme geçip başlaýar. Şol hadysa tersleýin osmos diýilýär. Germewiň üstünden suwuň molekulalary geçip, duzuň molekulalary geçmez ýaly ýörite material saýlap alýarys. Şol materialyň üstünden suwuň molekulalary geçip, duzuň molekulalary geçip bilmeýän onda kiçijik öýjükler bar

we şol öýjükler suwuň molekulasyňy süzmäge ukyplydyr. Bu hadysa giperfiltrasiýa (ýokary süzüjilikli) diýilýär. Käbir edebiýatlarda tersleýin osmosyň kömegi bilen suw süýjetmegi, giperfiltrasiýa usulynda suw süýjetmek hem diýilýär. Duzly suw iki membrananyň arasyna takmynan 10 MPa (10 atm) basyş bilen berilýär. Tersleýin osmosda suw arassalananda esasan gomogen ulgam, ýagny hakyky erginler alnyp galynýar.

XX asyryň birinji ýarymynda duzly suwy süýjetmegiň usullary esasan, adaty ýollar bilen alnyp barylýandygy bilen häsiýetlenýärler. Şol wagty belli bolan tygşytly däl, ýöne tehniki taýdan ýerine ýetirilip bolýan usullar saýlanypdyr. Tejribelikde we önümçilikde suw süýjetmek usullarynyň köpelmegi bilen birlikde olar hem kämilleşipdir. Soňky ýyllarda duzly suwy süýjetmegiň täze metodlaryny işläp taýýarlanmak boýunça işjeň barlaglar alnyp barylýar. Bu metodlaryň esasynda dürli fiziki we himiki hadysalar ýatyr: osmos, ekstraktsiýa, adsorbsiýa, we şuna meňzeşler.

Arassa erediji maddanyň ergine geçmegi onuň göwrüminiň köpelmegine getirer, bu hadysa, membrananyň iki tarapyndan erginiň molekulalarynyň basyşy deň bolýança dowam edýär. Ýagny, membrananyň iki tarapyndaky eredijiniň molekulalarynyň üstünden edilýän osmos basyş deňagramlaşýança dowam edýär. Netijede, membranalaryň bir gapdalyndaky ergin bilen eredijiň bilelikdäki mukdary, beýleki gapdalyndaky eredijiden ýokary bolýar, şeýlelik bilen näçe erginde duzlaryň konsentrasiýasy köp bolsa şonça-da ýokary bolýar. Osmos basyşyň ululygyna uly täsir edýän biologiki hadysalar barada düşünje almak üçin bir mysala seredip geçeliň: ýagny duzunyň konsentrasiýasy 3,5%-bolan deňiz suwuň osmatiki basyşy 24,5 bara (25 at) deňdir, süýji suwuňky bolsa 60-80 bara deňdir.

Eger-de, ergini osmatiki basyşdan ýokary bolan basyşa duçar etsek, onda ergindäki arassa suw membranadan ters ugurda geçer. Bu hadysa ters osmos ady dakylady we ol duzly suwy süýjetmek üçin ulanylyp bilner.

Häzirki wagtda duzly suwy süýjetmek meselesinde ulanylýan iki sany osmatiki hadysa barlanylýar. Birinji hadysa tersleýin osmos membranalarydan, osmatiki basyşdan ýokary basyşyň astynda duzly suw süzülýän wagtynda bolup geçýär. Membrananyň öýjükleriň ölçegleri diňe olardan suw geçeriýaly, duzlaryň gidratirlenen ionlary erginde galar ýaly bolmalydyr. Bu hadysa himýada eýýam belli bolan, köp konsentrasiýaly erginleri almak üçin ulanylýan giperfiltrasiýa hadysasydyr.

Ikinji osmos hadysasy suwuň bir fazadan başga bir faza öwürilmegi netijesinde geçýär, ýagny membrananyň bir tarapynda suwuň bugarmagy netijesinde, membrananyň içinden suw buglarynyň diffuziýasy bolup geçýär. Bu hadysa suwuň osmatiki distillýasiýasy diýilýär.

Giperfiltrasiýa boýunça gözlegler ýokary hilli membranalary gözläp tapmak we öndürmekden başlandy. Ilki bilen suw süýjetmekde ulanar ýaly asetat-sellýuozo görnüşli, suw geçirijiligini ýokarlandyrmak üçin perhlorat magni bilen işläp taýýarlanan membrana alyndy. Ol membrananyň birljynslylygy we hili sulfat we ferrisiant mis bilen işläp bejermeklik arkaly barlandy.

Duzly suwuň üstünden edýän suw bugunyň basyşy arassa suwuň üstünden edýän suw bugunyň basyşyndan pesdigi hemmelere mälimdir. Erginleriň üstünden edýän suw bugunyň basyşyny, haçanda erginiň üstüne artykmaç basyş berilse galdyrmak mümkindir. Suw bugunyň basyşynyň deňagramlylygy, haçanda duzly suwa edilýän basyş osmatiki basyşa (24,5 bar) we süýji suwuň üstünden edilýän basyş 0,98 bara (1 at) deň bolanda ýetmek mümkindir. Goý duzly we arassa suwly gazdan doldurlan gap basyşlaryň tapawudyny saklap bilýän we gaz halyndaky maddalary suwuk halyndaky maddalardan aýyryp bilýän öýjük-öýjük edip ýasalan germew ýa-da membrana bilen bölnen bolsun. Eger-de, duzly suwy 24,5 bara ýokary basyşa düşar bolsa, onda ol bugarýar we öýjükli diwarlardan ýa-da membranadan geçýär, şeýlelik bilen

olar arassa kondensirlenip arassa suwy emele gelyär. Haçan duzly suwuň üstündäki basyş osmos basyşdan pes bolsa, gönümel osmos hadysasy bolup geçýär, ýagny süýji suwdan arassa suw duzly suwa tarap geçýär.

Osmos distillýasiýsy boýunça işler 1962-nji ýylyň ahyrynda başlanyldy we suwuklygyň öýjük-öýjük gurşakdan hem-de membranadan geçmeginiň we diffuziýasynyň temperatura, basyşa, kameranyň gabyň geometriki şekiline we başga faktorlara baglydygynyň barlaglaryna ugrukdyryldy. Şol bir wagtyň özünde gabyň iki sany gidrofil membranadan duran gurnamasy öwrenildi. Öýjüklerinde suwuň buglary emele getirýän ýeketäk gidrofob memberanany ulanyp bolýandygy ýüze çykaryldy. Hasaplar we ilkinji barlaglar ýeketäk gidrofob membrananyň duzly suwy süýjetmek hadysasyny tygşytly amala aşyrmak üçin uly mümkinçilige eýedigini görkezdi.

Tejribehanada geçirilen barlaglar, udel öndürijiligi 23 $\text{litr/m}^2\text{g.g}$ bolan membranada 99% netije alyndy. Haçanda suwuň üstünden edilýän basyş 49,0 bara (50 at) deň bolanda ýokary netijäniň alyp bolýandygy görkezildi. Ters osmosyň kömegi bilen az energiýa harçlanmak bilen duzly suw süýjetmek hadysasyny amala aşyrmak üçin uly mümkinçilikleriň bardygy ýüze çykaryldy. Meselem, Ç.Hawens duzly suwy süýjetmegiň iki basgançakly usulyňy ulandy. Birinji basgançakda 54,8 bar (56at) iş basyşynda duzlylyk 35-den 2 g/l-çenli peseldildi. Ikinji basgançakda 34,3 bar (35 at) iş basyşda 2,0-dan 0,5 g/l-çenli azaldyldy. San-Diegoda gurlan barlag gurnamasynda deňziň duzly suwuny süýjetmek üçin energiýanyň hakyky harçlanan energiýa 5,3 kwat.sag/ m^3 deň boldy, önümçilik enjamynda bolsa ony 3,5 kwat.sag/ m^3 çenli azaltmak göz önünde tutulýar.

Waşingtonda geçen duzly suwlary süýjetme boýunça halkara simpoziumdaky çykyşlarda ters osmos usulynda işleýän, öndürijiligi 3780 $\text{m}^3/\text{g.g}$ bolan suw süýjediji enjamyň garaşylýan ykdysady netijeliligi şular ýaly görkezdiler:

duzlyrak suw	deňiz suwy		
Udel maýa goýum, dollar/m ³ /g.g		715	1455
Suw öndürmegiň doly durýan bahasy, sent/m ³		5,6	11,6

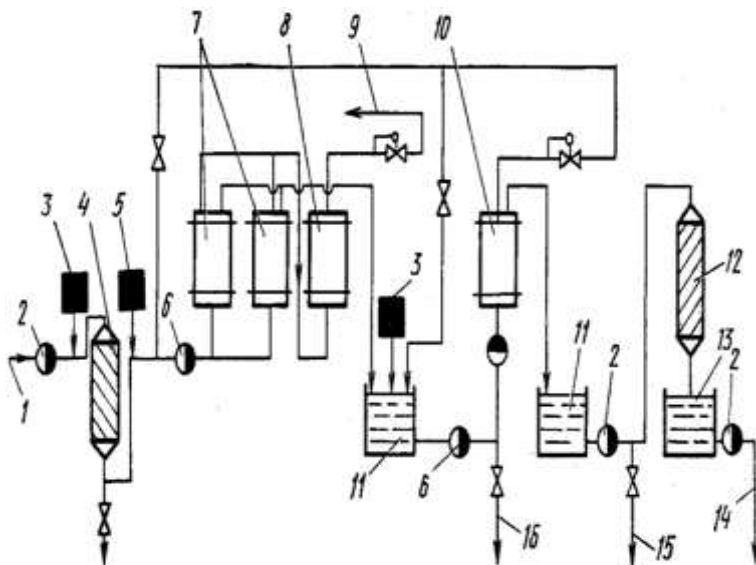
Şeýlelik bilen osmos enjamynda suw süýjetmegiň bahasyny ep-esli arzanladyp bolýar, ýöne maýa goýum suw süýjetmegiň beýleki usullary bilen deňeşdirilende günün kömegi bilen suw süýjetmekden başgasyndan has ýokary bolýar.

19. Tersleýin osmosyň kömegi bilen suw süýjediji enjamlar

Tersleýin osmosyň kömegi bilen suw süýjediji enjamlar üçin ýarymgeçiriji germew şeýle saýlap alynýar, onuň üstünde suwuň molekulasy geçip, suwda erän duzlaryň molekulasy geçmez ýaly bolmalydyr. Suwuň molekulalarynyň duzuň molekulasyndan 1.5 esse kiçidigi sebäpli membranadan geçirilende duzly suwdaky duzlar saklanyp, arassa suwuň molekulalary geçip bilýär. Duzly suw membrananyň üstünden takmynan 10 mPa basyş bilen berilýär. Tersleýin osmosyň kömegi bilen suw süýjediji enjamlaryň esasy düwünleriniň biri hem uly basyş dörediji gurluşdyr (nasosdyr), şeýle hem ýarym geçiriji membranadan bolan bölüji germewdir (24-nji surat). Bu tersleýin osmosy barlag geçirijileriň deňiz suwuny we duzlyrak suwlary süýjetmek, suwdaky käbir organiki garyndylary we işjeň üst maddalary aýyrmak, senagatda ulanylan suwlary we tebigatda hapalanan suwlary çuňňur arassalamak üçin ulanmaga ymtylmaklary bilen şertlendirilýär.

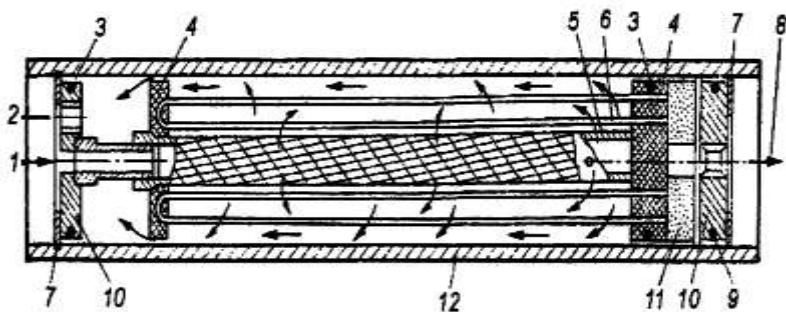
25-nji suratda üç başgançakly tersleýin osmos desgasynyň çyzgydy görkezilendir. Bu desgany dürli maksatlar üçin we şol bir wagtyň özünde dürli hildäki suwy almak üçin süýji suwdan duzsyz suwa çenli üçin ulanmak bolýar. Çig

1,2-çig suw beriji we süýjedilen suwy äkidiji; 3-süýjedilen suwuň umumy turbasy; 4-sçzeji element; 5-kondensat äkidiji; 6-berkidiji ok; 7-tegelek berkidiji flans; 8-bölüji disk; 9-direg plastinasy; 10-membranalar.



25-nji surat. Üç basgançakly tersleýin osmos desgasynyň çyzgydy. 1,16-çig suw beriji we süýji suw äkidiji; 2-nasos; 3-hlorlaýjy; 4-öňünden arassalaýjy süzgüç; 5-turşadyjy; 6-ýokary basyş döredýän nasos; 7,8,10-tersleýin osmos enjamy I, II we III basgançaklar; 9-kondensat äkidiji; 11-süýji suwuň gaby; 12-garjaşykly täsir edýän ionit süzgüji; 13-çuňňur duzsuzlandyrylan suwuň gaby; 14- çuňňur duzsuzlandyrylan suwy äkidiji; 15-duzsuzlandyrylan suwy äkidiji.

Häzirki wagtda ýarym süýmli suw süýjediji enjamlar hem giňden ýaýrady. Bu ugurdan Amerkanyň “Dýupon” firmasy uly üstünlik gazandy. Onuň goýberýän B-9 we B-10 enjamynda (26-njy surat) ýarym süýmli ýakymly ysy bolan polimerden ýasalandy. Bu gurnamada ýarym süýmli dokma däl gatlak enjamyň okuna parallel edip ýerleşdirilendirsüýmleriň üjy epoksid bloga berkidilendir. Süzüji element ýarym süýmnden, blokdan we merkezi turbadan durýar. Olar aýnapplastik gaba ýerleşdirilip gapagy hem ýapylandy. Gapagynda süzülen suwy alyp gitmek üçin ýörite deşik bardy.



26-nji surat. „Dýupon“ firmasynyň doly süýmlerden taýýarlanan suw süýjediji enjamy.

1,2,8-çig suw, konsentrat we süzülen suw; 3-berkidiji halka; 4-epoksid blogy;

5-merkezi turba; 6-ýarym süým; 7,9-puržin we berkidiji halka; 10-gapak; 11-öýjük-öýjük disk; 12-enjamyň daşky gabygy.

Russiýanyň önümçiliginiň goýberýän süzüji-gysyjy enjamlary YГ-1, YГ-10, YГO-50, YГOC-1, YГOC-2 giňden ulanylýar (14-nji tabiisa ser.)

Suw süýjedijileriň tehniki häsiýetnamasy 14-nji tablisa.

Görkezijiler	Enjamyň markasy	
	YГ-1	YГ-10
Süýjeden suwy boýunça öndüriligi, m ³ /g-g	1	10
Süýjedilýän suwuň duzlylygy, mg/l	5-çenli	-
Süýjedilen suwuň duzlylygy, mg/l	TDS-laýyk	
Enjama berilýän duzly suwuň mukdary, m ³ /sag.	0,1	0,8
Taşlanylýan aşa duzly suwuň mukdary, m ³ /g-g	1,4	9,2
Enjamdaky işçi basyş, Mpa (kgs/sm ²)	5(50)	5(50)
Enjamyň sany	2	1
Enjamdaky ähli membranalaryň meýdany, m ²	4	70
Desgadaky ähli membranalaryň meýdany, m ²	8	70
Enjamdaky membrananyň ölçegi, mm	370 x 160	600 x 400

Togalak uzyn görnüşindäki enjamlar önümçilikde giňden ýaýrady. Olar diametri $7\div 20$ sm we uzynlygy $1\div 9$ m bolan turba görnüşinde bolýar. Onuň içinde rulon görnüşindäki süzüji material oturdylýar.

Soňky ýyllarda suw süýjetmegiň elektrik we elektrohimiýa usullary uly üns berilýär. Öýjük-öýjük elektrodyň kömegi bilen suw süýjetmek usulynyň geňeýişi bar diýip hasaplanýar. Bu hadysa düzly suw öýjük-öýjük elektrodyň üstünden akyp geçýän enjamlarynda amala aşyrylýar. Elektroda hemişe $2,0\div 2,3$ W elektrik togy berlip durýar.

VI. Günün kömegi bilen suw süýjetmek (gelioopresnenie)

20. Günün kömegi bilen suw süýjetmegiň usuly

Soňky ýyllarda bütin dünýäde we biziň döwletimizde gün energiýasynyň kömegi bilen halk hojalygynyň köp meseleleriniň amatly çözgütleri tapylýar.

Ýer şarynyň üstünden her ýylda günün şöhesiniň kömegi bilen ortaça 1000mm suw bugarýar, şonça-da suw ýagyn görnüşinde yzyna gaýdýar, bu ýer ýüzünde süýji suwuň ýeke täk çeşmesi bolup durýar.

Ekwatora ýakyn ýurtlarda günün şöhesi kän şonuň üçin bu ýerde suwy bugartmak üçin amatly şertler bar. Mysal üçin Aşgabadynyň töwereginde günün hakyky radiasiýasy bir ýylda 7812000 kJ/m² deňdir (1866000 kkal/m³). Bu bir ýylda 3000 mm suwy bugartmak üçin ýeterlikdir. Ýer şarynyň ekwator böleklerinde günün şöhesini duzly suwy süýjetmek üçin amatly bolar.

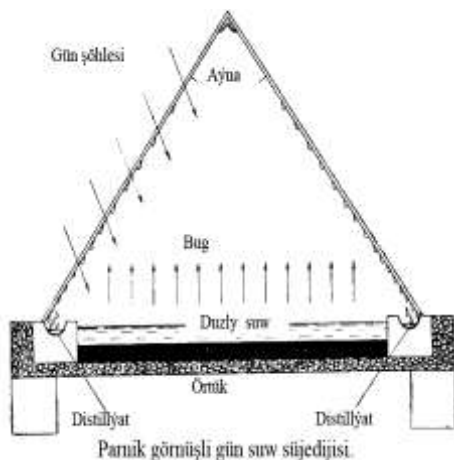
Gün suw süýjedijisi ýa-da gün distillýasiýasy “gyzgyn guty” görnüşli enjamda amala aşyrylýar. Ilkinji gün suw süýjedijisini “gyzgyn guty” usulda işleýän enjamy Uilson 1972-nji ýylda Las Salinas (Çili) gurupdyr. Onuň aýnadan meýdany 4760 m², öndürjiligi 22 m³/g.g süýji suwa deň bolupdyr. Ikinji suw süýjediji Sw. Džon adasynda 750 ýaşaýjyny suw bilen üpjün edýär, onuň meýdany 375 m² deňdir. Soňra suw süýjediji Grek adalarynda guruldy (1964–1965-nji ýyllarda).

Ýönekeý gyzgyn guty görnüşli suw süýjedijiler guty ýada howuz ýaly bolýar, onuň ýokarky bölegi aýnalan, aşagy we gapdaldaky taraplar ýylylyga garşy örtük bilen örtülendir (27-nji surat). Gün suw süýjedijisiniň düýbi gara boýalan bolmalydyr. Suw süýjedijiniň içine duzly suw guýulýar we oňa düşýän günün şöhleleri suwy gyzdyrýar, netijede suwy bugardýar. Soňra buglar sowuk aýna degip kondonsirlenýär,

emele gelen distilýat aýnanyň ýüzi bilen syrygyp ternawa düşýär we ol ýerden akyp suw süýjedijiden çykyp gidýär. Suw süýjediji işlän wagtynda duzlar çöküp galmaýar, ýöne wagtal-wagtal süýjedijiň suwuny boşdyp durmalydyr. Bu suw süýjedijiniň gurluşy ýönekeýjedir we ökde hünärmenleriň ideginiň zerurçylygy ýokdur.

Bu enjamlaryň ortaça öndürilijiligi suw süýjedijiň 1 m^2 -dan $3\div 5 \text{ lit/g.g}$ ýada takmynan 1000 lit/ýyl suw alynýar. Gün energiýasynyň dagynyklygy gün suw süýjetme hadysanynyň ekstentiwliligi öňünden kesgitlemegi hem bu usulyň esasy ýetmezçilikleriniň biridir. Gün energiýa-syny uly mukdarda suw süýjetmek üçin ulanmaklyk oňaýly netije bermedi.

Uly ilatly ýerlerde gün energiýasynyň kömegi bilen suw süýjedýän desgalary gurup agyz suw bilen üpjün etmek ykdysady taýdan amatsyz bolýar. Süýjedilen suwy az ilatly kiçi etraplara, gije gündiziň dowa-mynda harçlanýan suwuň mukdary birnäçe m^3 -dan geçmedik ýagdaýynda has hem amatly bolýar.



27-nji surat.

Şolar ýaly ýagdaýda, bu usul beýleki usullar bilen mynasyp bäsdeş bolup, ykdysady taýdan has amatly bolup biler.

Hakykatdan hem gün distillýasiýa hadysasynyň netijelligi senagatyň goýberýän distillýasiýa enjamlary bilen deňeşdireniňde pesdir. Mysal üçin, Aşgabatda suw süýjedijiniň üstüne düşýän gün şöhlesiniň maksimal akymy $339,3 \div 387,6 \text{ wt/m}^2$ ($7000 \div 8000 \text{ kkal/m}^2\text{g.g}$) deňdir, onda häzirki zaman bugardyjylarynyň 1 m^2 ýylylyk geçriji üsti $14,5 \div 24,2 \text{ kwt/m}^2$ ($300 \div 500 \text{ müň kkal/m}^2\text{g.g}$) ýylylyk akymyny berýär. Şonuň üçin bu usul haçanda suw süýjetmek üçin harçlanýan energiýanyň bahasy ýokary bolsa, onda ol amatly bolýar.

Soňky döwürde Gresiýa döwleti gün energiýasynyň kömegi bilen suwy süýjetmäge has hem uly üns berip başlady. Sim adasynda gün instituty döredildi. “Plastikli” suw süýjediji, bu içi görünýän gapakly howanyň basyş bilen saklap durýan howuzdyr. Bu howza köp bolmadyk galyňlykda suw guýulýandygy üçin beýleki çuň howuzly suw süýjedijilerden üýtgeşikdir.

ABŞ-yň oba hojalygynda işleýän işgärleri R.D. Jekson we S.H. Wan Beýl gurak ýer üçin jübüde göterilýän günün kömegi bilen suw süýjedijiniň görnüşini oýlap tapdylar. Bu enjam her bir syýahatçy hem-de takyr ýeriň ýaşaýjysy üçin amatlydyr. Takyr suwsyz ýerde galan adam şol enjamyň kömegi bilen bir günün dowamynda $1,0 \div 1,5$ litr suw süýjedip bilýär. Onuň üçin diametri 1 metr çuňlygy 50 santimetr bolan konus şekilli tegelek çukur gazmaly. Ol ganawyň düýbine gap goýmaly we suw üýşmek üçin ganawyň üstüni howa geçmez ýaly ortasyny bir azyrak sallanar ýaly edip berk polimer plýonka bilen ýapmaly. Onuň üçin plýonkanyň merkezinde, edil jamyň depesinde daş goýmak ýeterlikdir. Plýonkanyň gyrasyny berklemeli ýa-da gum sepmeli, şondan soň distillirleýji enjam işe taýýar bolýar.

Gün suw süýjedijisini şäher ýa-da senagat karhanalarynyň suw üpjünçiligi üçin ulanmagyň maksada laýyk dældigi mese-mälimdir. Ýöne, gün suw süýjedijisiniň ulanmak üçin amatly ýerleri hem bar, mysal üçin, çöldäki öri meýdanda şu günki-gün ýek etäk suw süýjetmegiň amatly

usulydyr. Türkmenistanyň suwsuz çölündäki öri meýdanyny suwa ýakmak üçin ýagyş suwuny ýygnamak üçin meýdança gurmak ýa-da awtoulaglarda suw daşamak örän gymmat düşýär, şolar ýaly ýagdaýda gün suw süýjedijisi amatly bolýar.

Gurak hem yssy ýurtlarda gün suw süýjedijisiniň köplügi bir tarapdan, süýji suw ýetmezçiligi, ikinji tarapdan admlary günüň şöhesini suw süýjetmek üçin ulanmaga çalşylýandygyndandyr.

Günüň şöhesiniň bir ýere toplan bolmaýandygy onuň iň uly ýetmezçiliginiň biri bolup durýar. Mysal üçin: Los-Anželos (ABŞ) şäheri agyz suwunyň ýetmezçiligi duýulýar, ony kanagatlaşdyrmak üçin $570000 \text{ m}^3/\text{g.g}$ suw gerek. Şunça suw ýetirmek, üpjün etmek üçin suw süýjedijiniň meýdany 650 km^2 deň bolmaly, oňa gerek çykdaýjy 16 mlrd dollar kesgitlendi, bu çykdaýjyň köp bolany sebäpli, bu suw süýjedijiniň gurulmagy makullanmady. Gün suw süýjedijiniň ýene-de uly bir kemçilikleriniň biri hem suw süýjediji uly göwrümlýandygy sebäpli, ony zawodlar taýýarlap bilmeýär. Şonuň üçin hem ony guraljak ýerinde gurmaly bolýar, bu bolsa gurlyşyk-montaj işlerini geçirmek üçin agyr tebigy şertlerde gurlyşyga zerur bolan suwy uzakdan getirmeli bolýar.

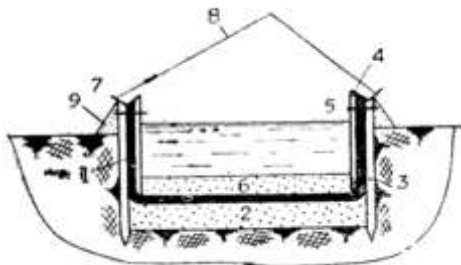
Duzly suwy süýjetmek üçin niýetlenen desgalar, günüň radiasiýasyny ýylylyk energiýasyna öwürmek bilen ony iki esasy topara bölüp bolar: parnik görnüşindäki suw süýjediji, adaty bir ýere jemlenmedik gün şöheleleriniň kömegi bilen işleýärler, we regeneratorly suw süýjediji, gün şöhelelerini bir ýere jemlemek usuly bilen gyzdyryp alynan bugy suw süýjediji desgada suwy gyzdyrmak üçin ulanylýar.

Gün suw süýjedijisi üçin uly göwrümlý demirbeton konstruksiýaly jebisleşdirilip taýýarlanan suw süýjediji howuzy gurmaly. Onuň gurlyşygynda tehniki kynçylyk we uly çykdaýjy ulanylýan materiallaryň ýolsyz uzak ýere daşalmagyndan ybaratdyr.

Gün suw süýjedijisiniň ýasalşynyň has ýönekeýleriniň biri hem 28-nji suratda görkezilendir. Düybi we

gapdallary polimer plýonka bilen ýapylan, çuňlugy $6\div 8$ m howuz görnüşinde bolýar.

Günüň şöhlesinden plýonkaly goramak üçin basseýiniň düýbine $3\div 4$ sm galyňlykda çäge guýulýar, gapdal diwarlary bolsa asbestosement plita bilen ýapylýar.



28-nji surat.

Plýonkadan parnigiň konstruksiýasy.

1 – polimer plýonka;

2 – plýonkanyň

aşagyndaky çäge;

3 – direg sütünleri;

4 – içki gorag plitasy;

5 – berkidiji nurbatlar;

6 – gorag üçin sepilen çäge;

7 – gapajyk;

– parnigiň karkas;

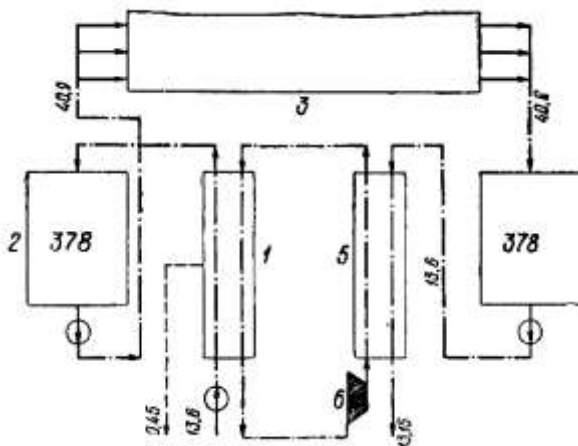
9 – ýylylyk saklaýjy toprak

Daşary ýurtlarda suw arzan süýdeýilen suwy almak usulyna uly üns berilýär. Mysal üçin, ABŞ-da Arizona, Florida, Koliforniýa we Jorjiýa şatlarynda duzly suwy günüň kömegi bilen süýjetmek işleri hem alnyp barylýar. ABŞ-nyň duzly suwy süýjetmek boýunça iş topary 1958-nji ýylda Florida şatynda günüň kömegi bilen suw süýjetmegi öwrenmek üçin ylmy barlag stansiýasyny açdy. Bu stansiýada günsuw süýjedijisini (suwuň galyňlygy $25\div 30$ sm) synagdan geçirdi. Onuň umumy meýdany 230 m^2 , şeýle hem polimer plýonka bilen basyrylan meýdany 215 hem-de 47 m^2 bolan suw süýjedijisini gurdylar. Stansiýada 1963-nji ýylda meýdany 114 m^2 bolan polimer materiallardan taýýarlanan ýene-de bir suw süýjedijini gurdylar. Geçirilen synaglar, haçanda günüň şöhlesi $245,2\text{ m}^2$ meýdany gyzdyranda onuň öndürilijiligi $5,45$ litr/sekunda deňdigini görkezdi.

Köp ýugurtlarda gün suw süýjetmek hadysasynyň netijeliligini ýokarlan-dyrmak üçin barlag işlerini geçirýärler. Gün şöhlesini bir ýere jemläp süýji suw almagyň üstünde hem uly işler ýerine ýetirildi we alnyp barýar.

21. Günüň gyzdymagy bilen çyglandyrmak hadysasy

Meksikanyň Puerto_Penýasko şäheri Kaliforny aýlagynyň kenarynda ýerleşendir we süýji suw çeşmesi ýokdur, şol sebäpli suw ýetmezçiligi duýulýar. Şäheriň ýaşajylary süýji suw üçin köp pul töleýärler. Oňat netije alan Arizon uniwersiteti Meksikanyň Sonore uniwersiteti bilelikde şol şäherde öndüriligi $11 \text{ m}^3/\text{g.g}$ günüň gyzdymagy bilen çyglandyrmak hadysasy esasynda işleýän synag-senagat enjamyny gurdylar. 29-njy suratda şol enjamyň nusgalyk çyzgydy görkezilendir.



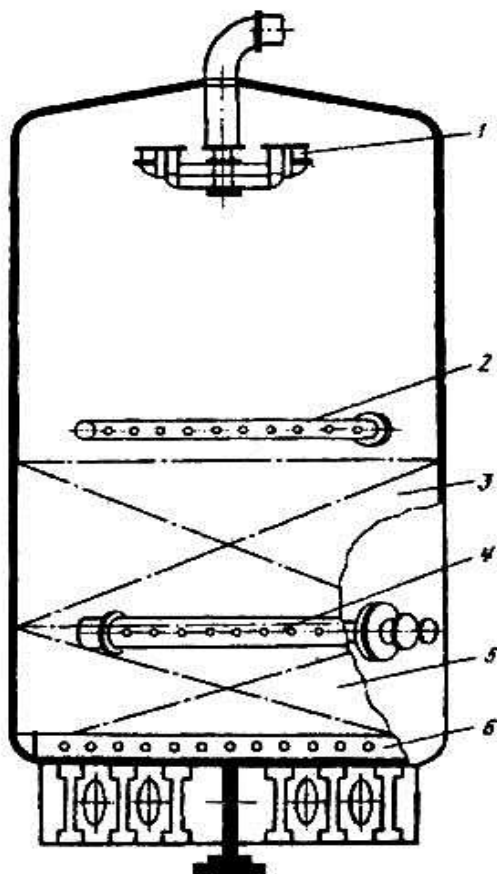
29-njy surat. Günüň gyzgynlygy bilen duzly suwy çyglandyrmagyň üsti bilen suw süýjediji enjamyň nusgalyk çyzgydy: 1–kondensat diňi; 2–sowuk suwuň howzy; 3–gün energiýasy bilen suwy gyzdryjy; 4–gyzdrylan suwuň howzy; 5–bugardyjy diň; 6–howa üfleýji;

Mukdary 13,6 m³/sag. bolan deňiz suwy gije-gündiz kondensatoryň 1 üstünden sygymlylygy 378 m³ bolan sowuk suwuň howzna berilýär. Gündizine haçan-da gün şöhleleri maksimal gyzdyryan wagty meýdany 540 m² bolan gün gyzdyryjysynyň üstünden duzly suw akdyrylýar (mukdary 40,9 m³/sag). Gyzydrylan suw şolar ýaly sygymly (378 m³) ikinji ýyly suwuň howzyna akdyrylýar.

Gyzdyrylan suwuň howzundan 4 mukdary 13,6 m³/sag. suw üznüksiz bugardyjy diňe 5 berilýär. Howa üfleýji bugardyjydaky 5 çygly howany kondensatora 1 berilmegini üpjün edýär. Kondensator her sagatda 450 lit. distillýat öndürýär. Bugarmadyk duzly suwuň bir bölegi deňize goýberilýär (13,15m³/sag). Şu enjamda öndürilen 1 m³ süýji suwuň bahasy 13÷26 sente deň bolupdyr.

Sekiz basgançak çyglandyryjy enjamda gün gyzydryjysynyň 1 m² udel öndürijiligini 21 lit/g.g ýetirmek göz önünde tutulýar. Şeýle hem, çyglandyryjy hadysany, öndürijiligi parnik görnüşli suw süýjedijisi bilen deňeşdirilende dört-baş esse ýokarlandy. Ýöne, bu usulda bugardyjy diňi, kondensatory we ýygnaýjy howuzlary gurmak üçin goşmaça çykdaýjylar talap edýär. Ýöne, günüň kömegi bilen suw süýjetmek hadysasynyň netijelligi bu çykdaýjylaryň öwezini dolar diýip hasap edýäris.

VII. Ion çalşyk usulynda suw süýjetmek



30-njy surat. Gatyşykly täsir edýän süzgüjiň çyzgydy.

- 1—suwuň berilişi we paýlanylyşy,
- 2—aşgary paýlaýjy enjam,
- 3—aralyk kollektor,
- 4—drenaž.

Süýji suwy taýýarlamak üçin himik usulda minerallaşan suwy süýjedilmegi we onuň barlaglary ýokary derejede giňden ulanylýar. Olara ion çalşyk bilen duzsyzlandyrmak hem-de bölekleyin düýpli duzly suwy ýumşatmakda ulanylýar.

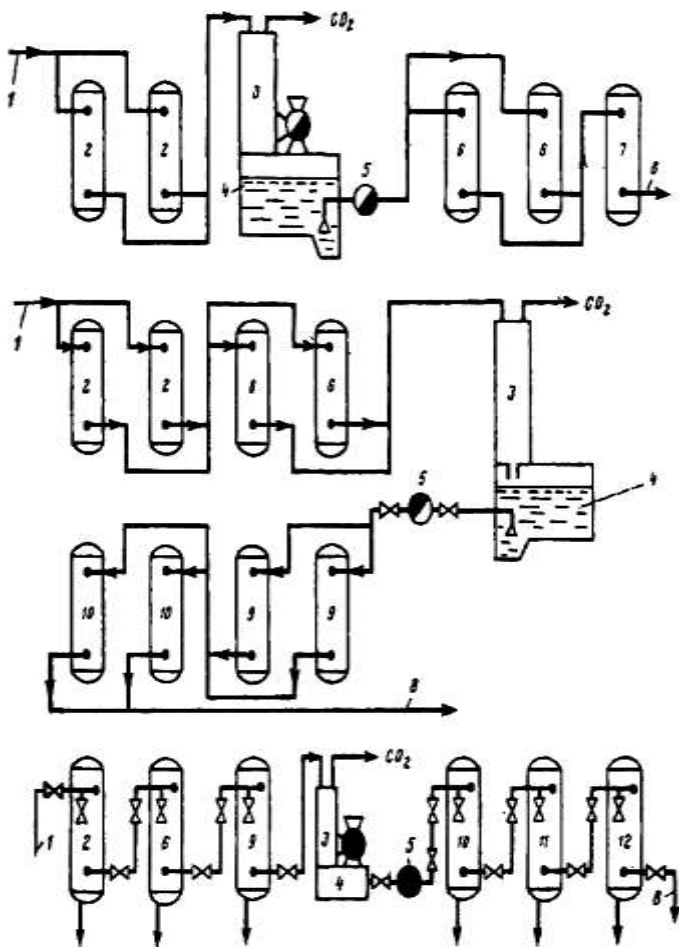
Tebigy suwlary süýjetmekde we duzsuzlandyrmakda duzlylygy $3\div 4$ mg/l-den uly bolanda ýaňy ýakyna çenli hem amatsyz hasaplanýardy. Ýokary duzlulykly suwlary süýjetmekde köp mukdarda reagent harçlanýar, bu bolsa bir basgançakly suw bugardyjylardan hem 3-5 esse gymmat düşýär.

Soňky ýyllarda ýerine ýetirilen işler has ýokary duzlulykly suwlary hem az-kem duzsuzlandyrmaga (süýjetmäge) mümkinçilik berýär. Şolar ýaly usulyň biri hem suwy dört basgançakly kationit süzgüçden süzüp geçirmekden ybaratdyr (üç basgançak KY-2 kationitden, soňky biri kömürsulfatyndan doldurylandyr). Duzsyz suwuň ionitiniň düýp manysy iki sany süzgüçlerden kation we anion çalşykly şepbikden durýar. Başdaky suwuň görkezijisine görä hili ulanylan ionlary himiki ionlaryň çyzgydynda duzsyzlandyrmaklygyň gerekdigini görkezýär.

Ion çalşygy häli-şindi duzly suwlary duzsyzlandyrmakda we tebigy suwlary süýjetmekde, minerallaşdyrmakda peýdaly pudak bolup durýar.

Ion çalşyk usulynda ýokary duzly suwlary süýjetmek üçin suw ilki bilen ýumşatmak üçin reagent köp talap edýär, bu bolsa bir basgançakly bugartmak usulyndan $3\div 5$ esse gymada düşýär.

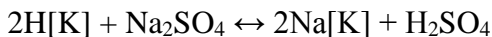
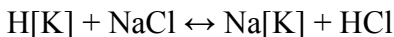
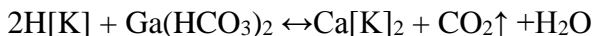
Ion çalşyk usuly suwy **H**-kationit hem **HCO₃**-anionit süzgüçlerden süýjetmek we duzsyzlandyrmak bilen esaslandyrylandyr (30-njy surat).



31-njy surat. Ionit usuly bilen suwy duzsyzlandyryan desganyň çyzgydy.

a)–bir basgançakly, b)–iki basgançakly, ç)–üç basgançakly; 1–8–başdaky suwuň berilişi we süýji suwuň akdyrylyşy, 2–wodorod–kationit süzgüç, 3–degazator, 4–aralyk gap, 5–nasos, 6–aniotit süzgüç, 7–bufer natriý–kationit süzgüç, 9–iki basgançakly wodorod–kationit süzgüç, 10–iki basgançakly aniyotiw süzgüç, 11–üç basgançakly wodorod–kationit süzgüç, 12–üç basgançakly aniotit süzgüç.

H-kationit süzgüçlerde suwuň düzümindäki esasy kationlar bolan Ca(II), Mg(II) we Na(I) wodorod-kationidi bilen çalyşýar:



Suwy düýpli duzsyzlandyrmak, suwdaky ion metaly aýyrmakda güýçli **H**-kationit turşadyjy hem-de bu ýagdaýda **1–2–3** basgançakly desga gurmaklyk hökmanydyr. Iki basgançakly shemada ionotiw desga **H**-kationit we anionit süzgüçleriň birinji derejesinde durýar, gazsyzlandyryjy, kömürturşy gazy aýyrmakda **H**-kationit we anionit süzgüçleriň ikinji derejesinde, **H**-kationit süzgüçleriň kationy ýokary sygymly soryja päsgelçilik berýär.

Üç basgançakly desganyň shemaynda suwy duzsyzlandyrmakda süzgüjiň päsgelçilik ýerinde gatyşykly süzgüç ulanylýar (31-nji surat).

VIII. Himiki usulda suw süýjetmek

22. Himiki suw süýjediji desgasy

Himiki usulda suw süýjetmegiň manysy deňiz suwuny üç basgançakly natri-kationit süzgüçlerinden yzgiderlikde süzmekden ybaratdyr. Olaryň işjeňligini dikeltmek bolsa düzüminde nahar duzy bolan bugardyjydan çykýan aşa duzly suwa ýörite getirilen nahar duzy goşulan ergin bilen amala aşyrylýar (sur.33).

Bu ýerde bugardyjy enjamyň kondensatoryndan geçen deňiz suwy guýa 1 ýygnanyp ol ýerden nasosyň 2 kömegi bilen üç basgançak süzgüçler toplumyna 3 berilýär. Birinji basgançakda parallel birikdirilen, üstünden gönümel akyp geçýän süzgüçler, ikinjide bolsa akym biri-birine tarap ugrukdyrylandyr. Süzgüçleriň ählisi kömriň sulfatyndan (sulfougol) doldurylandyr. Ýumşadylan suw üçünji basgançakdan çykyp sygyma 4 ýygnanylýar we ol ýerden nasosyň kömegi bilen bugardyja berilýär. Bugardyja berilmezinden önürti ol suw bugardyjydan çykan gyzgyn suwuň hasabyna ýylylyk çalşyý 5 enjamyň kömegi bilen ýylaldylýar.

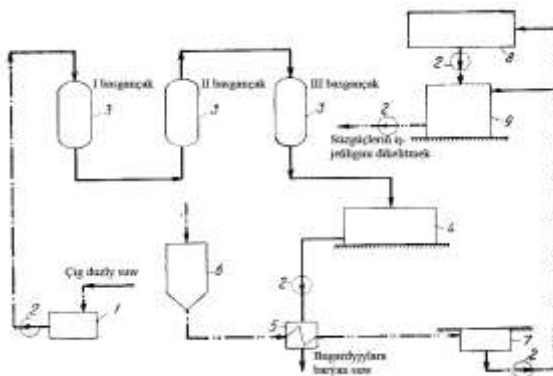
Ýumşadylan deňiz suwunda işleýän bugardyjynyň aşaduzly suwy (konsentraty) çökerjileriň 6 üstünden geçip ýerasty sygyma 7 ýygnalýar. Aşaduzly suw ol ýerden duzuň suwly saklanýan ammaryna 8 ugradylýar. Ammarda oňa ýörite getirilen gury duz garyp (konsentrasiýasy 14-16% çenli) süzgüçleriň işjeňligini dikeldiji ergin saklanýan sygyma 9 akdyrylýar.

Süzgüçlerde himiki usulda suw arassalamak üçin birnäçe synaglar geçirilenden soňra şeýle netijä gelindi: süzgüçleriň birinji toplumynda suwuň gatylygy 65 mg-ekw/lit ýetenden soňra olaryň işi saklanyp işjeňligi dikeldilýär, ikinji toplumda suwuň gatylygy 20 mg-ekw/lit deň bolmaly (40 mg-ekw/lit ýetende işini saklamaly), üçünji toplumda suwuň gatylygy 5,4

mg-ekw/lit deň bolmaly (10 mg-ekw/lit ýetende işini saklamaly).

Ýumşadylan suwuň gatylygy taslamada görkezilen çäginde saklansa (5-8 mg-ekw/lit) bugardyjylaryň kesmeksiz iş kadasyna ýetip bolmady. Kesmek emele gelmek öňküsinden takmynan 1,5-2 esse azalsa hem ýöne kesmek emele gelýär. Şonuň üçin hem öňküsi ýaly bugardyjylary kesmekden arassalamak boýunça bejeriş işlerini geçirmekligiň zerurlygy aradan aýrylmaýar. Himiki suw arassalaýyş enjamlar we turbalar arassalanmadyk deňiz suwunda işlenendäkisinden hem erbet poslaýar.

Deňiz suwuny üç basgançakda natri-kationirlemek işiniň girdejililik meseleleri barada umuman aýdylanda (ilki başda Hara deňiziň suwunda geçirilen barlaglaryň çyzgydy) ol çyzgydy diňe düýpli kämilleşdirmek meselelerini çözülse we kömürsulfatyndan sygymlylygy has ýokary bolan kationitler ulanylsa amala aşyryp bolar.



33-nji surat. Üç basgançakly natri-karionirlemek usulynda deňiz suwuny ýumşatmak üçin enjamyň nusgalyk çyzgydy.

1-sifon guýusy. 2-nasoslar. 3-natri-kationirleýji süzgüçler. 4-himiki arassalanan suwuň sygymy. 5-ýylylyk çalşygy. 6-aşa duzly suwuň çökerijisi. 7-aşa duzly suwuň taşlanýan ýerasty sygym. 8- duz ergini saklanýan ammar. 9- süzgüçleriň işjeňligini dikeldiji ergin saklanýan sygym.

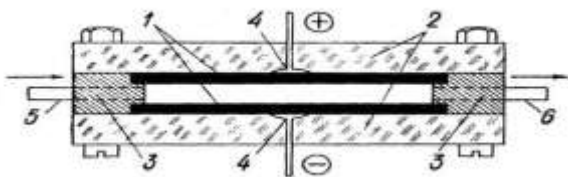
23. Elektrohimiki adsorbsiýa

Gazlaryň (we gaz garyndylarynyň) ýa-da suwuklyklaryň (we erginleriň) düzümindäki hapalary gaty maddalaryň ýa-da suwuklyklaryň özüne siňdirip almak hadysasyna sorbsiýa diýilýär. Gaty maddalaryň ýa-da suwuklyklaryň (fazalary bölýän üst) üstüne gazlaryň ýa-da suwuklyklaryň düzümindäki hapalaryň toplanmak ýa-da siňdirilmek hadysasyna adsorbsiýa diýilýär, ýöne köplenç adsorbsiýa diýip gaty maddalaryň (adsorbentiň) üstüne hapalaryň siňdirilmegine düşünilýär. Düzgüne laýyklykda gazlar we suwuklyklar kritiki temperaturasy näçe ýokary bolsa, şonça-da gowy siňýär. Mysal üçin suw bugunyň temperaturasynyň ýokarydygy sebäpli howadan, köplenç beýleki gazlar bilen deňeşdirilende ilkinji nobatda siňip aýrylýar. Adsorbente siňen suw ýa-da beýleki madda gyzdyrlanda ondan aýrylýar (desorbsiýa).

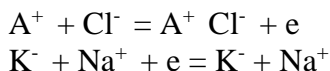
Ekstraksiýa we adsorbsiýa sorbsiýanyň aýratyn wakasy bolup durýar. Erginlerden suwy bölüp aýyrmak üçin adsorbsiýa hadysasynyň ekstraksiýa bilen köp umumylygy bar, ýöne gaty adsorbentleriň ulanylmagy bu hadysany has gymmat düşmegine getirýär. Mälim boluşy ýaly duzly suwuň 99,0-96,5 % suw diňe 1,0-3,5 % duz, bu ýagdaýda suwdan duz aýrylsa maksada laýyk boljak. Şonuň üçin hem şeýle bir adsorbsion, erginden diňe duzy aýyrýan hadysanyň gözlegine girişipdirler. ABŞ Oklahoma ştatynyň Hormana unwersitetinde prof. J. W. Merfiň ýolbaşçylygynda duzly suwy süýjetmegiň täze usuly oýlanyp tapyldy. Ol erän duzlaryň öýjük-öýjük kömür elektrodynyň üstünde elektrohimiki adsorbsiýasyna esaslanandyr.

Bu usulyň manysy şundan ybaratdyr: bir jübit öýjük-öýjük elektrod saýlanyp alynýar. Ol uly üst meýdanyna we işjeň ionlary saýlap geçirmäge eýe bolmaly. Elektrodларыň biriniň (A) anion işjeňligi, onda anionlar saklanýar we beýleki biriniň (K) kation işjeňligi kationlary siňdirýän bolmaly. Adsorbsiýany gowşak elektrik togy döredýär. Haçanda elektrodlar duzly

suwa çümdürilip, onda köp bolmadyk elektrik potensialy döredilse zaryadlanan ionlar alamatyna baglylykda elektrodalaryň üstüne ýelmeşýär, şeýdip hem erginden aýrylýar. Suw süýjetlek hadysasy aslyýetinde iki tapgyrdan durýar: elektrodyň üstüne duz ionlarynyň adsorbirlenmegi (toplanmagy) we olaryň desorbsiýasy. Birinji tapgyr şu aşakdaky çyzgyt boýunça bolup geçýär (NaCl ergininde ulanylýar):



34-nji surat. Özüne siňdirýän öýjük-öýjük elektrodly sada duzsuzlandyryjy: 1-kömürden elektrod, 2-organiki aýnadan gysyjy plastina, 3-prokladka, 4-elektrik togunyň sepleşýän ýeri, 5-duzly suwuň berilýän ýeri, 6-aşa duzly suwuň çykaryjy



Elektrodalaryň özüne siňdirip bilijilik ukyby, çalşyp bilijilik sygymy bilen häsiýetlendirilýär. Adsorbsion hadysa çalşyp bilijilik ukyby doly gutarýança dowam eder. Soňra ikinji tapgyr başlanýar—ýagny elektrodalaryň işjeňligini dikelitmek. Onuň üçin elektrodalaryň alamatlaryny çalyşýarlar, netijede ondaky ionlar ergine geçýär we soňra ol ergin ýaba göýberilýär.

Bu hadysanyň ýokary netijelligini amala aşyrmak üçin işjeň ionlary ýokary saýlap bilijilikli, uly ion çalşyp bilijilik sygymly, fiziki we himiki durnuklylygy hem-de tok çykarjylygy kabul ederlikli arzan materiallardan elektrod saýlamaly. Elektrod üçin has geljegi bolan kömür we grafit materiallary hasaplanýar. Esasan kömür elektrodлары

kationoaktiw bolýar. Ýörüte himiki taýýarlamak ýoly bilen esasy kömür bolan anionoaktiw elektrod hem taýýarlamak bolýar.

Anod öýjügi üçin kümüşli hlor elektrody ulanylýar, ol anionlary alyp galýar. Kationlary alyp galýan katod hökümünde kömür elektrody ulanylýar. 34-nji suratda “sendwiç” nusgaly suw süýjediji öýjügi görkezilendir. Iki sany elektrod 1 organiki aýnadan ýasalan direg 2 bilen gysylandyr. Olaryň arasyndaky jaýryk, elektrodлары biri-birinden aýyrmaklyk we suwuň ýoluny jebisleşdirmek prokladkanyň kömegi bilen amala aşyrylýar. Geçirijilik garşylygy azaltmak üçin elektrodларыň üstüniň galtaşýan ýerine (kontakty) kümüş çäýylýar. Duzly suw elektrodларыň arasyndaky boşluga turba bilen 5 berilýär we beýleki turba 6 boýunça çykarylýar.

Anod öýjük üçin hlorly kümüş elektrody kabul edildi. Katod üçin kömürden elektrod kabul edildi. Gowy elektrod dakron süýminden alyndy. Hlorly kümüş anody we öýjük-öýjük kömür elektrody dakronuň esasynda taýýarlandy.

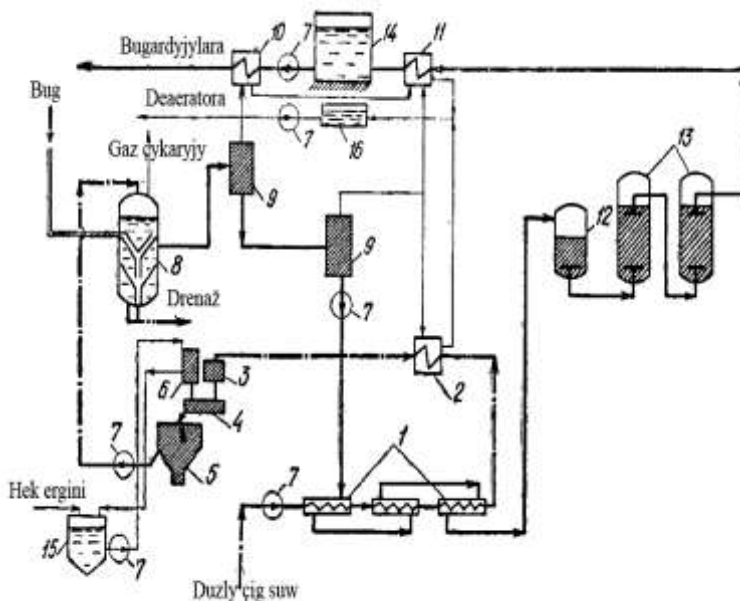
24. Termohimiki usulda suw ýumşatmak

Deňiz suwuny termohimiki usulda ýumşatmagy professor I. Z. Maksimow oýlap tapdy we Hazar deňziniň suwuny ýumşatmak üçin tejربه hem-de önümçilik enjamyny synagdan geçrildi.

Bu usulyň manysy şundan ybaratdyr: çig suwa hek erginini garýarlar, netijede suwdaky magniý gatylyk kalsiý gatylyga öwrülýär, soňra heklenen suw ýörite enjam-termoýumşadyja barýar, ol ýerde bug bilen garyp 140-160 °C çenli gyzdyrylýar. Heklenenden soňra deňiz suwunda aýratyn hem Hazaryň suwunda esasan sulfat kalsiý galýar, onuň ereýjiligi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen çalt peselýär, onuň köpüsi termoýumşadyjyda çöküp galýar, netijede suwuň gatylygy 75-80-den 20-25 mg-ekw/lit çenli azalýar. Ýöne şuny bellemelidir, haçanda deňiz suwunda sulfatlar ýeterlik bolmasa mysal üçin

Gara deňziniň suw üçin bu usul öňünden Na_2SO_4 goşmaklygy maslahat berýär.

32-nji suratda termohimiki usulda deňiz suwuny ýumşadyjy enjamyň nusgawy çyzgydy görkezilendir.



32-nji surat. Öndürilijigi $50 \text{ m}^3/\text{sag}$ bolan deňiz suwuny termahimiki usulda ýumşadyjy enjamyň çyzgysy.

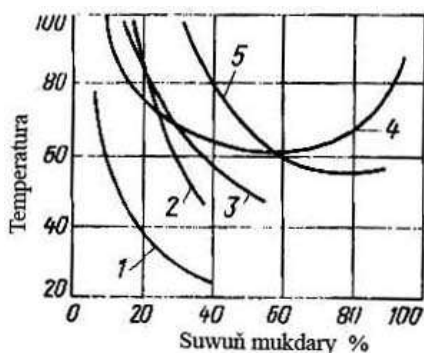
1-suw bilen suwuň ýylylygyny çalşygy, 2,10 we 11- bug bilen suwuň ýylylygyny çalşygy, 3-deňiz suwunyň gaby, 4-garyjy, 5-reaktor, 6-hek ergnini ölçäp goýberiji, 7-nasos, 8-termoýumşadyjy, 9-giňeldiji gural, 12-mehaniki süzgüç, 13-natriý kationit süzgüçleri, 14-ýumşadylan suwuň sygymy, 15-garyjy, 16-kondensat ýygnaýjy gap.

25. Ekstraksiýa usulynda suw süýjetmek

Ekstrasiýa usuly himiýa tehnalogiýasynda maddalary arassalamak we bölmek maksatlary üçin giňden ulanylýar.

1953-nji ýylda D.Hud we Harwelli deňiz suwyny süýjetmekde ekstraksiýa usulyny ulanmaklyga hödürlediler. Suwy süýjetmeklik suwdan duzy aýrmak (ekstraksiýa etmek) ýa-da tersine duzly erginden süýji suwy aýrmak (ekstragirmek) arkaly gazanylyp bilner.

Suwy süýjetmekligi praktiki amala aşyrmaklyk ilki bilen suw bilen garyşman, suwdan duzy aýyrýan gerekli ekstragentiň ýoklygy sebäpli kynçylyk döretdi. Bu ugurda duzly suwdan süýji suwy aýyrmaklyk (ekstragirmek) has täsirlidir, netijeliidir. Erediji hökmünde ulanylýan ekstragentler saýlap bilijiligi (selektiwligi) deslapky berilýän suwdaky duzlaryň selektiwligi ýokary bolmalydyr. Temperatura baglylykda suwuň eremek ukybynyň birden üýtgemekligi olaryň häsiýetiniň aýratynlygy bolmalydyr. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ekstragentde suwuň ereýjiligi azalýandygy anyklanyldy, bu bolsa suwuň ekstraksiýa prosessini pes temperaturada geçirmeklige, soňra bolsa gyzdymak arkaly süýji suwy we eredijini bölmeklige mümkinçilik berýär.



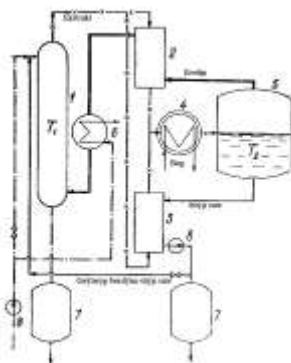
35-nji surat. Aminda suwuň ereýjiliginiň çyzgysy.

1-trietilamin,
2-metildietilamin,
3-aminin garyndysy 1:2
gatnaşykda.

Ekstragent hökmünde agyr efirleri, spritleri, ýagly kislotalary, kebonlary, aldegidleri glesiriniň efirlerini, efirifirlenen aminleri fosfatlaryň we fosfitleriň efirlerini, tioefirleri, aminleriň grupbasyny, ýasama morfoliny ulanmaklyk hödürlenýär. D.Hudyň we R.Deýwisonuň maglumatlaryna görä suwy süýjetmeklik maksady üçin has

ýaramlysy: duaminler, piridinler, birlenji, ikilenji hem-de üçülenji aminler we efirler, glikol efirler we amino efirler bolup durýar. Bu birleşmeler öz molekulasynda suwuň molekulasy bilen wodorod baglanyşygyny emele getirmäge ukyply bolan kislorodyň ýa-da azodyň güýçli elektrootresatel atomlaryny saklaýarlar.

Dürli erginleriň dürli temperaturada ereýjiligi dürli bolýar, mysal üçin 35-nji suratda görkezilen aminde we onuň garyndylarynda suwuň ereýjiligi temperaturanyň ýokarlanmagy peselýär.



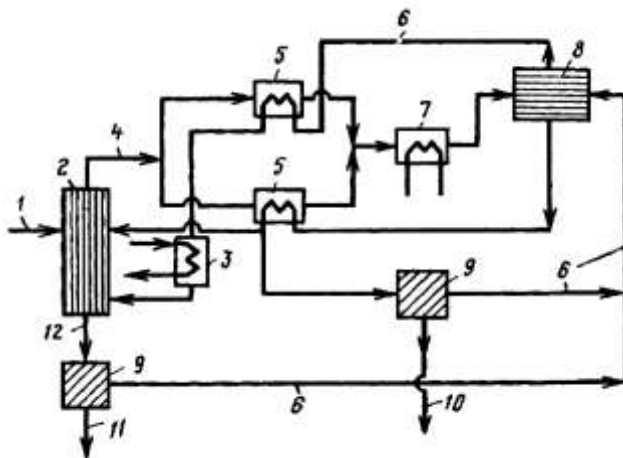
36-njy surat. Ekstraksiýa usulynda suw süýjetmegiň tehnologiýa çyzgysy.

- 1-ekstraksiýa enjam,
- 2- we 3-ýylyk çalşyýjy,
- 4-ekstrakt gyz-dyrjy,
- 5-seperator,
- 6-eredijini sowadyjy,
- 7-bug desorber,
- 8-nasoslar.

Suw süýjetmegiň ekstraksiýa prosesi 36-njy surat suratdaky çyzgyda görkezilendir. Duzly suw (1)-ekstraksiýa sütüniň ýokary böleginden berilýär we aşakdan ýokary hereket edýän erediji bilen garyşýar. Ekstragirlenme 17-42°C temperaturada amala aşyrylýar. Düzümde 30-35% suwy saklaýan ekstrakt (2) we (3) ýylyk çalşyýjynyň hem-de (4) – gyzdyryjynyň üsti bilen (5)-grawitasion görnüşli seperatora berilýär, bu ýerde ekstragent suwdan bölünip aýrylýar. Erediji seperasiýadan soň (2) – ýylyk çalşyýjyda, soňra (6)-sowadyjyda sowadylýar we ýene-de süýjedilmeli suwa goşulýar. Amin galyndyly süýji suw (3)-ýylyk çalşyýjynyň üsti bilen (7)-bölüjä barýar, sütündäki duzly suw (8)-nasosly

akdyrylýar, şol ýerde duzly suwdan erediji bölünip aýrylýar. Ekstragent sowadyjylardan separatora tarap barýar. Düzümünde aminleri saklaýan süýjedilen suwuň bir bölegi eredijide duzlaryň konsentrasiýasy köpelmaz ýaly resirkulýasiýa etmeklik üçin süýjedilmegi suwuň sütünine berilýär.

Bu prosesiň tehniki-ykdysady bahasy duzlylygy 5-den 10g/l-e çenli bolan suwlar üçin metildietilamin we trietilamin ýaly ekstragentler ulanylanda jemi harçlanýan energiýanyň 5,3kWt sag/m³ golaýdygyny görkezdi, şonda süýjedilen suwuň duzlylygy 0,5g/l çenli aşak gaçýandygy we duzly erginiň konsentrasiýasy 50g/l bolýandygy görkezdi.



37-nji surat. suwuklandyrylan amini ulanmak bilen suw süýjediji enjamyň çyzgydy.

1,10-duzly suw beriji we süýji suw alyp gidiji, 2-ekstraksion enjam, 3-sowadyjy, 4-ekstrakt geçiriji, 5-ýylylyk çalşygy, 6-ekstragen geçiriji, 7-gyzdyryjy, 8-separator, 9-ekstrengenti çykarmak üçin enjam, 11-aşa duzly suwy goýberiji, 12-rafinat.

Ekstragent hökmünde suwy ekstragirlemek hadysasynyň talaplaryny has giňden kanagatlandyryan şu erginleri trietilamin, dietilmetilamin, dipropilamin we başgalary ulanmak bolýar. Suwuk landyrylan amin bilen suw

süýjetmegiň nusgalyk çyzgydy 37-nji suratda görkezilendir. Onuň esasy bolup ekstraksiýa-seperasiýa düwni hyzmat edýär. Bu hadysa biri-biriniň garşysyna akýan ekstraksion enjamda duzly suw erediji bilen gatnaşykda bolup aşakdan ýokaryk hereket edende garyşýar.

26. Suw süýjetmegiň gazogidrat usuly

Gazogidrat usulynda suw süýjedilmeginiň oýlap tapylmagy doňdurmak usulynda suw süýjedilmeginiň kämilleşen görnüşidir. Bu usul käbir gazlaryň (uglewodorod ýa-da galoid metan önümçiligi) düzüminde 7-den 18-çenli suwuň molekulasy bolan gaty gidratlaryň kristallary emele gelýär. Gidrat emele getirýän agentler duz erginler bilen özara täsir edişmeýärler, şonuň üçin hem soňra kristallary aşa duzly suwdan çykarylandan soňra ony eretmek bilen süýji suw alynýar.

Beýleki usullardan gazogidrat usulynda suw süýjetmegiň oňat tarapy bu işi daşky temperatura ýakyn temperaturada geçirilmek mümkinçiligi bar, şeýle hem bu usulda energiýa az harçlanýar. Bu hadysanyň kynçylyklary barada aýdylanda kristallar duzdan we aşa duzly suwdan arassalamaklyk bolup durýar.

Soňky ýyllarda gidrat emele getriji agentleriň birnäçesiniň häsiýetleri öwrenildi şol maksat bilen duzly suwy süýjetmek üçin bromlymetil, fenol, propan we başgalar synagdan geçdi. Aşakdaky tablisada käbir gidrat emele getriji maddalaryň termodinamiki häsiýeti getirildi.

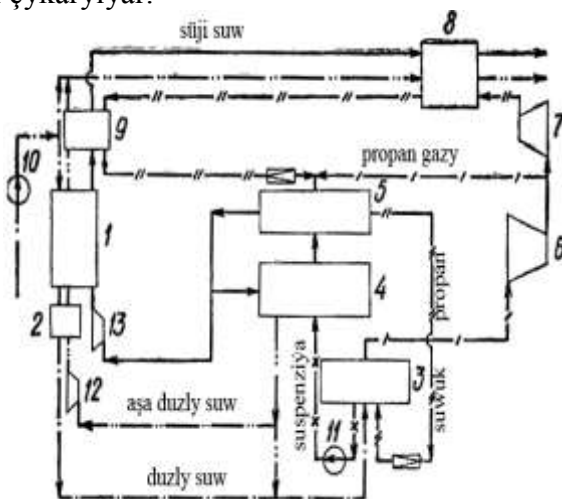
15-nji tablisa

Gazlar	Gidrat emele getirýän kritiki görkezijiler		Gidrat emele getirişi ýylylyk, kJ/kg	1 mol agent-daky Suwuň mol sany
	temperatura, $^{\circ}\text{C}$	basys, bar		
Hlor	28,7	6,09	388,4	7,3
Hlorly metil	21,0	5,06	446,6	7,2
Fenol-31 (CH_2ClF)	17,9	2,86	413,3	8,0
Siklopropan	17,0	5,68	-	-
Fenol-152a (CH_3CHF_2)	15,3	4,51	-	(17)
Bromly metil	14,7	1,53	381,4	7,9
Fenol-142a (CH_3CClF_2)	13,1	2,32	353,6	17,2
Fenol-12 (CClF_2)	12,1	4,58	334,9	17,0
Fenol-12B1 (CClF_2Br)	10,0	1,70	-	(17)
Fenol-22B1 (CHF_2Br)	9,9	2,68	-	(17)
Fenol-21 (CHCl_2F)	8,7	1,01	372,2	16,8
Propan	5,7	5,52	332,6	17,9

15-nji tablisadan görnüşi ýaly propanyň gidrat emele getirişi temperaturasy iň kiçisidir, ýöne ol kristal emele getirmeginiň pes ýylylygynda suwuň köp molekulalaryny özüne birleşdirip bilýär, başgaça aýdylanda onuň termodinamiki häsiýeti seredilýän nukdaý nazardan amatly bolup durýar. Ondan başga-da propan tablisada görkezilen gazlaryň içinde iň arzany bolup durýar. Şonuň üçin soňky barlaglarda kristal emele getirişi madda hökmünde esasy ünüs propana berildi.

1959-nji ýylda ABŞ “Koppers” firmasy birinji bolup propanyň kömegi bilen kristal emele getrip suw süýjediji enjamy hödürledi. Propangidrat suw süýjedijisiniň nusgalyk çyzgydy (38-nji surat), öň seredip geçen gatnaşykly ýylylyk çalşygy suw süýjedijisine meňzeşdir. Ondan tapawudy reaktorda 3 propanyň gidratynyň kristaly emele geler ýaly şert

döredilýär, basyş 4,9 *bar* we temperatura +17 °C. Reaktorlara önünden ýylylyk çalşyjylarda 1 we 2 sowadylan duzly suw berilýär, drossel klapanyň üstünden bolsa suwuklandyrylan propan goýberilýär. Propanyň belli bir bölegi gaýnap talap edilýän temperatura çenli suwy sowadýar, beýleki bölegi bolsa suw bilen reaksiýa girip kristallo gidrat emele getirýär. Gazogidrat we aşa duzly suw nasosly 11 ýuwujy sütünä 4 iýberilýär. Gazogidrat saýlanandan we arassalanandan soňra erediji-kondensatora 5 barýar, ol ýerde basyş 5,88 *bar* we temperatura +7,3 °C saklanýar. Şol şertde kondensirlenen propanyň ýylylygynyň hasabyna gidratyň kristallary suwa we suwuk propana bölünýär. Süýji suw bilen suwuk propanyň garyndysy dykzylyklarynyň dürlidigi sebäpli biri-birinden aýrylýar. Propan ýene-de yzyna gaýtadan ulanyşa gelýär süýji suw bolsa ýyllyk çalşyjylaryň 1, 9, 8 üstünden geçirilip ulgamdan çykarylýar.



38-nji surat. Propangidrat usulynda suw süýjedijiniň çyzgydy.

1, 2, 8 we 9 – ýyllyk çalşyýy, 3 – reaktor, 4 – seperasion bölüm, 5 – erediji kondensator, 6 – birinji komperssor, 7 – ikinji komperssor, 10 we 11 – nasoslar, 12 we 13 – turbinalar.

Çykýan suwuklyklaryň işçi basyşlarynyň örän uly bolmagy sebäpli olaryň kinetiki energiýasy hem ýokary bolýar. Şol energiýany ulanmak ulgamda turbinalar 12 we 13 göz önünde tutulypdyr.

Suw süýjetmegiň gazogidrat usuly beýleki usullardan özüniň has çylşyrymlylygy we tehnologiýa enjamlarynyň käbir bölümleriniň taýýarlamagyň kynlygy bilen tapawutlanýar. Bu çyzgydy tehniki taýdan durmuşa özeleşdirmek üçin ilki bilen birnäçe fiziki we fizikohimiki hadysalary derňemek zerurdyr, olardan gazlaryň kristollogidrat emele gelşini, olaryň seperiýasy, arassalanyşy, dargadylyşy we ş. m., soňra bu hadysany ýerine ýetirmek üçin tehniki serişdeleri oýlap tapmaly we konstruktirlmeli. Ondan başga-da gidrat emele getriji agendiň durýan bahasy, zäherliligi ýa-da partlama howuplylygy boýunça düýpli tapawutlanýar, şonuň üçin hem süýjedilen suwdan agenti çykarmak ýa-da äkitmek bilen göreşmek meselesi ýüze çykýar.

Bu ugurdan Türkmenistanyň ylmlar akademiýasynda hem birnäçe işler edildi. Ýagny öndürijiligi 50 l/sag. bolan propanogidrat suw süýjedijisiniň tejribe enjamy taýýarlanydy we synaglar geçirildi.

27. Suw süýjetmegiň täze usullaryny gözlemek

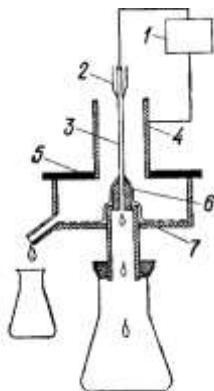
Ýokarda öwrenen suw süýjetmegiň usullarynyň hiç biri hem gutarnykly çözlen däldir. Şonuň üçin hem, suw süýjetmegiň bar bolan usullaryny kämilleşdirmek bilen bir hatarda täze usuly gözlemek dowam edýär. Häzir dünýäde ýüzlerçe ylmy barlag guramalar diňe bir ylmy barlag we tejribe-konstruktor işlerini ýerine ýetirmek bilen çäklenmän, olar dürli ugurlar boýunça täze ugurlary gözlemek bilen megullanýarlar. Olaryň käbirlerine seredip geçeliň.

Suw süýjetmegiň täze usulyny oýlap tapmak nukdaýnazardan heniz köp fiziki hadysalar ýeterlik derejede öwrenilmändir. Häzirki wagtda, elektrik we magnit

meýdanyň, elektromagnit we ultrases şöhlendirmesiniň we ş.m. täsiri astynda suwdan erän duzy aýyrmagyň mümkinçilikleri barada pikir aýtmalar bar.

1960 ýylda ABŞ-ýň Tehasyň ylmy barlag merkezinde howa bilen duzly suwuň arasynda üstde ýokary naprýaženiýeli elektrik meýdanyň täsir etmegi esasynda suw süýjetmegiň usuly oýlanyp tapyldy. Bu hadysany öwrenmek üçin ýörite enjam guruldy (38-nji surat). Ýokary naprýaženiýaly tok çeşmesiniň 1 bir uýy silindr şekilli howa elektrodyna 4 birikdirilýär, ol duzly suw akymynyň 3 daşyna aýlanandyr, ikinji uýy suwuň özüne birikdirilendir. Haçanda elektrik togy akdyrylanda elektrostatik meýdanyň täsiri astynda duzly suwuň üst dartyş güýji kiçelýär, şonuň netijesinde suwuň üst gatlagynda duz ionlarynyň konsentrasiýasy hem üýtgeýär (üst dartyş güýç bilen erginiň konsentrasiýasynyň arasynda gönümel baglanşyk bar). Haçanda howa elektrodyna elektrik togunyň çeşmesi tersine birikdirilse, (otrisatela birikdirilende) üstki gatlakdaky duzuň konsentrasiýasy azalýar, egerde olaryň ýeri çalşylsa, (položitele birikdirilende) onda üstki gatlakdaky duzuň konsentrasiýasy köpelýär.

Suwuň akymynyň ýukjyk üstki gatlagyny alyp galmak üçin suw akymynyň diametrinden bir azyrak kiçi bolan ýörite deşikli kosus 6 alynda. Alnyp galnan suwuň üst gatlagy halka şekilli ternawyň 7 üsti bilen çüýşeden gaba ýygnalýar. Netijede konsentrasiýasy 3,5% bolan duzly suwa naprýaženiýasy 6700 w/sm elektrik meýdany täsir etdirilse, onuň üst dartyş güýji şeýle bir aşak 2,7% düşüpdür. Bu ýagdaýda üst dartyş güýjüň kemelmegine laýyklykda, suwuň üst gatlagynda duzuň konsentrasiýasy 23% azalýar. Bu ugurda ylmy barlaglar dowam edýär.



39-nji surat. Elektrostatiki meýdanyň täsiri astyrynda suwuň üst dartylyşynyň üýtgeýişini öwrenmek üçin enjam.

1-ýokary naprýaženiýaly elektrik togunyň çeşmesi, 2-pipetka, 3-suw akymy, 4-silindr görnüşli elektrod, 5-elektrik togy geçirmeýän plastina, 6-metaldan konus, 7-halka şekilli ternaw.

Öňden belläp geçişimiz ýaly suw adaty bolmadyk häsiýetlere eýedir. Suwda duzuň ergini örän oňat (ideal) bolsa, onda 0°C suwda NaCl ereýjiligi diňe 0,5 g/l deň bolardy. Ýöne, hakykatdan bolsa ol birnäçe esse köpdür. Bu şeýle düşündirilýär, suwuň molekulasyňyü assosiasiýasy duzuň ionlarynyň töwereginde gidrat buludyny emele getirýär, netijede, olaryň özara dartyşmagyna we gaty görnüşde bölnüp aýrylmagna päsgel berýär. Erginlere belli bir derejede fiziki we himiki täsir edip suw süýjetmek pikirler ýüze çykýar. Onda suw süýjetmegiň ähli hadysasy duzlaryň gaty görnüşde çykarylmagyna mümkinçilik berýär.

Deňiz suwundan duzlary aýyrmak üçin suwotylary (wodroslylary) ulanmak usuly hem öwrenmäge mynasypdyr. Bilişimiz ýaly, deňiz ösümlikleriniň köpüsi özlerine suwda erän maddalary toplamaga ukyby bardyr. Suwotylaryň (wodoroslylaryň) birnäçe görnüşi duzly suwda gowy ösýärler. Suwdaky duzlary özüne siňdirýärler. Şonuň üçin hem suwotylary (wodoroslylary) suw süýjetmek üçin ulanmak bolýar. Bu hadysa az mukdarda kömür kislotasynyň goşulmagyny güýçlendirýär.

X. Suw süýjetmegiň ykdysady netijeliligi

Adam jemgiýeti suwsyz göz önüne getirmek mümkin däl. Ýer şarynda suw bolmasa, ýaşayş bolmazdy. Ýer şarynyň umumy göwrümünde suwuň tutýan mukdary 1800000000 m³ barabardyr. Biziň ulanyp bilýän görýän suwumyzyň mukdary 3400000000 m³ deňdir. Biziň ulanyp bilmeýän suwumyz, ýagny ýerasty suwlarymyz has çuňda ýerleşen suwlardyr. Ýer şaryndaky suw baýlyklarynyň göwrümi şulara deňdir.

Suw baýlyklary:	umumy göwrümi mün/m ³
Ummanlar	1370000
Ýerasty suw	60000
Buzluklar	30000
Köller we derýalar	751
Toprakdaky suw	75
Atmosferadaky suw	13

Adamlaryň ulanyp bilýän suwunyň möçberi 1230 m³ barabardyr.

Howadaky suwlar.

Gyş wagty 1380 km³.

Tomus wagty 14540 km³;

Jemi howadaky ähli suwlaryň möçberi derýalardaky suwlardan 10-esse köpdür.

Suwuň duzlylygy bu suwuň düzümünde birnäçe dürli maddalaryň bolmagydyr.

Zeykeşlerde zey suwlaryň hapalygy, duzlylygy suwuň düzümindäki maddalara baglydyr.

Suwy, duzy ýuwujy hökmünde ulanýarlar. Ol duzy eredip aşak alyp gidýär. Suwuň düzümindäki duzuň dykzlylygy näçe uly bolsa suwuň dykzlylygy hem şonça uly bolýar. İçmek üçin adama ýaramly suwuň duzlylygy 1g/l-re deň bolmalydyr.

Suwuň duzlylygy boýunça toparlara bölnüşi şular ýalydyr:

Süýji suw $x \leq 1\text{g/l}$ duzly

Gowşak duzlyrak 1-3 g/l çenli duzly

Güýçli duzlyrak 3-5 g/l çenli duzly
 Gowşak duzly 5-10 g/l çenli duzly
 Deňiz we duzly suw 15-45g/l çenli duzly
 Aşa duzly (şerebe) $x > 45\text{g/l}$ ýokary
 Duzly suwy süýjetmegiň zerurlygy
 Süýji suwuň ýetmezçiligi sebäpli
 Ilat sanynyň artmagy sebäpli
 Senagat kärhanalaryň ösmegi sebäpli
 Oba-hojalygyň giňelmegi sebäpli
 Zeý-suwlaryny süýjetmek (daşky gurşawy goramak üçin)
 Etraplarda süýji suw ýygnaýjylaryň ýetmezligi sebäpli
 Süýji suw beriji desgalaryň gymmata düşýänligi sebäpli
 Suwy süýjetmegiň metereologiki sebäpli

28. Jemgiýetiň ösüşi we suw meseleleri

Jemgiýetiň ösmegi, ýer şarynda ýaşaýan adamlaryň köpelmegi, ýaşaýyş derejesini ýokarlandyrmagy, senagat-kärhanalaryň, oba-hojalygynyň suw sarp edişi has ýokarlandy. Bu bolsa suwuň gyt ýerlerinde suwuň meseleleriniň örän ýitileşmegine getirdi.

Mysal üçin oba hojalygynda däne ýa-da şeker öndürmek üçin 1000 tonna suw gerek ýa-da 1 tonna pagta öndürmek üçin 6800 m^3 suw gerek.

Senagat önümler üçin 1 tonna kömür öndürmek üçin $2,5\text{ m}^3$ suw gerek bolýar. 1 tonna polat üçin $50-120\text{ m}^3$ çenli suw gerek bolýar. 1 tonna kagyz öndürmek üçin $500-100\text{ m}^3$ suw gerek bolýar. 1 tonna himiki süm öndürmek üçin $1000-2000\text{ m}^3$ çenli suw gerek.

Dürli döwletlerde ýylyň dowamynda suwuň harçlanyşy

Russiýa----- $16,4\text{ m}^3/\text{ýyl}$
 Ukrainanyň günorta etraplary-- $2,8\text{ m}^3/\text{ýyl}$

Gazagystan -----	35,9 mün m ³ /ýyl
Özbekistan -----	14,2 mün m ³ /ýyl
Moldawiýa -----	0,2 mün m ³ /ýyl
Türkmenistan -----	29,5 mün m ³ /ýyl

Ýer şaryndaky suwlaryň düzümindäki duzuň mukdary boýunça olar şu görnüşlere bölünýär:

Süýji suw-----	1 g/l-e çenli duzly.
Gowşak duzlyrak -----	1—3 g/l duzly.
Orta duzlyrak -----	3—5 g/l duzly.
Güýçli duzlyrak -----	5—10 g/l duzly.
Gowşak duzly -----	10—15 g/l duzly.
Duzly we deňiz -----	15—45 g/l duzly.
Aşa duzly (şerebe) -----	45 g/l ýokary duzly.

Duzly suwlary süýjedip, adamlaryň öz durmuşynda ulanmaklarynyň zerur bolan sebäplerine şu aşakdakylary görkezmek bolar.

1. Süýji suwly suw üpjünçilik çeşmesiniň kem kâsligi ýa-da ýoklygy sebäpli.
2. Ilatyň sanynyň we olaryň kommunal zerurlygynda harçlaýan suwunyň artmagy.
3. Senagat pudagyňyň harçlaýan suwunyň artmagy bilen onuň ösmegi.
4. Oba hojalygynyň çalt depginde ösmegi we suwarymly ýerleriň giňden artmagy bilen onuň senagat esasyňa geçilmegi.
5. Senagat we oba hojalyk önümçiliginde ulanylan suwlaryň artmagy bilen baglanyşykda daşky gurşawy goramak.
6. Süýji suwy ýygnaýjylary gurmaga mümkinçilik bolamýan etraplaryň sanynyň artmagy.
7. Suw üpjünçilik çeşmesinden daşdalygy sebäpli suw howdanlarynyň we suw getiriji turbalarynyň gurluşygynyň bahasynyň ýokary bolmagy.

8. Suw üpjünçiligiň ýerli metreologiki şertlere baglylygynyň aradan aýrylmagy.

Dürli ýugurtlarda gurlan gün suw süýjediji enjamy.

16-nji tablisa

t/b	Döwletler	Ýerleşýän ýeri	Gurlan ýyly	Bugarma meýdany m ²	Gije-gündiziň dowamyndaky öndirijiligi m ³
1	GDA	Bäherden d/b	1969	600	1,30
		Şafrikan d/b	1970	600	1,31
		Şafrikan d/b	1971	100	0,23
2	Awstralia	Mýüresk 1	1963	375	0,58
		Mýüresk 2	1966	375	0,58
		Kuber Pedi	1966	316	4,50
		Kaýguna	1966	375	0,53
		Gamelin Pul	1966	455	0,85
		Griffit	1967	415	0,64
3	Mys-gök adalary	Santa-Mariýa	1965	750	1,48
		Las Salinas	1972	4450	10,40
		Killagda	1968	100	0,27
4	Gresiýa	Simi	1964	2680	5,28
		Egina	1965	1500	2,96
		Salamis	1965	380	0,78
		Patmos	1967	8600	18,20
		Kiamolos	1968	2500	5,28
		Niziros	1969	2020	4,24
5	India	Bhawnagar	1965	378	0,58
6	Meksika	Natiwidada-dasy	1969	98	2,64
7	Ispaniýa	Las Marinas	1966	862	1,80
8	Tunis	Şakmu	1967	438	0,37
		Mahtiýa	1968	1300	2,64
9	ABŞ	Deýtin Biç I	1959	228	0,37
		Deýtin Biç II	1961	230	0,40
		Çişirilýän suw süýjediji	1959	220	0,26
		Çerç Serwis	1963	148	0,42
10	West India	Petti San-Wensent	1967	1200	3,44
		Gaiti	1969	268	0,53

29. Dürli görnüşdäki suw süýjediji enjamlaryň suraty

Tersleýin osmos



Ultrasüzüji enjam



Tordan süzgiç



Tersleýin osmos suw süýjedijisi



Suw süýjediji zawodyň umumy görnüşü



Distillýasiýa suw süýjediji zawody



Ýokary basyşly nasoslar toplумы we tersleýin osmos enjamynyň 1-nji basgançagy



Tersleýin osmos enjamynyň 2-nji basgançagy



Ýarym geçiriji membranaly suw süýjediji



Suw süýjediji zawodyň umumy görnüşü



Suw süýjediji zawodyň baş meýilnamasy



Suw arassalaýjy desganyň gurluşygy we içki görnüşi



Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
 2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
 3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
 4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
 5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
 6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
 7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
 8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
 9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
- Байрамов Р., Сейиткурбанов С. Опреснение воды с помощью солнечной энергии. Издательство «БЫЛЫМ» Ашгабад-1967.

10. Колодин М.В., Дыхно А.Ю., Гельдыев А., Рутгайзер Е.М. Современные методы опреснения воды». Издаттво «Ылым» А-1967.
12. Сейиткурбанов С. Комбинированные опреснительные установки «Ылым» Ашгабад-1987.
11. Слесаренко В.Н. Опреснение морской воды. Москва
Энергоатомиздат-1991.
12. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. Издательство Ассоциации строительных вузов. Москва 2007.

MAZMUNY

	Giriş	7
I.	Tebigy suwlar we olary süýjetmegiň usullary	9
1.	Dünýäniň suw baýlyklary we olaryň paýlanyşy	9
2.	Türkmenistanyň esasy suw çeşmeleriniň häsiýetnamasy	12
3.	Süýji suwy almagyň usullary we toparlary	25
II.	Suwy bugardyp süýjetmek (distillýasiýa)	37
4.	Bugardyp suwy süýjetmegiň usuly. Ýönekeýje bugartmak	37
5.	Köpbasgançakly bugardyjy enjam	39
6.	Bug kompressorly suw süýjedijisi	41
7.	Wakuumda suwy bugartmak	44
8.	Çalt bugarýan suw süýjediji	47
9.	Üstsiz ugardyjy	48
III.	Suwy doňduryp süýjetmek (kristallaşdyrmak)	50
10.	Doňdurmak usuly bilen suw süýjetmegiň fiziki manysy	50
11.	Tebigy usulda doňdurmak	52
12.	Sowuk geçiriji diwaryň üsti bilen sowadyp emeli usulda suw doňdurmak	54
13.	Wakuumda suw bugartmak arkaly doňdurmak	57
IV.	Elektrodializ we elektrohimiki usulda suw süýjetmek	62
14.	Elektrohimiki usulda suw süýjetmegiň usuly	62
15.	Elektrodializ usuly bilen suw süýjetmek	64

16.	Elektrodializ enjamlarynyň görnüşleri we gurluşy	66
V.	Tersleýin osmasyň kömegi bilen suw süýjetmek	71
17.	Tersleýin osmos hadysasy	71
18.	Tersleýin osms usulynda suw süýjetmek	72
19.	Tersleýin osmasyň kömegi bilen suw süýjediji enjamlar	76
VI.	Günün kömegi bilen suw süýjetmek (gelioopresnenie)	81
20.	Günün kömegi bilen suw süýjetmegiň usuly	81
21.	Günün gyzdymagy bilen çyglandyrmak hadysasy	86
VII.	Ion çalşyk usulynda suw süýjetmek	88
VIII	Himiki usulda suw süýjetmek	92
.		92
22.	Himiki suw süýjediji esgasy	92
23.	Elektrohimiki adsorbsiýa	94
24.	Termohimiki usulda suw ýumşatmak	96
25.	Ekstraksiýa usulynda suw süýjetmek	97
26.	Suw süýjetmegiň gazogidrat usuly	101
27.	Suw süýjetmegiň täze usullaryny gözlemek	104
X.	Suw süýjetmegiň ykdysady netijelligi	107
28.	Jemgiýetiň ösüşi we suw meseleleri	108
29.	Dürli görnüşdäki suw süýjediji enjamlaryň suraty	111
	Edebiýatlar	117